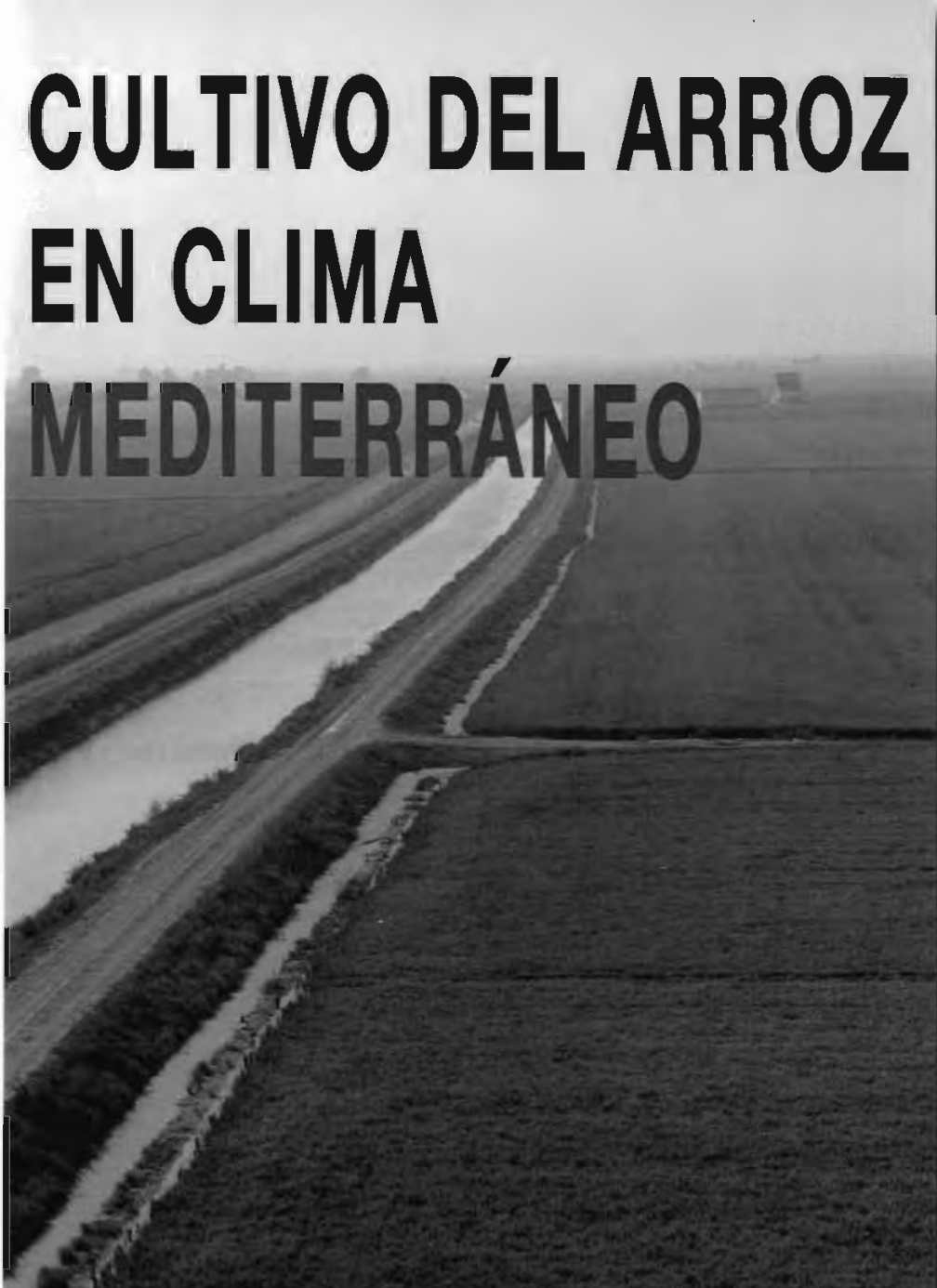


2/97

CURSOS SUPERIORES

CULTIVO DEL ARROZ EN CLIMA MEDITERRÁNEO



CULTIVO DEL ARROZ EN CLIMA MEDITERRÁNEO

© JUNTA DE ANDALUCÍA. Consejería de Agricultura y Pesca
Publica: Dirección General de Investigación y Formación Agraria
Servicio de Publicaciones y Divulgación.
Colección: CURSOS SUPERIORES 2/97
Autores: Varios
Fotografía e Ilustraciones: Autores
Depósito Legal: SE-2.175/97
I.S.B.N.: 84-89802-16-5
Maquetación e Impresión: Tecnographic S.L., Sevilla

* Se prohíbe la reproducción parcial o íntegra de esta publicación,
sin la autorización expresa de autor/es, o editor.

P R E S E N T A C I Ó N

Uno de los medios más valiosos para trasladar al sector los conocimientos alcanzados en los múltiples y variados campos de la actividad agraria y, especialmente de la Investigación, son los cursos de formación.

Este notable esfuerzo se realiza para mantener al sector informado y al día de los avances tecnológicos que constantemente se producen, algo absolutamente necesario si se quiere cumplir el objetivo de que las explotaciones dispongan de los conocimientos y de la capacidad de respuesta necesaria, para acomodar su gestión técnico-económica a los imperativos del mercado.

Entre estos cursos al máximo nivel, están los Superiores de Especialización, dirigidos a postgraduados con una trayectoria ya definida en la temática, y cuyo profesorado se elige entre los especialistas mundiales más destacados.

Dentro de este ámbito se celebró en el Centro de Investigación y Formación Agraria "Las Torres-Tomejil" de Alcalá del Río (Sevilla), del 23 de mayo al 16 de junio de 1995, el Curso Superior de Especialización "Cultivo del Arroz en Clima Mediterráneo" del cual se publican en este libro las ponencias más destacadas para que todos aquellos técnicos interesados en las mismas las tengan a su disposición.

Desde esta página quisiera agradecer al Director del Curso, D. Manuel Aguilar Portero y a su equipo, el trabajo desarrollado, tanto en el transcurso del mismo como en la labor de preparación de los textos para su edición. Este esfuerzo es el que le permite tener en sus manos los conocimientos que sobre el cultivo del arroz bajo condiciones de clima mediterráneo fueron aportados por los técnicos especialistas que impartieron el curso.

PAULINO PLATA CÁNOVAS
Consejero de Agricultura y Pesca.

ÍNDICE GENERAL

Página

PRIMERA PARTE: Mejora y Agronomía

1.- Cultivo del arroz en las marismas del Guadalquivir	A. Borrero.....	15
2.- Situación y evolución del cultivo del arroz en Francia	J. C. Mouret	31
3.- Estado de la investigación llevada a cabo sobre agronomía del arroz en Francia	J. C.Mouret.....	45
4.-Estudios preliminares sobre la adaptabilidad de varios cultivares de arroz al arrozal irrigado arábico	S. Russo.....	59
5.- Cambios químicos en suelos inundados. Abonado del arroz	J. B. Sendra	67
6.- Resultados de dos experiencias de abonado del arroz en Valencia	J. B. Sendra	83
7.- Influencia de la dosis del abonado nitrogenado de fondo sobre los componentes del rendimiento y el comportamiento agronómico del arroz	M. Aguilar, D. Grau, J. M. Contreras	91
8.-Efecto del abonado nitrogenado en el contenido de nitrógeno foliar en arrozal	M. Aguilar, D. Grau, J. M. Contreras	103
9.- Sistemas de riego del arrozal	S. Roberts	113
10.- El manejo del agua para el control de malas hierbas en el arrozal	S. Roberts	123
11.- Potenciales acuícolas de las marismas del Guadalquivir	E. Admetlla, M. Carrasco	137
12.- Problemática fitosanitaria del cultivo del arroz en España	M. Otero	147
13.- El arroz salvaje: problemática, identificación y control	M. M. Catalá.....	171
14.- Enfermedades del arroz	F. Elazegui	185
15.- Calidad del arroz	R. Carreres.....	201

16.- Mejora del arroz: criterios y organización	R. Ballesteros.....	215
17.- Biotecnología del arroz	M. J. Cornejo.....	223
18.- La industria arrocera actual	C. González, F. Anaya	235

SEGUNDA PARTE: Economía y Sociología

1.- La economía mundial del arroz	E. Wailes	249
2.- Ventajas regionales y economías de tamaño en la producción de arroz en España	C. Herruzo.....	261
3.- El cultivo de arroz en Andalucía, estructuras productivas	L. Navarro	269
4.- Problemas tecnológicos del arroz y prioridades de investigación	C. Herruzo.....	287
5.- Economías dependientes de la producción de arroz en las marismas del Guadalquivir. Incidencias de la sequía en los sectores dependientes y en los agricultores arroceros	L. Navarro	303
6.- El comercio exterior de España: el arroz	M.J. Fernández	325
7.-Competitividad del sector industrial arrocero y la distribución	J. Briz	345
8.- El consumo de arroz en España	J.L. López	357
9.- El consumo de arroz en Andalucía	L. Navarro	371
10.- Una aproximación a la realidad de la cooperación agraria española	J. Domingo.....	393
11.-Las cooperativas arroceras en la provincia de Sevilla	V. Cebolla.....	421
12.- Las cooperativas arroceras del delta del Ebro	B. Arce	427
13.- Impacto de la tecnologías arroceras en el Medio Ambiente y la Salud	F. Palis.....	437
14.- Impacto medio-ambiental del cultivo del arroz sevillano	L. del Moral.....	457

I N T R O D U C C I Ó N

El arroz, que representa un 22,8% de la oferta mundial de alimentos, se produce fundamentalmente en los países asiáticos (90,7 % de la producción mundial en 1994). Las producciones de arroz comunitarias (unos dos millones de toneladas de arroz cáscara), que son poco importantes en el contexto mundial, están situadas en Italia y España, abasteciendo fundamentalmente a dicho mercado interior. En España, con unas 100.000 has. de cultivo (en años sin problemas de sequía), el arroz se sitúa predominantemente en las provincias de Sevilla, Valencia, Tarragona y Badajoz; representando el arrozal andaluz en torno al 40% de la superficie total de cultivo en España.

La importancia del cultivo de arroz en Andalucía radica en las ventajas comparativas de esta región respecto a otras regiones españolas y países comunitarios en la producción de arroces de perfil Índica, de las que la Unión Europea es deficitaria. Lo anterior justifica el que en Andalucía, la *Dirección General de Investigación y Formación Agraria de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía*, desarrolle proyectos de investigación concernientes a este sector en las áreas de *Mejora y Agronomía y de Economía y Sociología* y que haya organizado el *I Curso Superior de Especialización "Cultivo de Arroz en Clima Mediterráneo"*, cuyas ponencias más destacadas son presentadas en este libro.

El citado curso se desarrolló en el *Centro de Investigación y Formación Agraria Las Torres-Tomejil*, ubicado en Alcalá del Río (Sevilla), teniendo lugar del 23 de mayo al 16 de junio de 1995. El curso constó de un total de 120 horas lectivas y fue dirigido a postgraduados universitarios cuya actividad profesional estaba relacionada con el cultivo de arroz. Los objetivos del mismo, aparte de facilitar a los alumnos los conocimientos teóricos y prácticos sobre dicho cultivo bajo condiciones de clima mediterráneo, eran los de fomentar y actualizar la cooperación entre los países a través de los contactos de los técnicos participantes, en su mayoría procedentes de países de la cuenca mediterránea e iberoamericanos.

Deseamos agradecer a los autores de las ponencias la aportación de las mismas para la elaboración de este libro, a D. Casimiro Herruzo Martínez por su colaboración en el área de Economía y Sociología del curso, a D. Mariano Espinosa Ruiz-Cabal por su labor de tutor del mismo y a D. Juan Manuel Contreras Gallardo y D^a. María José Rodríguez García, que llevaron a cabo los trabajos de recopilación, traducción y edición de las ponencias en las áreas de Mejora y Agronomía y de Economía y Sociología respectivamente.

Alcalá del Río, Diciembre 1996

Manuel Aguilar Portero
Dr. Ingeniero Agrónomo
DIRECTOR DEL CURSO

Luis Navarro García
Ingeniero Agrónomo
COORDINADOR DEL ÁREA DE
ECONOMÍA Y SOCIOLOGÍA

I.

MEJORA Y AGRONOMÍA

ÍNDICE PONENCIAS

1.- Cultivo del arroz en las marismas del Guadalquivir	A. Borrero..... 15
2.- Situación del cultivo del arroz en Francia	J. C. Mouret 31
3.- Estado de la investigación llevada a cabo sobre agronomía del arroz en Francia	J. C.Mouret 45
4.-Estudios preliminares sobre la adaptabilidad de varios cultivares de arroz al arrozal irrigado arábico	S. Russo..... 59
5.- Cambios químicos en suelos inundados. Abonado del arroz	J. B. Sendra 67
6.- Resultados de dos experiencias de abonado del arroz en Valencia	J. B. Sendra 83
7.- influencia de la dosis del abonado nitrogenado de fondo sobre los componentes del rendimiento y el comportamiento agronómico del arroz	M. Aguilar, D. Grau, J. M. Contreras 91
8.-Efecto del abonado nitrogenado en el contenido de nitrógeno foliar en arrozal	M. Aguilar, D. Grau, J. M. Contreras 103
9.- Sistemas de riego del arrozal	S. Roberts 113
10.- El manejo del agua para el control de malas hierbas en el arrozal	S. Roberts 123
11.- Potenciales acuícolas de las marismas del Guadalquivir	E. Admetlla, M. Carrasco 137
12.- Problemática fitosanitaria del cultivo del arroz en España	M. Otero..... 147
13.- El arroz salvaje: problemática, identificación y control	M. M. Catalá 171
14.- Enfermedades del arroz	F. Elazegui 185
15.- Calidad del arroz	R. Carreres..... 201

16.- Mejora del arroz: criterios y organización	R. Ballesteros.....215
17.- Biotecnología del arroz	M. J. Cornejo223
18.- La industria arrocera actual	C. González, F. Anaya.....235

CULTIVO DEL ARROZ EN LAS MARISMAS DEL GUADALQUIVIR

ADOLFO BORRERO FERNÁNDEZ

C.I.D.A. Las Torres y Tomejil.

Alcalá del Río, Sevilla.

1. ANTECEDENTES

La etapa reciente de cultivo en la zona de las Marismas del Guadalquivir comienza en los años 40. La evolución del cultivo en todos los órdenes ha sido espectacular, tanto en lo referente a la infraestructura como a los medios de producción, prácticas de cultivo, laboreo de fuerza animal-mecanización, recolección manual a mecánica, escarda manual-química, trasplante-siembra directa, variedades japónicas-índicas.

Vamos a describir las prácticas actuales según las diversas fases del cultivo, haciendo referencias en algunos casos a las prácticas anteriores.

2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA: SUELOS Y CLIMATOLOGÍA

2.1. SUELOS

Los suelos del estuario del Guadalquivir son muy uniformes por su formación geológica. Presentan como principales características las de ser fuertes y pesados, de textura arcillosa o arcillo-limosa, con un contenido relativamente alto en carbonatos y un elevado pH de 7 a 8,5. El contenido en materia orgánica no es alto; entre 2 y 2,5 % y con importante contenido salino. En las zonas de cultivo arrocerero se encuentra un horizonte superficial desalado por el intenso lavado de la capa superficial y un subsuelo salino.

Las únicas diferencias que se presentan son debidas a sus diversas cotas constituyendo las partes bajas los "lucios" y las altas las "vetas". Estas diferencias se van reduciendo con las sucesivas nivelaciones y años de cultivo pero son muy importantes en las nuevas tierras que se ponen en cultivo.

También la textura de los suelos próximos a los cauces del río y sus afluentes, las llamadas playas, es más suelta, menos arcillosa y son suelos más produc-

tivos. Estos suelos se formaron por la sedimentación de los limos y arcillas que traía el río, cuya salinidad se debe a que fueron floculados en el seno de las aguas saladas del estuario.

El espesor de estos sedimentos es variable, pero suelen rondar los 40 a 60 m.

El drenaje está totalmente impedido y la capa impermeable empieza a los diez centímetros. La capa freática es fluctuante, no bajando de 60 cm. en muchos entornos y llegando a estar en superficie en la época de lluvias. Hablamos de ciclos climatológicos normales, hasta estos últimos años.

2.2. CLIMATOLOGÍA

Son normales en nuestra zona las temperaturas muy altas en verano (máximas de hasta 43 °C, siendo frecuentes 34-38 °C) y temperaturas aptas para realizar la siembra desde el mes de Abril (incluso era tradicional echar las planteras el día de S. José; 19 de Marzo) y con ciclo suficiente para cosechar hasta finales de Octubre e incluso Noviembre.

Hasta primeros de Mayo hay el riesgo de tener mínimas bajas, hasta 6 °C, que molestan y dificultan la nascencia.

En cuanto a lluvias, son mínimas del 15 de Mayo al 15 de Septiembre y suelen ocasionar trastornos en la recolección, entorpeciendo el secado del arroz y provocando encames de las plantas, con sus consiguientes perjuicios.

El riesgo de pedrisco es bajo, pero alguna vez se presenta en forma localizada.

Hay épocas de vientos relativamente fuertes y constantes que dificultan mucho el enraizamiento de las plántulas en sus primeras fases de desarrollo. El viento de Levante, que es cálido, se presenta con cierta frecuencia y puede afectar la maduración del grano al final del ciclo.

3. ALTERNATIVAS

Como es sabido, hemos realizado el monocultivo del arroz repitiéndolo todos los años, últimamente, la falta de agua para riego nos ha obligado a la siembra de colza, girasol o cebada.

Quiero señalar aquí que la siembra de cebada y de colza permite, aunque con dificultad, la siembra del arroz tras una temprana recolección. A la inversa, sembrar cebada o colza después de arroz, es problemático.

4. OPERACIONES DE CULTIVO

Vamos a partir de la época posterior al invierno, en la cual se deja la tierra sin ninguna labor después del enterrado de los rastrojos con la labor de fanguero. Aquí se presenta una diferencia por la práctica cada vez más extendida de dejar inundadas las tierras después de ese último pase de fanguero. El objeto de esta inundación es eliminar el crecimiento de las hierbas que, en años propicios para ellas, entorpecen las primeras labores obligando incluso al empleo de herbicidas o desecantes para permitir el trabajo de los aperos. Otros agricultores prefieren que la tierra se seque y meteorice como se hacía antes. La realidad es que la inundación da buen resultado.

4.1. LABORES PREPARATORIAS

A partir del mes de Febrero y cuando el estado de la tierra lo permita, en función del régimen de lluvias, se comienza a preparar la tierra. Generalmente, se realiza, cuando menos, una ligera labor de refinado de nivelación o "rebaje" para eliminar las desigualdades de nivel que se hayan podido provocar en la campaña anterior, principalmente por las evoluciones de la cosechadora o la sedimentación en las entradas del agua de riego. También se aprovecha esta época para realizar las nivelaciones de más envergadura. Se tiende a tener tablas cada vez de mayor dimensión, por lo que progresivamente se vienen unificando

tablas existentes, que obligan a desmontes hasta de 40 cm. y más.

La nivelación se realiza con traillas y niveladoras de cuchilla dirigidas por la buena práctica de los tractoristas y, en los últimos años, cada vez se extiende más el uso de las niveladoras dirigidas por rayos láser. Dependiendo de la organización anterior de las fincas se trata de alcanzar tablas de, al menos, 6-10 ha., habiéndolas de más de 20 ha.. Inicialmente, en la Comunidad del Mármol las tablas eran de 150 x 150 m. (2,25 ha.), el llamado "cuartón".

En tanto se realizan estas labores, se completa a mano o con cuchilla adaptada al tractor la limpieza de los canales y drenes, así como de los almorrones.

Ha de prestarse mucha atención a la limpieza de malas hierbas de los márgenes de las tablas.

Seguidamente, se da la labor principal de alzar con vertedera o escarificador.



Foto 1. Labor de alzar

Su objetivo es disponer de una capa arable de unos 25 cm., donde se desarrollará la mayor parte de la planta. La infectación de malas hierbas puede aconsejar el uso del volteo para exponer al sol los rizomas de perennes, como la grama (*Cynodon dactylon*), o de la castañuela (*Cyperus spp.*). Aunque el uso de escarificadores potentes proporciona una buena preparación.

Es recomendable que los arados de vertedera sean reversibles para mantener la nivelación, si bien, son de uso frecuente los fijos de 5 y hasta 8 rejas según la potencia de los tractores, debiendo realizarse la labor con atención para no estropear la nivelación.

Los escarificadores de grandes brazos articulados con muelles, que vibran al atacar el terreno, son muy recomendables, aunque piden mayores potencias de tractor. Cultivadores fijos y grandes hacen muy bien el trabajo.

Después se procede a desmenuzar los terrones que provocan las labores anteriores, siendo la grada de discos el apero más conveniente, seguido por varios pases de cultivador, habiéndose extendi-

do el uso de la grada de discos solamente desde hace 10-15 años.

El grado de preparación de la tierra depende del sistema de siembra que se vayan a utilizar.

a) Preparación de la tierra en seco, que es el método más extendido, con objeto de inundar el terreno en las vísperas de la siembra, escurrir el agua, sembrar y volver a inundar.

Hay que afinar bien la tierra, lo que requiere varios pases de cultivador, de grada e incluso niveladora de cuchilla, según el estado y tempero de la tierra. No aplicándose ningún pase de fanguero. Se suelen dar pases de rulo que alisan la tierra.



Foto 2: Labor de gradeo



Foto 3: Labor de cultivo



Foto 4: Pase de rulo

Es de la mayor importancia que el suelo esté seco antes de proceder a su inundación, pues en caso contrario la nascencia y posterior vegetación es pobre. Hasta el punto que si ocurren lluvias que humedecen el terreno o hay un escape de riego que moja el suelo, se debe inundar y dar un ligero pase de fanguero con ruedas de jaula. Este efecto podría deberse a ascensión de sal, pérdida de estructura, etc. La maquinaria sufre menos con este sistema y permite usar maquinaria de mayor potencia.

b) Inundación de la tierra y realización del fanguero antes de la siembra. Era el método seguido anteriormente cuando se transplantaba y en los primeros años de la siembra directa.

Permite que las labores en seco sean menores y se confía al fanguero la reducción final de tamaño de los terrones.

5. SIEMBRA

La siembra se realiza desde últimos de Abril a últimos de Mayo, preferentemente del 5 al 20 de Mayo. Hasta finales de Junio es posible, aunque menos recomendable.

La desinfección de la semilla no es práctica extendida, aunque se realiza. Se suele hacer al tiempo de la pregerminación con Vitavax, Captan, etc.

La pregerminación es práctica extendida, sumergiendo la semilla unos dos días en agua, aprovechando un canal de riego, un remolque con una lámina de plástico o, en algunas fincas grandes, albercas apropiadas. Se deja escurrir la semilla un día antes de sembrar.

Las dosis utilizadas van de 125 a 170 Kg/ha, en función de la calidad de la semilla, grado de preparación de la tierra, fecha de siembra (a mayores temperaturas, menores dosis de semilla).

La siembra se hace a voleo con abonadora por tierra o por avión. Las abonadoras de 2 platillos van muy bien.

Antes, cuando se comenzó la siembra directa, debido a que gran parte de la escarda se realizaba a mano, se sembraba a golpes con máquinas de precisión, para hacer una siembra más parecida a la plantación. Estas máquinas tenían una anchura de hasta 6 m. que, bien a brazos o a tractor, dejaban sembrados golpes de varias semillas. Con este procedimiento se reducía la dosis de semilla hasta 80 Kg/ha.

Es práctica habitual hacer una siembra densa en pequeñas zonas para tratarlas como planteras para realizar una eventual replanta en relación de 1 a 50 ó 70 ha.

Existen plantadoras japonesas pequeñas que no se han extendido, pero que se usan en investigación y en las primeras generaciones de reproducción.

Es recomendable conocer la calidad de la semilla, análisis que realiza entre otros el Servicio de Semillas de la Federación de Agricultores. Hay que prestar mucha atención a los granos rojos.

6. ABONADO

El Nitrógeno es el elemento fundamental para la producción, así como el fosfórico en menor escala.

El fosfórico se aplica cuando no va unido a algún complejo antes de la labor de alzar y el Nitrógeno se suele aplicar en fondo de una vez antes de la siembra cubriéndolo con el último pase de cultivador o con el fanguero.

El fosfórico debe reponer la extracción, siendo frecuente la aplicación de 500 Kg/ha. cada dos años de superfosfato del 18% o incluso anualmente. Dadas las altas dosis de abonado fosfórico que se vinieron aplicando anteriormente en muchas parcelas, el nivel de fosfórico es relativamente alto.

El Nitrógeno se aplica según variedades bajo forma de urea 46% N (Nitrógeno), sulfato amónico 21% N, fosfato biamónico 18-46-0 y de ciertos complejos. También se emplea amoníaco anhidro y

abonos en suspensión. Alguna vez se reserva hasta un tercio de N para aplicar en cobertera, aunque no es lo más frecuente. las dosis oscilan entre 130 y 180 unidades.

Empleando el fosfato biamónico se suelen aplicar 200 Kg/ha., que se completan con urea. También se usa una mezcla ya preparada (blending) de ambos productos con un riqueza 35-15-0, empleando para estas mezclas una urea formulada con la misma densidad que el fosfato biamónico para conseguir



Foto 5: Siembra del arroz con abonadora centrífuga

homogeneidad en el reparto. Es frecuente el uso de urea por el menor coste de la unidad N y va muy bien el bifosfato amónico completado con urea.

Hay que tener mucha precaución con las dosis nitrogenadas, pues su exceso provoca ataques de enfermedades criptogámicas, Piricularia principalmente. Así como la falta de abono reduce la producción.

Debido a que el contenido de potasio en los suelos es alto, el abonado con potasio prácticamente no se realiza.



Foto 6: Abonado de un arrozal

7. MALAS HIERBAS Y HERBICIDAS

Las principales malas hierbas que aparecen en el cultivo del arroz en las marismas sevillanas, las podemos dividir en tres grupos de cara a su tratamiento:

A. Gramíneas.

- *Echinochloa crus-galli*, llamada comunmente "cola de caballo".
- *Paspalum distichum*, conocida como "grama gruesa".
- *Cynodon dactylon*, denominada "grama común".

B. Ciperáceas.

- *Cyperus difformis*, conocida como "junquillo".
- *Scirpus mucronatus*, llamada también "junquillo".
- *Scirpus maritimus*, o "juncia".

C. Hoja ancha.

- *Ammania coccinea*, Familia Litiráceas, llamada "alfabegueta".
- *Bergia acuática*, Familia Elatináceas, llamada igualmente "alfabegueta".
- *Lemna minor*, Familia Lemnaceas, conocida como "lenteja de agua".
- *Alisma plantago*, Familia Alismatáceas, conocida como "coleta". Esta mala hierba ha comenzado a crear problemas en la zona desde hace tan sólo cinco años.
- *Typha spp.*, Anea, que últimamente está incrementando su presencia.

En la tabla 1 se expone un esquema de estas malas hierbas. En las Tablas 2 y 3 se indican los tratamientos más frecuentemente utilizados para Colas (*Echinochloa spp.*), ciperáceas y especies de hoja ancha.

	NOMBRE BOTÁNICO	NOMBRE COMÚN
MONOCOTILEDÓNEAS		
Gramíneas	Echinochloa crus-galli	Cola de caballo
	Paspalum distichum	Grana de agua
	Cynodon dactylon	Grana común
	Phragmites communis	Carrizo
Ciperáceas	Scirpus maritimus	Juncia o castañuela
	Scirpus mucronatus	Junquillo
	Cyperus difformis	Junquillo o tiña
Hoja ancha	Alisma plantago	Coleta
	Typha sp.	Enea
	Lemna minor	Lenteja de agua
	DICOTILEDÓNEAS	
	Ammania coccinea	Arbolito
	Bergia acuática	Alfabetueta

Tabla 1. Principales malas hierbas en el cultivo del arroz en las Marismas del Guadalquivir.

PRODUCTO	MATERIA ACTIVA	DOSIS	Observaciones
ORDRAM	Molinato 7,5 %	60 Kg/ha	Cola con menos de 3-4 hojas.
YUKAMATE	Dimepiperate 5 %	60 Kg/ha	Cola con menos de 1 hoja.
SATURN-S	Tiobentacarb 4,5 % Molinato 4,5 %	60 Kg/ha	Cultivo con 1-5 hojas. Controla junquillo.
FACET	Quinclorac	1,3-2 Kg/ha	Cultivo con más de 2 ó 3 hojas.
UNICO	Molinato 8 % Bensulfurón 0,08 %	60 Kg/ha	Cultivo con 2-3 hojas. Cola antes de 2-3 hojas.
RANCHO	Molinato 4,5 % Mefenacet 1,5 %	60 Kg/ha	Cultivo con 3 hojas.
STAM	Propanil 35 %	13-15 l/ha	Antes del ahijamiento de las colas. También controla ciperáceas y hoja ancha.

Tabla 2. Tratamientos herbicidas contra Echinochloa crus-galli en el cultivo del arroz en las Marismas del Guadalquivir.

PRODUCTO	MATERIA ACTIVA	DOSIS	Observaciones
MCPA + STAM	Sal amina MCPA 40 ó 60 % Propanil 35 %	< 400 g/ha ácido 3 l/ha	Antes del preñado del arroz. 55-85 días desde la siembra
BASAGRAN L.	Bentazón 48 %	3-5 l/ha	Cultivo desde 2-4 hojas.
BASAGRAN M-60	Bentazón 40 % MCPA 6 %	3-5 l/ha	Desde cultivo 3-4 hojas hasta el encañado.
LONDAX	Bensulfurón 0,06 %	85 g/ha	A partir de 3 hojas en el cultivo.

Tabla 3. Tratamientos herbicidas contra ciperáceas y malas hierbas de hoja ancha en el cultivo del arroz en las Marismas del Guadalquivir.

Una vez enumeradas las principales especies que infectan los arrozales sevillanos, veamos como se combaten. Lo habitual es dar dos tratamientos, el primero dirigido contra *Echinochloa* (cola de caballo), que se puede dar en seco antes de la siembra, o a continuación de esta, con el campo inundado, siendo esto último lo más frecuente, dándose desde la siembra hasta 12-14 días tras ella, según el desarrollo de las colas. El herbicida más utilizado es el molinate, comercializado como "Ordram" con un 7,5 % de materia activa (S-etilo-N-N-Hexametilentiol-carbamato), en forma de gránulos aplicándose en post-siembra generalmente por avión, con el terreno inundado, manteniendo el agua estancada el mayor tiempo posible (mínimo durante 48 h.) y con un nivel de agua no inferior a los 10-15 cm. En caso de hacerlo antes de la siembra, en seco, habrá de enterrarse en el último pase de apero a una profundidad media de 4-5 cm. e inundar lo antes posible como máximo dentro de los cinco días siguientes a la aplicación. Las dosis adecuadas son de 55-60 Kg/ha. De forma similar actúa el Yukamate, que es un tiocarbamato, poco volátil que se aplica antes de que tenga una hoja. También se utiliza "Saturn-S" de la casa Argos, que es un compuesto con 4,5 % de Molinate y un 4,5 % de Bentio-

carb, aplicándose dosis iguales. El "Depramon" también ha sido utilizado igualmente. Este tratamiento conviene retrasarlo lo más posible, hasta la aparición de colas de tres hojas, pues a estas ya no les afecta el molinate. El tratamiento óptimo es en la fase de 1,5 a 3 hojas. El efecto del herbicida es de unos 20 días.

El agua actúa impidiendo la pérdida del compuesto en forma de gas, por lo que interesa mantener el nivel del agua, en contraposición a lo que puede interesar al arroz, al que le convendría rebajar estos niveles para permitir un mejor desarrollo y respiración de las hojas que deben puntear por encima del agua. Por ello, hay que jugar con el nivel del agua en esta primera fase siendo muy importante su manejo. Los tratamientos contra *Echinochloa* en presiembra del arroz y en preemergencia de *Echinochloa* son menos aconsejables por la volatilidad del Ordram, debiendo enterrarse, meter agua y sembrar a continuación. En caso de no hacerse ninguno de estos tratamientos, habría que tratar la *Echinochloa* en post-emergencia con formulados a base de Propanil, pero de cualquier forma, el método más utilizado por comodidad y efectividad es el descrito en primer lugar.

El segundo tratamiento va dirigido contra las ciperáceas y hierbas de hoja ancha a la vez. Contra las de hoja ancha son efectivos los herbicidas hormonales como MCPA; 2,4,D; 2,4,5,T y 2,4,5,T,P; este último ya no autorizado. Debido a los daños que ocasionan estos herbicidas al cultivo del algodón y a otros cultivos muy generalizados en la margen izquierda del río Guadalquivir, sólo han quedado autorizados los derivados del MCPA en formulados de baja volatilidad. Así han habido en el mercado mezclas de MCPA y MCPP como el "Tripion-AZ" (15 % de Phenothiol y 15 % de Propanil) en dosis de 4-4,5 l/ha, o como el "Stam-34" a base de Propanil.

Por tanto, donde no tengamos cerca cultivo de algodón, podremos tratar con mezcla de MCPA de 400 a 1,125 l/ha, Stam a razón de 3 l/ha y es conveniente añadir un abono foliar como un 8:15:8 para evitar depresiones en el cultivo, o bien, utilizar un producto no hormonal selectivo para el arroz como el Bentazón "Basagrán", que se comercializa como "Basagrán-L" sin MCPA y "Basagrán-M" con una mezcla de un derivado del MCPA de baja volatilidad. Este último es más efectivo por su mejor traslocación, pero como es lógico, sólo podremos utilizarlo en zonas donde no exista peligro de afectar a cultivos colindantes. Así pues, en la margen izquierda del río Guadalquivir se generaliza el uso del "Basagrán-L".

Las dosis utilizadas son de 4 l/ha. En tratamiento terrestre se recomienda emplear 400 l/ha con presión alta y gotas finas. En tratamientos aéreos es aconsejable utilizar 100 l/ha de caldo en doble pasada de 50 l/ha. El tratamiento debe darse tras la "seca", unos 55 días tras la siembra. El "Basagrán-L" puede aplicarse en cualquier momento tras la aparición de la cuarta hoja del arroz, mientras que los derivados del MCPA desde las 3-4 hojas hasta el encañado (55 a 85 días tras la siembra, o sea, el período comprendido entre el ahijamiento completo del arroz y la fase en que esta tiene la espiga en zurrón). El "Londax" (Bensulfurón) es una sulfunilurea, y la dosis a aplicar es de 85

g/ha a partir de que el arroz tenga 3 hojas.

Contra la grama de los caballones se ha generalizado en uso de "Glifosato" (Round-up).

El arroz rojo, bastardo o salvaje es muy peligroso y será objeto de una ponencia específica en este Curso.

En las tablas 2 y 3 se expone una síntesis de estos tratamientos.



Foto 7: Tratamiento herbicida

Con referencia a las algas, el arroz sufre el inconveniente del desarrollo de éstas sobre todo durante los 30-40 primeros días tras la siembra. Las algas no necesitan aprovecharse del arroz para poder vivir, ni le ocasionan enfermedades criptogámicas, ni lesiones; sus daños son principalmente de tipo competitivo, mecánico y fisiológico.

Los daños más importantes e inoportunos los ocasionan las acumulaciones de algas filamentosas, microscópicas (*Oscillaria*) y macroscópicas (*Tribonema*, *Vaucheria*, *Sphaeroplea*, *Oedogonium*, *Spirogira*, *Cladophora*, etc.) y las reticuladas (*Hydrodictyon*) y las raíces cespitosas (*Chara*, *Nitella*).

Los principales productos que se utilizan como alguicidas comprenden algunas sales minerales de cobre y muchos compuestos orgánicos acúpricos. Los tratamientos más usados en la zona, desde la

nascencia hasta 20 días después son a base de sulfato de cobre con una aplicación de 2 a 4 Kg/ha y día, mediante la colocación del producto en la boquera de entrada del agua, o echándolo a mano en los rodales afectados.

8. PLAGAS Y PLAGUICIDAS

Las plagas más frecuentes en las Marismas del Guadalquivir son, en orden a su aparición:

- Gusano rojo o gusano de los planteles: Gen. *Ortocladius*, *Ephydera* y *Chironomus*.
- Rosquilla negra: *Spodoptera litoralis*.
- Pudenta: *Eusarcotis*.
- Pulgones.

8.1. GUSANO DE LOS PLANTELES

Atacan a las plantas recién nacidas y se guarecen con gran rapidez dentro de unos pequeños tubos de barro. Para tratarlo se cierran las piqueras y se reparte el producto andando por la parcela o por avión, una vez formada la radícula, unos 15 días después de la siembra, dejándose al menos 2 días el agua estancada. El producto más usado es el "Malatión 50 %" con una dosis de 2,25 l/ha, pudiendo usarse también "Dipterex" (Triclorfon) a razón de 2 l/ha.

8.2. ROSQUILLA NEGRA

Es un lepidóptero, antes conocido por *Prodenia Litura*. Las orugas miden de 3 a 5 cm, y el daño lo producen al devorar las hojas. Las mariposas miden unos 2 cm de longitud, con las alas anteriores marrones y en ellas un dibujo en forma de "4". Su tratamiento es no obligatorio, no se realiza todos los años y se suele hacer a primeros de Agosto. Suele usarse "Dipterex 80 %" con una dosis de 2 l/ha, tratando por avión generalmente.

8.3. PUDENTA

Pertenece al orden Hemiptero, familia de los Pentatómidos. El adulto tiene forma hexagonal con una longitud de 5 a 5,5 mm

el macho y unos 6 mm la hembra. Pica el grano produciendo unas manchas llamadas "ojo de perdiz". Los adultos salen de sus refugios a finales de Abril o principios de Mayo viviendo al principio sobre gramíneas espontáneas. Después de 2 ó 3 generaciones y hacia la segunda quincena del mes de Julio, vuelan hacia el arroz donde tienen otras dos generaciones. Con un pico alargado que poseen, perforan las plumillas chupando el jugo lechoso del grano en formación. El daño producido es debido a la pérdida de calidad del grano.

Por acuerdo de las Juntas Directivas de los Sindicatos Arroceros de la zona, se solicita del Servicio de Protección de Vegetales de la Junta de Andalucía la obligatoriedad del tratamiento en la zona arrocerca de la provincia de Sevilla contra la plaga de pudenta. Una vez publicadas en el Boletín Oficial de la Provincia, se estudian las ofertas de las empresas y se da el tratamiento más conveniente. Se emplea generalmente Malathion ULV de riqueza 97 % a razón de 2 l/ha. El tratamiento se realiza sobre la segunda quincena de Julio, por avión y no lo realiza directamente el agricultor sino el Sindicato.

8.4. PULGONES

No es frecuente, pero puede darse la presencia de estos insectos al final del ciclo sobre el mes de Septiembre, pudiendo combatirse con Malathion a razón de 3 l/ha.

Es de destacar que la plaga del barrenador del arroz, descrita en los libros del cultivo general en España y que se presenta en Valencia y en la zona del Ebro, no se da en la zona de Sevilla.

9. ENFERMEDADES

Las enfermedades más generalizadas son las siguientes:

- *Piricularia oryzae*.
- *Helminthosporium oryzae*.
- *Sclerotium oryzae*.

9.1. PIRICULARIA ORYZAE

Es la más temible de las enfermedades que se presentan en este cultivo. Los sínto-

mas típicos pueden encontrarse primero en las hojas con unas manchas amplias, alargadas, fusiformes, de color marrón uniforme al principio pero más tarde con centros grisáceos y bordes marrones. Después los tallos se vuelven descoloridos apareciendo áreas necróticas en el núcleo superior. El resultado típico es el cuello roto.

La enfermedad suele propagarse por esporas, inicialmente por semillas afectadas o restos de paja.

9.3. HELMINTOSPORIUM ORYZAE

Se inicia la infección en los semilleros; la enfermedad la suele llevar la semilla. El hongo ataca a las hojas tiernas, produce numerosas pequeñas manchas ovaladas, en su fase inicial de color marrón chocolate, y aparece más tarde un punto central marrón verdoso más claro con un margen amarillo alrededor de cada mancha. Puede llegar a afectar también a los granos, haciendo que aparezcan pequeñas manchas ovaladas en estos. Un ataque fuerte suele ocasionar un envejecimiento total del grano.

9.4. SCLEROTIUM ORYZAE O HELMINTOSPORIUM SIGMOIDEUM

El primer nombre corresponde a la forma imperfecta o estéril, y el segundo es el de la conidia. La forma perfecta o ascospora se denomina *Heptosphaeria salvinii*. Los primeros síntomas visibles son el amarilleamiento y la muerte de las hojas unas pocas semanas antes de la salida de la panícula. Aproximadamente, al nivel del agua, se desarrollan lesiones oscuras y áreas podridas en las vainas foliares más exteriores. La infección se extiende gradualmente hasta incluir la vaina completa y el limbo. Al abrir el tallo, el hongo se revela como una masa gris amarillenta que llena el centro hueco. A menudo cabe distinguir unos cuerpos diminutos negros, llamados esclerocios, que son los causantes de la diseminación en el agua.

En la Tabla 4, se presenta un cuadro con las tolerancias a enfermedades de algunas variedades.

Variedad	<i>P. oryzae</i>			<i>B. oryzae</i>		<i>Fusarium</i>	<i>S. oryzae</i>
	H ^a	T ^b	Pa	H ^a	T ^b	T ^a	
Bahía I	S	S	S	-	MS	-	
Bahía II	MS	M	M	-	S	-	
Betis	R	R	R	MS	-	-	
Francés	S	S	S	-	S	-	
Itai-Padua	S	S	S	MS	S	-	
Girona	S	S	S	-	-	-	
Júcar	R	S	MS	-	-	-	
Lido	R	R	MR	-	-	-	
M-9	R	S	S	-	-	-	
Niva	R	R	R	-	-	-	
Pierina	S	S	S	-	S	-	
Senia	R	S	S	-	-	-	
Sequial	MS	MS	MS	-	-	-	
Tebre	R	S	S	-	-	-	
Veneria	R	R	MS	-	MR	MS	
Ribello	S	S	S	-	S	-	

H, hoja; T, tallo; P, panícula;
a, severidad; b, incidencia;
R, resistente; S, susceptible; M, moderada;
(-) datos insuficientes.

Tabla 4. Reacción varietal del arroz a los principales patógenos, en las Marismas del Guadalquivir.

En estas enfermedades criptogámicas, los tratamientos son básicamente preventivos y resultan de una rentabilidad muy dudosa. Sólo puede tratarse preventivamente o en los primeros inicios de la enfermedad.

La Piricularia se trata con productos como "BIM" con 300 g/ha en 150 l/ha. Otro producto utilizable es la "Kasugamicina 8 %", pudiendo tratarse alrededor del 5 de Septiembre, según venga la enfermedad.

Es de destacar la aparición de una enfermedad virótica "enrochat", pero que no se ha extendido.

Son de gran interés las estaciones de vigilancia que en los últimos años ha establecido el Servicio de Plagas con la colaboración de la Federación de Arroceros de Sevilla, para detectar la presencia de esporas y de las condiciones climatológicas de humedad y temperatura. Sus indicaciones permiten ahorrar muchos tratamientos preventivos realmente inútiles y conocer las circunstancias verdaderamente peligrosas para la aparición de la enfermedad.

10. RIEGO

Naturalmente, se hace por inundación, aprovechando la tolerancia del arroz a esta situación.

Persiguiéndose los dos principales objetivos de lavar de sal la capa superficial del suelo permitiendo una zona con poca sal e impidiendo la ascensión capilar de las sales profundas y, por otro lado, sujetar la proliferación de malas hierbas.

Es muy útil la circulación del agua que permite mantener una temperatura fresca y la aportación de Oxígeno. De hecho, se observa la mejor vegetación que presentan las zonas con mejor corriente de agua nueva, como son las bocas de riego en las tablas. Aunque aquí también se produce el fenómeno de la decantación de limos creando zonas de mayor fertilidad.

Las dotaciones de riego usuales van de 1.5 a 2.5 l/s/ha, lo que en estas épocas de sequía crea en los agricultores no arroceros un ambiente muy contrario al cultivo por su aparentemente alto consumo. Realmente, no es así pues hay un retorno real de los caudales utilizados y la evapotranspiración puede estimarse en 7-8.000 m³/ha. Que no considero sea poco, pero tampoco tanto.

La época de floración es crítica cuando la planta es más sensible a la salinidad. Durante las primeras fases de cultivo es más tolerante.

Tapón salino. Tolerancia hasta 2 gr. sal/l. Parando las bombas en marea alta. En estos años de escasez hemos visto algunos efectos a los que no estábamos acostumbrados:

1. Cuando el contenido en sal es alto la mejor defensa es manejar altos caudales de agua. No meter agua intermitentemente, aprovechando las mareas bajas. Esto sí lo han de hacer las estaciones de bombeo.

2. También se ha visto de interés cortar el riego algunos días a la semana, dejando escurrir las tablas y luego volviendo a inundar.

Práctica importante es la seca o "aixugo" de la que no se debe abusar. Se realiza en la fase anterior al comienzo del ahijado y tiene por objeto afianzar el enraizamiento de la planta y secar el limo y algas que suelen desarrollarse en estas primeras etapas del cultivo.

Se suele cortar el riego antes de la recolección permitiendo un bajo nivel de agua para la recolección. Después de esta, se fangua y se inunda de nuevo la parcela.

11. VARIEDADES

Tradicionalmente se han venido sembrando arroces tipo Japónica hasta hace unos siete años en que se empezó a intro-

ducir el tipo Indica que ha venido a resolver muchos problemas, ya que es un tipo de arroz exportable a Europa y que por tanto reduce el excedente que veníamos produciendo. El acierto se debió a la introducción de la variedad Thaibonet que ha resultado de una magnífica adaptación. Intentos anteriores no fueron posibles con variedades como Bluebonet y algunas obtenidas en Sueca, por el antiguo Departamento de Arroz del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA). Los ensayos realizados dieron bajas producciones y hubo dificultad en la comercialización, debido a la ausencia de mercado. Estos antecedentes son los que han justificado incluso la concesión de una prima por hectárea de la Unión Europea.

Dentro de los tipos Japónica, las variedades más utilizadas son el Bahía y sus afines Senia y Tebre. El Thainato como semilargo.

Ha habido una época reciente en la que se han sembrado las variedades italianas Ribe, Ribello y Lido, variedades algo más precoces de grano medio.

En épocas anteriores se sembraron las variedades Balilla x Solana, Balilla, Sequial e Itapatna. Es de citar la variedad Girona, obtenida por un agricultor de Sevilla, de ciclo muy largo, muy resistente al encame y que permite retrasar la recolección sin pérdida de calidad ni desgrane.

El ciclo, la resistencia al encame y a las enfermedades criptogámicas son factores primordiales a la hora de seleccionar la variedad. Dentro de que se cumplan con estos aspectos, se ha de buscar la calidad que acepte el mercado.

Una cualidad importante para el buen comportamiento de las variedades en producción es que no se seque la paja, paja muerta, lo que indica que la planta está trabajando y acumulando reservas hasta el final.

12. RECOLECCIÓN

La recolección se realiza mecánicamente con cosechadoras autopropulsadas, iguales a las usadas para cereal, provistas de juegos de oruga en lugar de las ruedas delanteras normales. Las anchuras de corte van de 4,5 a 5,8 m. La máquina trabaja con el campo inundado para que el agua vaya lavando las orugas y permita su funcionamiento. Días antes de la siega, se suele cortar la entrada, máxime si hay encame.

Se recomienda recolectar cuando la humedad del grano ronda el 19-20 %. Con humedades inferiores pueden ocurrir que suba el porcentaje de granos partidos al blanquear y con superior grado de humedad, tiende a disminuir la producción y aumentar el contenido de granos verdes y yesosos. El problema que se suele plantear es el de alta humedad pues lo que se desea es recoger cuanto antes para evitar las posibles y frecuentes lluvias de esta época.

El transporte del grano se realiza a granel. La cosechadora descarga en remolques que lo conduce de la cosechadora a los secaderos.

La paja se queda en el campo usualmente acordonada según la suelta la cosechadora, o bien, a veces se ponen unos dispositivos como molinetes que dispersan la paja por igual sobre el terreno y facilitan su enterrado.

Normalmente la paja acordonada se quema y luego se da un pase de fanguero que incorpora el rastrojo al suelo. Cuando hay encame se coge a vuelta perdida. Cuando se recolectaba a mano se empacaba la paja que era consumida por una

ÍNDICA	JAPÓNICA	
Thaibonet	Bahía	Veneria
	Senia	Pierina
	Tebre	Niva
	Thainato	Lido
	Ribe	Ribello

industria papelera de Villafranco del Guadalquivir.

13. OPERACIONES POST-RECOLECCIÓN

El arroz cáscara de la cosechadora va al secadero. Este puede ser mecánico que ya es lo más frecuente o bien de sol, donde se lleva a una humedad inferior al 14 % y nunca mayor del 15 % si se ha de almacenar. Los secaderos de sol son superficies cementadas donde se extiende el arroz en capas delgadas que se rastillan a intervalos para homogeneizar el secado.

La superficie del secadero suele ser del orden del 1 % del total de la superficie de producción, aunque esto está en relación con la rapidez de la recolección. Una dosis del orden de 10 Kg/m² es la que se suele poder manejar en función del tiempo que haga, pero que lleva más de 2 días para secar. Ello supone una recolección lenta, las máquinas hacen de 4 a 6 ha/jornada, según el estado de encame del arroz. Por ello, la tendencia ha sido ir al secado mecánico, que para las pequeñas explotaciones se hace a través de cooperativas.

La liquidación del arroz se hace sobre grano seco al 14 % de humedad. Cada entrega se muestrea y se le analiza la humedad, aplicándose una escala de ajuste variable en cada cooperativa. Es frecuente descontar 1,5 % por cada unidad que supere el 14 %; para humedades comprendidas entre el 15 % y el 24 %. Esta proporción se incrementa para valores exteriores a este intervalo. También se descuenta el arroz que llega seco, debido a que el porcentaje de partidos aumenta con el excesivo secado. En las

humedades altas se llega a descontar 1,6 por unidad por el mayor coste de secado y posibles granos verdes.

Los secaderos mecánicos son columnas formadas por cajas modulares en que el arroz cae por la parte superior y recibe a contra corriente el aire caliente que arrastra la humedad. Las últimas cajas inferiores pueden ser de enfriamiento o no, pudiendo hacerse esta operación en los silos de almacenamiento.

El rendimiento de los secaderos tiene una amplia gama. Como indicación podemos citar que una cooperativa de 2.000 has. suele montar una capacidad de 22 Tm/h de grano húmedo para rebajar la humedad del 20 % al 14 %.

Se tienen una o dos tolvas de entrada, limpiadora y silos de regulación.

La descascarilladora está compuesta por una báscula automática, descascaradora, separadora de carreras, calibrador y depósito de arroz blanco. La instalación de la Puebla del Río, tiene una capacidad de 6.000 Kg/ha en arroz Indica.

El almacenamiento puede ser en nave con mecanización de la entrada y retirada a pala con altura de arroz de 5 m en los muros y 6,25 m en el centro, o bien silos de 1,5 millones de Kg e incluso 2 millones de Kg.

Es muy importante la ventilación para mantener la temperatura del grano almacenado, por ello los silos se ventilan con aire, mejor de abajo a arriba, impulsando, no aspirando. En los almacenes se construyen tuberías enterradas con espacios con orificios perforados, espaciados 3 m en los que se insufla aire con los "Granifrigo", aparato que impulsa el aire enfriado.

SITUACIÓN Y EVOLUCIÓN DEL CULTIVO DEL ARROZ EN FRANCIA

JEAN-CLAUDE MOURET

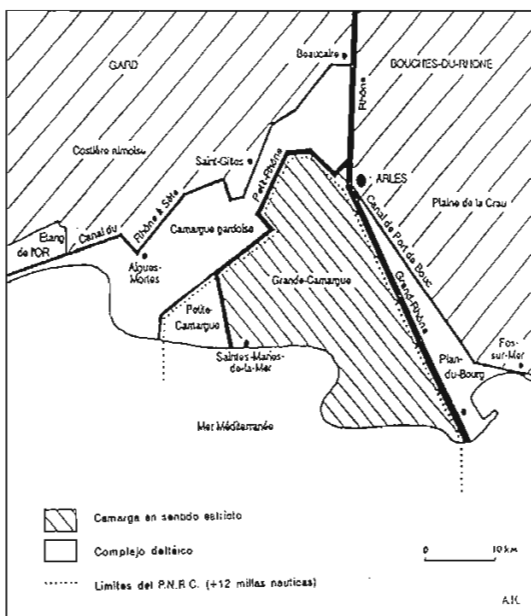
*Institut National de la Recherche
Agronomique.
Montpellier, FRANCIA.*

1. EL MEDIO NATURAL

En Francia, el arroz se cultiva esencialmente en la región de la Camarga y se encuentra en pequeñas superficies en los departamentos de l'Aude y de l'Hérault (Fig. 1).

La Camarga está situada a 43° de latitud norte. En el borde de la cuenca mediterránea, se extiende entre los dos brazos del Ródano. Al oeste del Pequeño Ródano, la pequeña Camarga y la Camarga propiamente dicha prolongan este espacio deltáico que cubre un total de 150.000 hectáreas repartidas entre tierras con vocación agrícola, pastos, marismas y lagunas.

Figura 1. Plano de situación de la Camarga



El clima en esta región se caracteriza por tres factores fundamentales:

- La escasez de lluvias, repartidas de forma irregular durante el año.
- La violencia y la frecuencia de los vientos.
- Una fuerte oscilación de las temperaturas.

Las precipitaciones medias anuales varían entre los 550 y los 600 mm. Dichas lluvias se reparten en tres períodos:



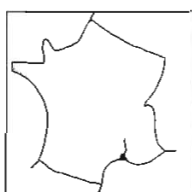
Foto 1: El medio natural de la Camarga

- En primavera, la media mensual es de 40 mm.

- En verano, son raras las precipitaciones, con un mínimo para el mes de julio.

- El período comprendido entre septiembre y diciembre presenta las medias mensuales más elevadas (70 mm).

Las temperaturas presentan una fuerte oscilación, con mínimas de -5°C en invierno y máximas de 30°C en verano. Esta amplitud se manifiesta igualmente dentro de la estación, de -5°C a +15°C en invierno y de +10°C a +30°C en verano.



Veremos más adelante que estas fluctuaciones influyen de forma importante en el manejo del cultivo del arroz.

A causa de la situación geográfica, en la desembocadura del Ródano y debido a la exposición al mar, la Camarga es frecuentemente azotada por vientos violentos que nacen por el contacto de masas de aire marino y continental.

El mistral, viento dominante del norte constituye un pesado handicap para la región de la Camarga. Este viento sopla

un día de cada dos, y en algunos lugares se alcanzan puntas de velocidad de 190 km/h.



Foto 2: Efectos del viento (Mistral) sobre el arrozal después de la siembra

El efecto acumulado de los vientos, de la temperatura y de la insolación provoca una importante evaporación, del orden de 1500 mm/año. Conjuntamente con el déficit hídrico que se crea, también se produce una subida por capilaridad de las aguas salinas de la capa freática que esteriliza las capas superficiales del suelo.

La acción del viento no es totalmente perjudicial, pues dicho viento evita las heladas primaverales al remover el aire, además disipa las emanaciones pantanosas y limpia la atmósfera de nubes. Del mismo modo, este viento empuja el agua de las lagunas hacia el sur, lo cual favorece la evacuación de las aguas de drenaje.

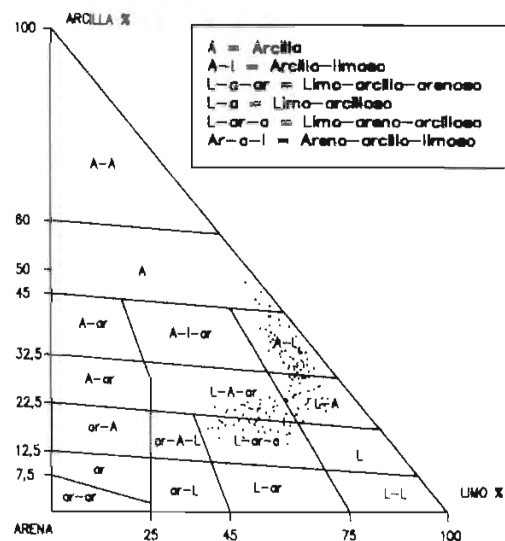
Todos los suelos de la Camarga son calcáreos (contenido de caliza total entre un 15 y un 20 %), con una predominancia de elementos finos (Fig. 2). La granulometría es muy variada y está ligada a la situación topográfica:

- Los limos sobre los terrenos de aluviales.
- Las arcillas en las depresiones.
- Las arenas en los cordones litorales marinos.

Una gran parte del territorio de la Camarga está dominado por las aguas salinas. El mar ha dejado importantes cantidades de sal, que se encuentra mezclada con los materiales sólidos.

La eliminación de la sal se realiza por disolución mediante el empleo de agua dulce seguido por la lixiviación y evacuación de estas aguas hacia el mar o hacia las lagunas.

Figura 2. Distribución granulométrica de los suelos de los arrozales de la Camarga



2. LA CAMARGA Y SU PUESTA EN CULTIVO

2.1. LAS INSTALACIONES HIDRÁULICAS

Después de 1860, fecha de la construcción de los diques de ambas riberas del Ródano y del dique del mar, la Camarga es un medio artificial totalmente cerrado.

El déficit hídrico importante y la presencia de aguas salinas hacen que el riego sea necesario para la puesta en cultivo de esta región. Paralelamente a las obras de saneamiento es necesario un buen manejo del agua.

El riego se desarrolla realmente a partir de 1850 con la instalación de bombas a

vapor. Las aguas son bombeadas desde el Ródano y conducidas por canales elevados hasta las parcelas que son regadas por gravedad. A principios del siglo XX la submersión de las viñas en la Camarga permitió combatir eficazmente a la filoxera.

A partir de 1945, el cultivo del arroz tomó el relevo de la vid, incrementándose las exigencias hídricas hasta los 35.000 m³ de agua/año. La exigencia total de bombeo es entonces cercana a los 50 m³/segundo. Doce asociaciones de regantes gestionan las instalaciones colectivas. Las instalaciones individuales siguen siendo mayoritarias.

Por contra, la red de drenaje y de saneamiento está enteramente realizada de forma colectiva por asociaciones sindicales.

En un principio, una red de canales conducían las aguas hacia el Vaccarès y hacia las lagunas inferiores. Los importantes desagües resultantes del cultivo del arroz han aumentado los niveles de agua del Vaccarès y ha sido necesario instalar estaciones de bombeo para asegurar la evacuación de las aguas de drenaje hacia el Ródano. Se observará que el saneamiento de las parcelas está igualmente justificado durante el periodo invernal para justificar los riesgos de asfixia por submersión de los cereales de invierno (trigo y cebada).

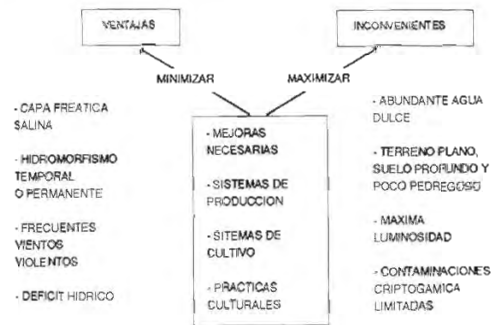
Como puede observarse en la Figura 3, los principales inconvenientes que influyen en la puesta en cultivo de la Camarga están ligados al déficit hídrico y al exceso de sal. Sin embargo, un cierto número de factores favorables hacen que esta región esté particularmente adaptada al desarrollo de la agricultura en general y del cultivo del arroz en particular.

2.2. UN ESPACIO MUY CONDICIADO

La Camarga agrícola está compuesta esencialmente por aportes aluviales, más numerosos y extensos en la mitad norte.

Al sur, los terrenos bajos y halomorfs están dedicados a la cría del ganado bobino y caballar, destinados a actividades esencialmente turísticas (paseos, plazas de toros, etc.). Al sur, la explotación de antiguas salinas ocupa hoy día unas 13.000 hectáreas, constituyendo la salina más grande de Europa.

Figura 3. Ventajas e inconvenientes de la puesta en cultivo de la Camarga



La Camarga está integrada en las reservas de la biosfera de la UNESCO. La protección está asegurada por diversos organismos: la Reserva Nacional de la Camarga, que abarca una zona de 13.000 has, englobando los lagos inferiores entre los que se encuentra el Vaccarès, así como el Parque Natural Regional de Camarga que comprende la casi totalidad de la isla de la Camarga y una parte de la pequeña Camarga al oeste del delta, o sea, un total de 85.000 has. El Parque Natural Regional constituye para el territorio una estructura de concentración que permite gestionar un cierto equilibrio entre los sectores (agricultores, ecologistas, turistas, etc.) La caza y la pesca constituyen actividades lucrativas que a veces están integradas en la actividad agrícola (caza de patos en los arrozales inundados).

Finalmente, señalaremos que la explotación del "carrizo" (*Phragmites communis*) se practica desde siempre en los bordes de numerosas lagunas, explotándose de esta manera unas 2.000 has en la Camarga.

3. EL CULTIVO DEL ARROZ

3.1. LAS DIFERENTES FASES DE EVOLUCIÓN

El desarrollo del cultivo del arroz en Francia ha conocido de grandes fluctuaciones en el curso de la segunda mitad del siglo XX, ligados esencialmente a los acontecimientos político-económicos.

A finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX, solo se cultivaban algunos cientos de hectáreas, siendo a partir de 1942 cuando el arroz conoce una expansión considerable (Fig. 4). En efecto, la Segunda Guerra Mundial privó a Francia de sus aprovisionamientos de arroz tradicionales (arroz procedente de Indochina). Por otra parte, la política económica del gobierno gravaba las importaciones de arroz. En 1946, el plan Marshall permitió a los productores la adquisición del material indispensable para la nivelación y la puesta a punto de las parcelas, así como el establecimiento de una instalación hidráulica importante. En 1955, una ley acordó una prima por el arranque de viñas, lo cual liberó la superficie disponible para el cultivo del arroz.



Foto 3. Nivelación de la parcela mediante el uso del láser

Después de una adaptación necesaria del material y de la mano de obra, el cultivo del arroz se desarrolló rápidamente. Cultivadas primeramente sobre terrenos incultos y antiguas praderas, el arroz se ha apoderado del lugar de los cereales,

que han sido desplazados poco a poco, así como del de la viña y de los forrajes.

Debido a que el cultivo del arroz necesita de grandes espacios y a fin de amortizar las inversiones realizadas, los agricultores se han orientado rápidamente hacia el monocultivo. Desde un primer momento, los agricultores recurrieron a la siembra directa del arroz. Sin embargo, después de algunos años de resultados satisfactorios, la lucha contra las malas hierbas había sido poco intensiva hasta entonces, se ha vuelto indispensable. En ausencia de herbicidas la técnica del transplante se hace indispensable.

El transplante retrasa la inundación del terreno, y el agricultor puede utilizar el tiempo disponible para luchar contra las malas hierbas con un trabajo superficial del suelo. Las malas hierbas que sobreviven tras el transplante ya no comprometen el desarrollo del cultivo, debido al retraso que tienen dichas adventicias con respecto al desarrollo del arroz. La técnica del transplante será practicada hasta 1965-1966. El descubrimiento de los herbicidas de preemergencia, acompañado de un retorno a la siembra directa realizada mecánicamente, permite una importante economía de la mano de obra en un momento en el que un descenso en el precio del arroz disminuyó fuertemente su rentabilidad. Sin embargo, el abandono de la técnica del transplante nos condujo a la siguiente observación: Esta técnica exige de siembras en semilleros sobre parcelas fértiles, abrigadas, habiendo recibido aplicaciones de abono en un trabajo de suelo riguroso. El paso del transplante a la siembra directa estuvo acompañado de prácticas culturales inadaptadas. Por ejemplo, el segundo aporte de nitrógeno se realizaba a finales de junio o principios de julio, cuando el arroz transplantado comienza el encañado. Esta práctica siempre se realizó en la misma época, mientras que el encañado de el arroz de siembra directa se produce a principios de junio. Del mismo modo, los arroceros durante largo tiempo realizaron una negligente operación de nivelado,

que era poco importante con el arroz transplantado, pero que se vuelve indispensable con la siembra directa. Nosotros defendemos la hipótesis de que las prácticas culturales adaptadas al arroz transplantado trasladadas a las condiciones de la siembra directa explican en parte el estancamiento de los rendimientos del arroz desde 1965 hasta 1980 (Fig. 5).

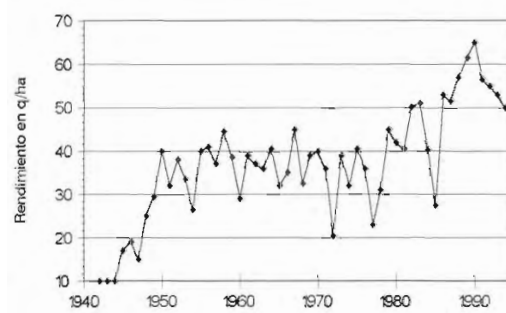
Para mantener la fertilidad del suelo, numerosos agricultores introdujeron la rotación de cultivos forrajeros a base de alfalfa, trébol y a veces veza negra, utilizada como abono verde.

El conjunto de estas técnicas, apoyadas por los resultados obtenidos por la investigación pública, condujeron al cultivo del arroz en Francia a su apogeo en el año 1962 con 33.000 has, de las cuales 20.000 corresponden a la Camarga, (27 % de la superficie total del delta y el 43 % de su superficie agrícola). En este momento Francia fue autosuficiente en el consumo de arroz.

Figura 4. Evolución de la superficie cultivada de arroz en Francia de 1942 a 1994



Figura 5. Evolución de los rendimientos de arroz en Francia de 1942 a 1994



En 1963, la puesta en marcha del Mercado Común, autorizó la entrada de arroz procedente de Italia, lo cual provocó una decadencia en el cultivo del arroz en Francia.

La disminución de las superficies cultivadas conllevó una reconversión y una diversificación de los cultivos, lo cual se tradujo en un desarrollo del cultivo de cereales, esencialmente del trigo duro, beneficiado con una prima de sostenimiento, acordada por el gobierno francés.

Ensayos para el desarrollo de la "Canne de Provence" con fines energéticos han sido intentados. Entre otros cultivos ensayados están los cereales secundarios (maíz y sorgo) y las oleoproteaginosas (guisante, colza, soja y girasol). Los resultados fueron decepcionantes, debido a que estas especies son poco tolerantes a la sal y al hidromorfismo.

Al diversificarse el sistema, en ausencia de lavado de sal se produjo una subida de la salinidad de numerosas parcelas así como del nivel de sales de las aguas y los suelos.

Estas dificultades ecológicas condujeron a una política de sostén gubernamental del cultivo del arroz, a la iniciativa del Parque Natural Regional y a la creación del Sindicato de Arroceros, y se propuso un plan de relanzamiento en 1979. Las propuestas de dicho plan contenían como objetivo el cultivo de 20.000 has de arrozal para una producción de 75.000 Tm de arroz "paddy".

En 1981, los esfuerzos llevados a cabo por el Sindicato de Arroceros aportaron un primer resultado. En efecto, las ayudas del Ministerio de Agricultura, del Ministerio de Medio Ambiente y de la Oficina Nacional Interprofesional de Cereales (O.N.I.C.) permitió el restablecimiento de la red de riego y drenaje. También se acordó una ayuda financiera para la nivelación de los arrozales, esencial para el resurgimiento del cultivo. En fin, se obtuvo una garantía de sostenimiento de los precios a la producción.

En 1993, Francia ocupaba un lugar modesto entre los países productores de arroz de la Unión Europea (Tabla 1), alcanzándose totalmente los objetivos fijados en 1981. Por otra parte los rendimientos medios alcanzados a día de hoy, están situados a un nivel equivalente al de los principales países productores, que son Italia y España.

PAÍS PRODUCTOR	RENDIMIENTOS	
	SUPERFICIE (has)	MEDIOS (t/ha)
ESPAÑA	82.000	5,85
GRECIA	14.000	6,00
FRANCIA	22.000	6,00
ITALIA	217.000	6,22
PORTUGAL	16.000	4,50
U.E.	351.000	5,71

Tabla 1. Distribución de las superficies y los rendimientos de arroz en los países de la Unión Europea.

3.2. LOS SISTEMAS DE CULTIVO

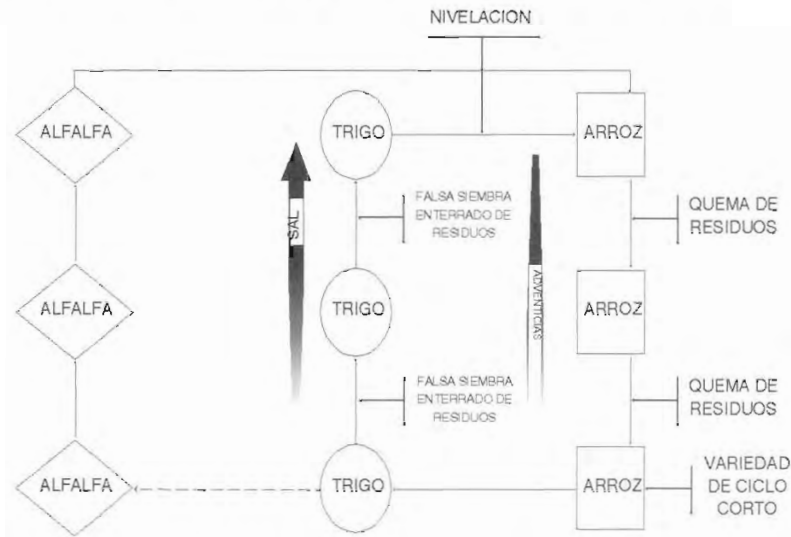
El cultivo del arroz realizado de forma intensiva y enteramente mecanizada se desarrolló en explotaciones donde la superficie agrícola útil sobrepasaba una media de 100 has. En 1988, el 17 % de

las explotaciones arroceras tenían una superficie agrícola útil (SAU) superior a las 300 has.

La Tabla 2 presenta una gran diversidad de especies vegetales cultivadas en la Camarga. Sin embargo, el arroz ocupa un lugar privilegiado en la cabeza de la rotación y constituye el eje del sistema de cultivo. En efecto, el agua de riego necesaria para el cultivo del arroz permitió desalar el suelo de forma progresiva. Tres años de cultivo sucesivo de arroz, generalmente son suficientes para asegurar un desalado del suelo. Además, la práctica del monocultivo de arroz entraña una infectación por malas hierbas que hacen bajar fuertemente los rendimientos. La introducción de la rotación de un cultivo que no necesite inundación del terreno permite dominar la proliferación de las adventicias (particularmente arroz salvaje). El retorno del cultivo del arroz se impone pues de nuevo.

La Figura 6 presenta esquemáticamente un tipo de sistema de cultivo a base de arroz en rotación arroz-trigo con una variante forrajera (caso de las explotaciones ganaderas). Este sistema debe permitir un control tanto de la salinidad como de las adventicias, así como asegurar un mantenimiento del nivel de materia orgánica del suelo.

Figura 6. Sistema de cultivo a base de arroz y trigo y la evolución de los factores del medio (sal y adventicias)



USO DEL SUELO EN 1988		
PRINCIPALES CULTIVOS	NÚMERO EXPLOTACIONES	SUPERFICIE (has)
Cereales	188	21.070
trigo blando	4	60
trigo duro	122	5140
cebada	5	30
maíz grano	18	370
arroz	188	14.680
sorgo grano	16	173
Cultivos Industriales	62	1.810
colza	12	180
soja	10	140
girasol	56	1.460
Forrajeras	30	720
praderas artificiales	29	660
S.T.H.	53	5.460
Legumbres frescas	20	450
Viñedos	26	620
Juncos	13	290
Barbecho	35	430
Superficie Agrícola Utilizada	188	30.910

Tabla 2. Distribución de las especies cultivadas en la Camarga en 1988. (Fuente: AGRESTE, 1988)

3.3. EL ITINERARIO TÉCNICO

La encadenación de las operaciones de cultivo se realizan de manera que pueda coincidir el ciclo vegetativo en función de sus exigencias climáticas. La temperatura mínima de crecimiento es de 12 °C y temperaturas inferiores a 18 °C en la fase de fecundación disminuyen el rendimiento. De esta manera, las fechas óptimas de siembra se sitúan entre el 15 de abril y el 10 de mayo, para asegurar, en función de la variedad, una floración aproximadamente en el 15 de agosto.

El manejo del arrozal se efectúa según el esquema de la Figura 7. Cada parcela o tabla está situada perpendicularmente al viento dominante y el sistema hidráulico está diseñado para asegurar una gestión autónoma de la conducción del agua.

La Tabla 3 presenta el calendario de operaciones culturales en función de los diferentes estados de desarrollo del arroz.

SITUACIÓN Y EVOLUCIÓN DEL CULTIVO DEL ARROZ EN FRANCIA

FECHAS	ESTADOS DE CRECIMIENTO DEL ARROZ	PRÁCTICAS CULTURALES
Después de la cosecha: de noviembre a marzo		Quema de la paja: limita los residuos Desrastrajo mediante cultivador. Trabajo profundo del suelo. Nivelación: gestión óptima de la lámina de agua.
Abril		Abonado de fondo. Preparación del lecho de siembra.
del 20 de abril al 10 de mayo		Siembra: - sobre el agua, - en seco. La semilla siempre se deposita en la superficie del suelo.
del 20 de abril a finales de mayo	De antes de la siembra a inicio de nascencia	Tratamientos herbicidas y alguicidas
De finales de mayo a principios de junio	A partir de 1 hoja A partir de 2-3 hojas Inicio de ahijamiento (3-4 hojas)	Herbicidas de post-emergencia contra <i>echinochloa</i> . Herbicida de post-emergencia contra ciperáceas. Primer aporte de nitrógeno en cobertera (media de 50 unidades).
Principios de julio a octubre	Ahijamiento Inicio del encañado "espiga de 1 cm"	Herbicida contra ciperáceas. Segundo aporte de nitrógeno en cobertera (media de 50 unidades).
Finales de julio a principios de agosto	Inicio del espigado	Tratamiento contra <i>Chilo suppressalis</i> w.
De mitad de septiembre a fin de octubre	Maduración	Recolección.

Tabla 3. Calendario del cultivo del arroz en la Camarga. (F. André CFR, 1995)

Las principales características de las variedades de arroz cultivadas en la Camarga están presentadas en la Tabla 4. En la Tabla 5 se expone la distribución de las variedades cultivadas en 1995.

Hay que remarcar que las variedades de grano largo representan el 80 % de la superficie, de las cuales, el 32 % es de tipo Indica (Thaibonnet 30 %).

Variedad	Densidad siembra (kg/ha) en línea	Ciclo (días)		Total	Puntos fuertes	Puntos débiles	Observaciones
		siembra espigado	espigado maduración				
REDONDOS							
Cigalón	190	77	50	127	Productividad. Capacidad de recuperación. Resiembra.	Emergencia difícil si se siembra antes del 15 de abril.	Precocidad asegurada. Riesgos de rendimientos industriales bajos en sobremaduración.
Balilla	180	98	45	143	Vigor inicial. Rendimiento industrial regular. Tolerancia al encamado.	Variedad tardía	Siembra temprana.
SEMI-LARGOS							
Lido	210	98	43	141	Regularidad. Correcta capacidad de recuperación. Tolerancia al encamado.	Desarrollo difícil al principio de la vegetación.	Riesgo de encamado en sobremaduración.
Carrilón	210	96	55	151	Buen vigor de partida. Poco sensible al encamado.	Maduración heterogénea: cosecha tardía	Cosecha: madurez fisiológica del grano.
LARGOS							
Ariete	210	91	43	134	Buen vigor inicial. Regularidad.	Encamado en sobremaduración. Sensible a pyral.	Cosechar con humedad del 20 %.
Koral	200	93	50	143	Productividad. Buen rendimiento industrial.	Nacencia difícil.	Poca agua al principio. Des-grana
ÍNDICA							
Thaibonnet	210	100	44	144	Productividad. Capacidad de recuperación. Resistencia al encamado.	Vigor inicial. Tardía= riesgo de esterilidad. Des-grana. Buen rendimiento industrial.	Cosechar pronto. Reglaje de cosechadora. Siembra aprox el 30 de abril.
Inca	200	98	51	149	Buen vigor inicial. Regularidad en la producción.	Reglaje de la cosechadora	Variedad rústica

Tabla 4. Principales características de las variedades de arroz cultivadas en la Camarga.
(Fuente: Resultados 1994, Semences de Provence)

VARIETADES	SUPERFICIE	PORCENTAJE
Cigalón	2.034	10,4
Balilla	356	1,8
Cripto	173	0,9
Otros arroces redondos	69	0,4
Total arroz redondo	2.632	13,5
Lido	914	4,7
Loto	422	2,2
Otros arroces semi-largos	95	0,5
Total arroz semi-largo	1.431	7,4
Ariete	5.519	28,3
Koral	3.432	17,6
Drago	75	0,4
Otros arroces largo A	185	1
Total arroz largo A	9.211	47,3
Thaibonnet	5.811	29,8
Inca	400	2
Total arroz largo B	6.211	31,8
Total	19.485	

Tabla 5. Distribución de variedades y tipos de arroz en función de la superficie sembrada en 1995.
(Fuente: C. F. R. 1995)

Figura 7. Esquema de la distribución de un arrozal.
(Fuente D.D.A. Bouches-du-Rhone)



En lo que respecta a la lucha contra las malas hierbas, se distinguen tres grandes grupos:

- El arroz salvaje, que representa el mayor handicap, en la situación de monocultivo. Cuando las estructuras de la explotación lo permiten, la rotación es la solución más eficaz. En otras situaciones, se realiza la técnica de la "falsa siembra" que permite la nacencia del arroz salvaje con anterioridad al establecimiento del cultivo. La lucha se realiza mecánicamente o bien mediante la utilización de herbicidas tales como ROUNDUP o DALAPON, asociados con RONSTAR.

- Las ciperáceas y las Echinochloas, que son controladas con la aplicación de

distintos productos que se muestran en la Tabla 6.

La cosecha se efectúa con segadoras-trilladoras (equipadas con orugas) cuando el grano tiene un contenido de humedad cercano al 22 %.

El arroz se cosecha, almacena y después es comercializado por organismos privados o cooperativas. Antes de ser consumido, el arroz "paddy" es descascarillado (arroz cargo) y posteriormente es elaborado (arroz blanco). El rendimiento obtenido de arroz elaborado es aproximadamente del 60 % sobre el arroz "paddy". Este porcentaje, que es muy variable, influye en el precio que el agricultor percibe por el arroz.

Adventicia	TRATAMIENTO		Dosis/ha de producto comercial	Época de aplicación
	Materia activa	Producto comercial		
Echinochloa	Molinate	Ordram	GP	Antes o después de la siembra
	Pretilachlore Fenethlorime	Sofit	4,2 a 4,51	Después de la siembra
	Quinchlorac Propanil	Facet Stam F34	6 kg 10 l	Post-emergencia Post-emergencia
Cyperáceas	Bentazone	Basagram L	4 l	Post-emergencia
	Triclopyr	Garlon 2	2 l	Post-emergencia
	Bensuolfuron methyle	Londax	100 g	Post-emergencia
	Cinosulfuron 2, 4, MCPA	Settof Varias	400 g 1200 g	Post-emergencia Final del ahijamiento

Tabla 6. Herbicidas permitidos en la lucha contra las principales adventicias de los arrozales de la Camarga.

ESTADO DE LA INVESTIGACIÓN LLEVADA A CABO SOBRE AGRONOMÍA DEL ARROZ EN FRANCIA

JEAN-CLAUDE MOURET

*Institut National de la Recherche
Agronomique.
Montpellier, FRANCIA.*

Después del inicio de la expansión del cultivo del arroz en la Camarga, desde el final de la Segunda Guerra Mundial y justo a finales de los años 70, los rendimientos medios no conocieron mejoras significativas.

Un estudio realizado en 1981 y 1982 mostró igualmente una gran variabilidad espacial de los niveles de producción. Esto indica que esta variabilidad es medida en relación con la diversidad del medio físico así como con el nivel de técnica de los agricultores en el mayor o peor dominio de los factores de producción: control de malas hierbas y conducción del agua.

En 1983, bajo el patrocinio del Laboratorio de Estudios Comparados de Sistemas Agrarios del I.N.R.A., que elaboró un programa de investigación para revisar y comprender en que cuantía las características del medio y las prácticas culturales de los agricultores limitan la exteriorización de rendimientos elevados y regulares.

Varias etapas han permitido progresar en la comprensión del funcionamiento del cultivo del arroz:

- Elaboración de un diagnóstico agronómico que permita identificar y jerarquizar los factores limitantes de la producción.
- Experimentación permanente que permite testar hipótesis relativas a la mejora del manejo del cultivo.
- Retorno al terreno dentro de una aproximación más global del funcionamiento de la explotación orientada hacia la ayuda, la decisión y la acción.

1. EL DIAGNÓSTICO AGRONÓMICO

Efectuar un diagnóstico sobre el funcionamiento de un cultivo necesita tener en cuenta un gran número de factores y de condiciones susceptibles de afectar en un momento u otro el crecimiento y el desarrollo de la planta. Estos elementos

pueden estar ligados al medio (naturaleza del suelo, clima), a las técnicas culturales o al sistema de cultivo (precedente cultural). La importancia de determinarlos y de jerarquizarlos, para la zona estudiada, es porque son el origen de la limitación y de la variabilidad de los rendimientos.

1.1. LA ENCUESTA AGRONÓMICA

Una revisión bibliográfica y una encuesta profunda cerca de los agricultores de la región permiten poner de manifiesto las variantes técnicas y ecológicas del cultivo del arroz en la zona estudiada. Ellas permiten igualmente elaborar un campo de hipótesis a fin de considerar las variables pertinentes para la recolección de datos necesarios para el diagnóstico.

En función de la amplitud del campo de hipótesis, una metodología apropiada puede ser considerada, o bien:

- El medio físico es relativamente homogéneo y el campo de hipótesis restringido: se puede divisar en este caso, una asociación encuesta-experimentación en la cual se buscará comparar las variabilidades inter e intra-parcelarias.
- Las condiciones ecológicas son diversas y el campo de hipótesis resulta ancho: requiere, en este caso, de una técnica de encuesta global sobre un número importante de parcelas.

En el caso del cultivo del arroz en la Camarga, nos encontramos enfrentados a una gran diversidad de condiciones de cultivo; citamos como fuentes de diversidad:

- La naturaleza de los suelos; suelos aluviales filtrantes, con baja capacidad de cambio y suelos de origen palustre, arcillosos y ricos en materia orgánica. Suelos con diferentes grados de salinidad en función de la altitud y del sistema de cultivo.
- Los sistemas de cultivo; monocultivo del arroz o rotación de cultivos incluyendo o no una leguminosa.

ESTADO DE LA INVESTIGACIÓN LLEVADA A CABO SOBRE AGRONOMÍA DEL ARROZ EN FRANCIA

- El tipo de gestión invernal de la parcela; en seco o inundada, para la caza, así como el modo de utilización de los residuos del cultivo: enterrados, quemados o exportados.

- El tipo de siembra; en seco o sobre el agua, en líneas o a voleo.

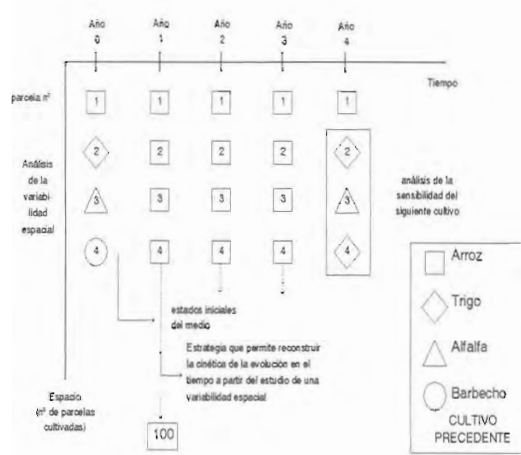
- Las variedades; existencia de variedades de longitud de ciclo diferente (de 140 a 165 días), así como variedades de grano redondo o largo.

Hemos seleccionado pues, durante la campaña de 1984, 100 parcelas de agricultores cultivadores de arroz, de manera que se representen las principales variantes técnicas y ecológicas del sistema de cultivo del arroz y que permita una extrapolación regional. Las observaciones fueron realizadas en parcelas de 3 m², constituyendo las mismas la unidad elemental de observación y donde son efectuadas todas las medidas necesarias (análisis de suelos y características de la densidad de plantas: componentes del rendimiento, diagnóstico foliar y parasitismo).

Se registran, por otra parte, las intervenciones técnicas realizadas por el agricultor. Ante la gran cantidad de información recolectada, el tratamiento de datos se facilitó con la utilización de técnicas de análisis multidimensional y particularmente de análisis factorial de correspondencias.

A fin de mejor delimitar los efectos del clima sobre el cultivo y de poder generalizar los resultados obtenidos, el seguimiento agronómico ha sido reconducido a lo largo de los años siguientes sobre un número restringido de parcelas (25 en total). La siguiente figura constituye pues un observatorio permanente donde es posible seguir de año en año la dinámica de evolución de los elementos claves del sistema arrocero: nitrógeno, sodio, adventicias y estado sanitario.

Figura 1. Efectos del sistema de cultivo sobre ciertos estados del medio



1.2. LA ELABORACIÓN DEL RENDIMIENTO

El nivel de un componente (por ejemplo: número de panículas/m²) es función del componente precedente (número de plantas/m²) y de los estados del medio presentes durante la formación de dicho componente. También, la importancia de descomponer el ciclo de la planta en fases sucesivas a fin de comprender como el nivel de rendimiento obtenido se elabora y poder detectar en que momento interviene un problema.

En el caso del arroz, podemos definir la ecuación de elaboración del rendimiento de la manera siguiente:

Rendimiento = número de plantas/m² x número de panículas/planta x número de espiguillas/panícula x % de espiguillas fértiles x % de granos llenos x peso medio de un grano.

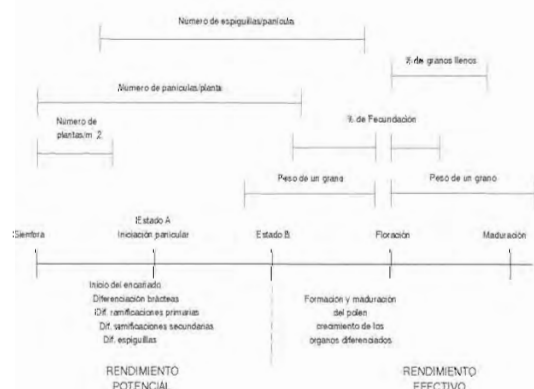
En floración, solo se determina un número de espiguillas/m² (no se desarrolla más que una flor por espiguilla). Este número de espiguillas/m² es el resultado de todo lo que ha pasado antes de la floración.

El número de granos/m², por contra, no depende únicamente de las condiciones anteriores a la antesis, ya que se determina de forma relativamente tardía.



Foto 1: Arrozal en maduración (variedad Thaibonnet)

Figura 2. Periodos de formación de los componentes del rendimiento del arroz



- El porcentaje de espiguillas fecundadas se determina en dos períodos importantes: justo después de la meiosis (alrededor de 10-15 días antes de la floración) y en la antesis.

- En lo que concierne al porcentaje de granos llenos, nuestras observaciones nos permiten constatar que la detención del crecimiento del grano, cuando se produce, se determina durante la fase de velocidad máxima del crecimiento (estado lechoso, o sea, alrededor de 10 ó 20 días después de la floración).

No se puede considerar que el peso medio de un grano se determine únicamente por las condiciones post-floración; en efecto, para numerosos autores, el peso máximo de un grano es una característica varietal ligada al tamaño de las envolturas externas del grano, aquellas rígidas y cerradas no pueden permitir un crecimiento del grano superior a un límite, cualquiera que sea el carácter favorable de las condiciones de maduración. Este tamaño se determina durante la fase de crecimiento activo de las espiguillas (meiosis) y se adquiere definitivamente aproximadamente una semana antes de la floración.

Aunque esta noción es discutida, es cierto que no se observa en el caso del arroz, contrariamente a lo que ocurre con el trigo, glumas abiertas en la madurez, incluso en las condiciones más favorables.

Más allá de estas consideraciones no se puede, en teoría, establecer el postulado de que la floración delimita dos períodos diferentes en la elaboración del rendimiento: un medio desfavorable antes de la floración, puede tener efectos sobre los componentes post-floración.

Parece más pertinente considerar el período de fin de la diferenciación de las espiguillas (estado B, por analogía con el trigo o estado XII de MATSUSHIMA) como un período bisagra.

El período de fin de diferenciación de las espiguillas de la panícula divide el ciclo en dos partes: hasta este estado se elabora un rendimiento potencial; como consecuencia, el rendimiento efectivo dependerá de:

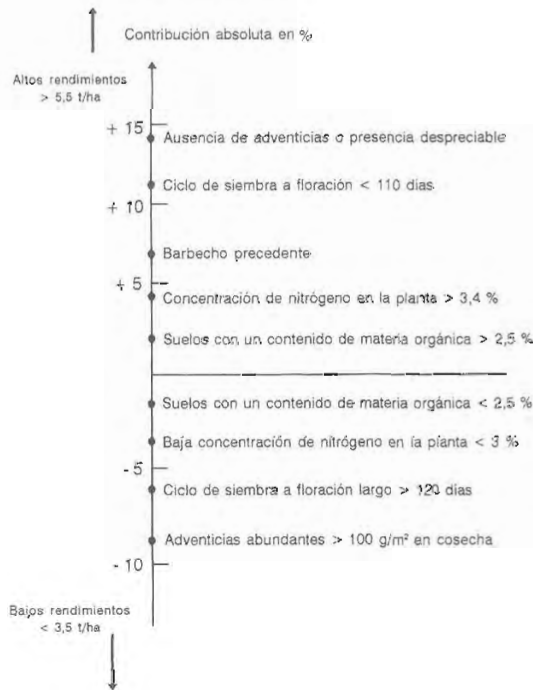
- Cuantas de las ramificaciones y de las espiguillas van a degenerar.
- Cuantas espiguillas de las que sobrevivan van a ser fecundadas.
- Cuantas de las espiguillas fecundadas darán un grano.
- A que nivel serán rellenadas las envolturas del grano.

ESTADO DE LA INVESTIGACIÓN LLEVADA A CABO SOBRE AGRONOMÍA DEL ARROZ EN FRANCIA

1.3. ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE VARIABILIDAD DE LOS RENDIMIENTOS

La figura 3 presenta un ejemplo de utilización del análisis factorial de las correspondencias para identificar y jerarquizar las variables según su papel explicativo en la variabilidad de los rendimientos observados. Las contribuciones absolutas expresan la parte tomada por una variable dada en una varianza explicada por un factor o eje factorial (aquí el eje 1).

Figura 3. Contribución de diferentes variables resultantes del análisis factorial de correspondencia.



Si la infectación de adventicias explica gran parte de la variabilidad de los rendimientos, el carácter varietal aparece en años climáticamente limitantes (caso del año 1984) como elemento de importancia secundaria: las variedades de ciclo corto permiten obtener rendimientos significativamente mayores que las variedades de ciclo largo.

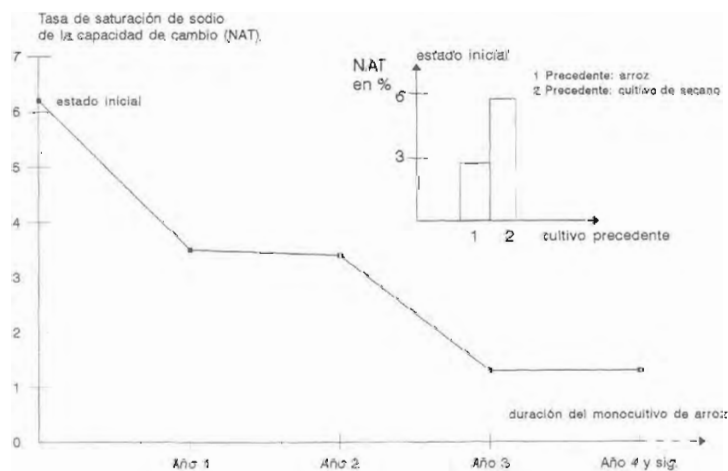
Se constata igualmente el papel importante jugado por el abonado nitrogenado que es un factor limitante de la producción. El estado de nutrición nitrogenada parece estar ligada con la naturaleza de los suelos, en particular con el contenido en materia orgánica; la fertilización nitrogenada practicada por los agricultores, a pesar de que existe cierta variabilidad (de 0 a 22 kg N/ha) no parece, por el contrario, ser un elemento determinante.

De los análisis repetidos en 1985 sobre un cuadrante restringido de parcelas se vuelven a obtener los mismos factores limitantes, exceptuado el efecto de las variedades, pues en 1985 las temperaturas fueron elevadas y las variedades de ciclo largo no fueron penalizadas.

1.4. ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DEL SISTEMA DE CULTIVO SOBRE CIERTOS ESTADOS DEL MEDIO

El seguimiento agronómico plurianual de parcelas cultivadas ha permitido analizar la diversidad de las prácticas cultura-

Figura 4. Evolución de la tasa de saturación de sodio del suelo por efectos del cultivo del arroz.



AÑOS	P ₂ O ₅ en ppm (OLSEN)	Potasio cambiabile	
		en meq %	en ppm
1984	108	0,31	121
1988	120	0,40	156

Evolución general

AÑOS	P ₂ O ₅ en ppm (OLSEN)	Potasio cambiabile	
		en meq %	en ppm
Arroz 1984-1985	110	0,26	102
Trigo 1986-1987	130	0,36	141

Efecto de la rotación arroz-trigo (8 parcelas)

AÑOS	P ₂ O ₅ en ppm (OLSEN)	Potasio cambiabile	
		en meq %	en ppm
1984	195	0,34	133
1988	113	0,40	156

Efecto del monocultivo de arroz

AÑOS	P ₂ O ₅ en ppm (OLSEN)	Potasio cambiabile	
		en meq %	en ppm
1984	56	0,30	117
1988	72	0,43	168

Efecto del cultivo de arroz sobre terreno sin cultivar

les, su evolución en el tiempo y los efectos de la interacción con el clima, cobre el medio y sobre las poblaciones cultivadas.

La figura 4 muestra el efecto de la submersión sobre la tasa de saturación en sodio del suelo. En efecto, mientras que este último alcanza en cultivo en seco un 6,5 %, cae hasta el 3 % tras el primer año de cultivo de arroz y se estabiliza en el 1 % a final del tercer año.

La tabla 1 muestra una evolución importante del contenido en fósforo y en potasio después de cuatro años de cultivo. Esto ha permitido proponer a los agricultores una modificación de las prácticas de fertilización que se concretan en una reducción notablemente sensible de la fertilización fosfórica.

Este dispositivo ha permitido medir el impacto de las adventicias sobre el rendi-

miento de arroz en función de "la edad" del arrozal. Se constata en la tabla 2 que después de dos años de cultivo de arroz, el porcentaje de parcelas infectadas por las adventicias alcanza el 85 %. Esta infectación se traduce en una disminución significativa del rendimiento.



Foto 2: Medición del potencial redox en campo.

ESTADO DE LA INVESTIGACIÓN LLEVADA A CABO SOBRE AGRONOMÍA DEL ARROZ EN FRANCIA

Edad del arrozal	1 año	2 años	3 años
Parcelas muestreadas	39	18	20
% de parcelas infectadas	29	39	85
Rendimiento en q/ha	51	46	36

Tabla 2. Efecto de la edad del arrozal sobre el porcentaje de parcelas infectadas así como sobre el rendimiento en grano.

2. EXPERIMENTACIÓN

Los resultados obtenidos de los diagnósticos agronómicos nos han llevado a desarrollar investigaciones en dos vías diferentes: la mejora de la fase de germinación-nacencia, y de la eficiencia de la fertilización nitrogenada.

2.1. MEJORA DE LA FASE DE GERMINACIÓN-NACENCIA

Aunque las semillas utilizadas (semilla certificada) son de una calidad excelente, el modo de implantación actual del arroz en la Camarga (siembra directa con inundación de la parcela) entraña, debido a las condiciones climáticas (frío, viento) y de salinidad, una pérdida importante de semilla: la tasa de germinación-nacencia está comprendida normalmente entre el 20 y el 50 %. Esto obliga a los arroceros a utilizar cantidades de semilla inusuales en

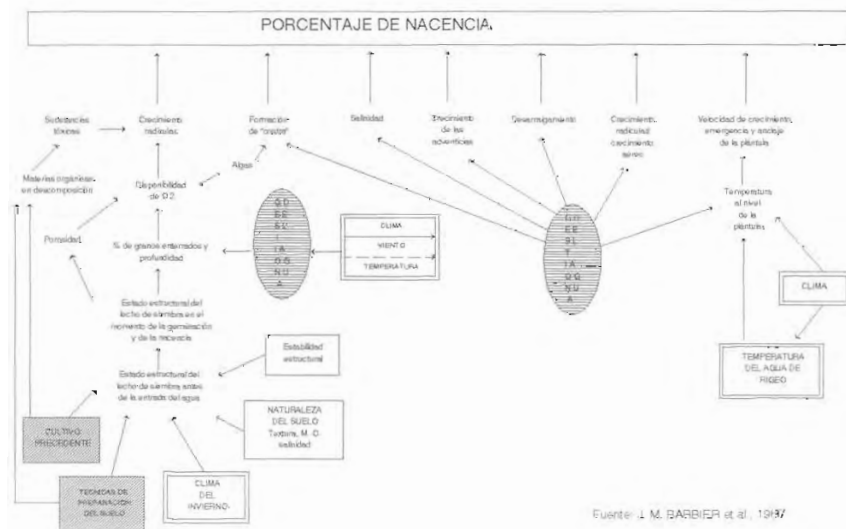
la mayor parte de los países arroceros: de 180 a 230 kg/ha. Por tanto, hay un coste excesivo que podría disminuirse si la nacencia fuera mejor. La figura 5 muestra las múltiples interrelaciones existentes entre los diferentes factores y condiciones que influyen en la nacencia del arroz.

Estudios anteriores llevados a cabo entre 1979 y 1986, han buscado optimizar la preparación del lecho de siembra con el fin de evitar el enterramiento de los granos de arroz, primer responsable de la no germinación. Estos trabajos han puesto en evidencia igualmente el efecto de un cierto número de técnicas culturales sobre la tasa de nacencia del arroz.

El aprovisionamiento de oxígeno de la semilla a través de las raíces de las plántulas constituye uno de los principales factores limitantes de la fase de implantación. Trabajos recientes llevados a cabo por LECSA han mostrado que es posible mejorar considerablemente la tasa de nacencia y el vigor de las plantas mediante el recubrimiento de las semillas con una sustancia oxidante, peróxido de calcio, confirmando así los resultados obtenidos en Japón y en los Estados Unidos (Figura 6).

La nivelación por láser y una sensibilización de los agricultores frente a los peligros del exceso de agua en el arrozal han permitido una mejora en los resultados, reforzados estos últimos años por condiciones climáticas favorables.

Figura 5. Principales factores que influyen en la nacencia del arroz en la Camarga.



Fuente: J. M. BARBIER et al., 1987



Foto 3: Perfil del suelo realizado antes de la siembra, el cual permite juzgar los efectos del trabajo del suelo

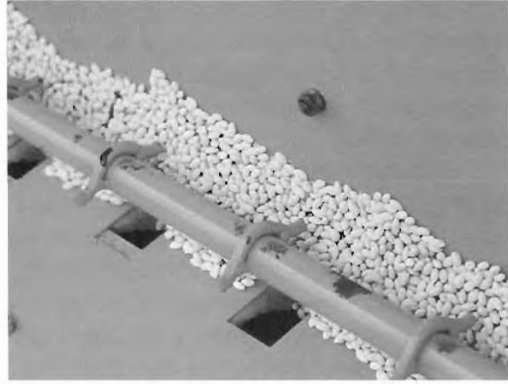


Foto 4: Semillas de arroz cubiertas con peróxido de calcio (CaO_2)

Figura 6. Efecto del peróxido de calcio: caso de siembra en profundidad en suelo sin residuos

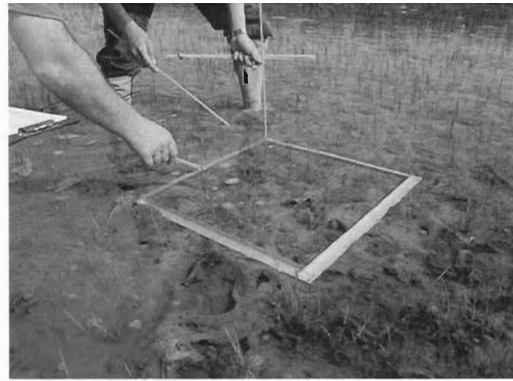
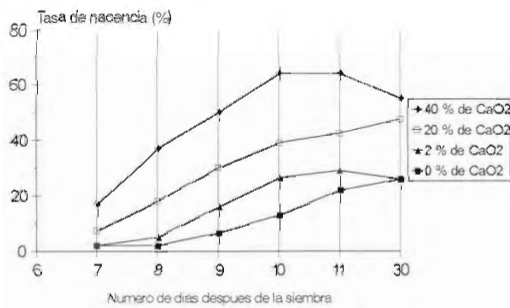


Foto 5: Conteo del número de plantas en la nacemento.

En ciertos países arroceros, como China, la aparición de condiciones fuertemente reductoras del arrozal, empujan al agricultor a drenar la parcela. Este drenaje puede sin embargo tener efectos negativos: pérdida de elementos fertilizantes, estrés hídrico, crecimiento de adventicias. En campo se compara pues la inundación cuasi continua con una gestión del agua dejando la parcela seca durante un tiempo más o menos largo: se analizan los efectos sobre la dinámica de la sal, del nitrógeno y sobre la elaboración del rendimiento del cultivo.

El cultivo del arroz consume grandes cantidades de agua (una media en la Camarga de 25.000 a 30.000 $\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$). Este agua permite lixiviar la sal debido a que los arrozales reciben mucha más agua de la que realmente necesitan, de ahí el interés de conocer el balance hídri-

co y los efectos de una reducción del consumo de agua sobre el crecimiento del arroz en las condiciones de la Camarga.

Desde del cultivo del arroz con irrigación intermitente hasta la instalación del arroz en seco con submersión retardada, existe una larga gama de técnicas de riego viables en función de las condiciones locales del suelo y del clima. La implantación de arroz en seco es una práctica muy utilizada en los Estados Unidos, y el riego del arroz por aspersion ha sido testado con éxito en Hungría. Estas técnicas presentan numerosas ventajas:

- Economía de semillas: bajo el agua se produce una mala germinación del arroz estando los agricultores obligados a utilizar considerables dosis de semillas (de 180 a 250 kg/ha); se espera poder reducirla al 50 %.

ESTADO DE LA INVESTIGACIÓN LLEVADA A CABO SOBRE AGRONOMÍA DEL ARROZ EN FRANCIA

- Limitación en la utilización de fitosanitarios: la inundación obliga a utilizar diversos productos fungicidas, vermícidias y alguicidas a fin de favorecer la implantación del cultivo.

- Reducción en el consumo de agua: el arrozal utiliza grandes cantidades de agua (de 15.000 a 45.000 m³/ha/campaña según las regiones y prácticas culturales). En la región mediterránea, el agua es poco abundante en verano y el cultivo del arroz entra en competencia con otros cultivos de riego; la puesta a punto de nuevas técnicas de riego permitirá resolver los problemas derivados del agua en ciertas zonas arroceras como Grecia, España y Francia (Aude y Hérault).

- La inundación provoca la liberación de gases tales como metano y N₂O, que

contribuyen al recalentamiento de la atmósfera. Se considera que el cultivo del arroz es el responsable del 25 % de las emisiones a la atmósfera de metano. Para luchar contra todo estos fenómenos, es fundamental la gestión del agua así como la de los abonos minerales y orgánicos.

2.1. MEJORA DE LA EFICIENCIA DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA

Se ha constatado una correlación positiva entre el rendimiento del arroz y la tasa de materia orgánica del suelo del arrozal, como puede comprobarse en la figura 7. Nuestras investigaciones han demostrado que el abonado nitrogenado posee una débil eficiencia en el arrozal irrigado. Mientras que los cultivos secos pueden aprovechar del 40 al 60 % del abonado nitrogenado, el arroz inundado no absorbe más que del 15 al 40 %. Las pérdidas son importantes al ecosistema acuático por lixiviación y drenaje lateral, así como a la atmósfera por desnitrificación y por volatilización en forma de amoníaco (Figura 8).

Figura 7. Estudio de la relación entre el rendimiento y la tasa de materia orgánica del suelo.

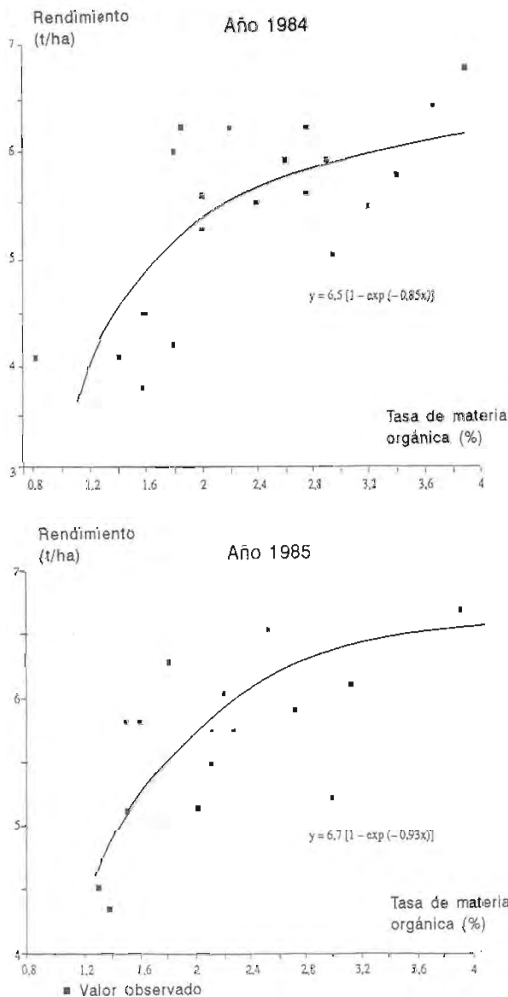
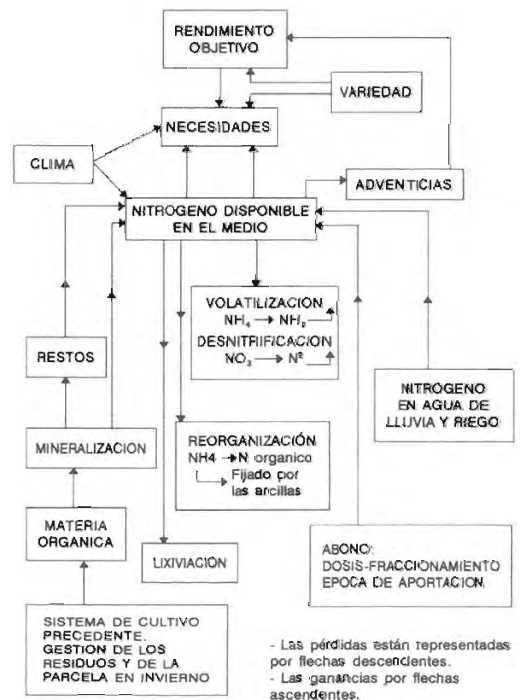


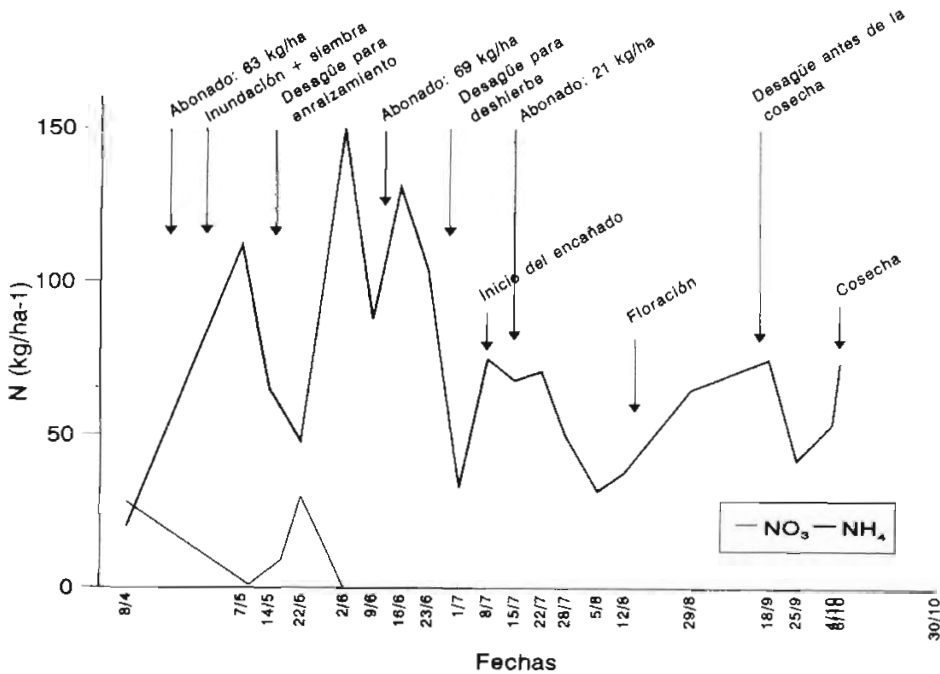
Figura 8. Representación esquemática de las principales partidas del balance.



Partiendo de un análisis completo de los itinerarios técnicos y confrontando aquellos con las teorías conocidas sobre la evolución de los elementos minerales en el suelo inundado y la elaboración del rendimiento del arroz, el LECSA a propuesto en principio un abonado nitrogenado de fondo abundante (Figura 9). Se preconiza que la mayor parte de los suelos de la Camarga (suelos limosos y arenosos) y en el cuadro de los sistemas de cultivo existentes, un fraccionamiento del nitrógeno en el curso del cultivo durante las fases en las que la velocidad de absorción de dichos elementos es máxima. El abandono completo del abonado nitrogenado de fondo incluso parece posible; en el conjunto de los ensayos realiza-

dos después de 1986 no se aprecia, a dosis iguales, diferencias significativas entre el triple fraccionamiento (50-50-50) y la ausencia de nitrógeno de fondo (0-75-75), ciertos ensayos han mostrado que el doble fraccionamiento sin aporte de fondo producen resultados mejores si se reduce la dosis total (0-50-50): estos resultados quedan pendientes de confirmar. Los trabajos realizados por la Fundación del Tour de Valat y las experimentaciones realizadas por el INRA-LECSA han indicado por otro lado que la urea es bien aprovechada por el arroz. Este abono más concentrado permite efectuar economías financieras diversas (el precio de la unidad es más barato) e indirectos (costos reducidos de distribución).

Figura 9. Evolución de los niveles de NH_4 y NO_3 presentes en la capa arable del suelo de un arrozal (profundidad: 0-10 cm; densidad aparente: 1,4).



3. LA AYUDA EN LA DECISIÓN

A partir del momento en que la gama de elecciones posibles en materia de técnicas de cultivo se extiende y las técnicas culturales deben ser más precisas, parece oportuno ayudar al agricultor en las decisiones a tomar. Elaborar útiles para la ayuda a la decisión aparece pues como una prioridad. Estos útiles permiten por otra parte realizar una síntesis de las referencias técnicas elaboradas en las investigaciones más temáticas. Para fijar las ideas, se pueden citar algunos ejemplos:

- Organización de los semilleros con vistas a la implantación del cultivo: ¿Cómo administrar mejor las prioridades, en el espacio y en el tiempo, para sembrar y abonar el arroz en las mejores condiciones de eficacia?

- En caso de mala nacencia: ¿Es necesario conservar el cultivo o resembrar? En caso de resembrar ¿con qué variedad?

- En función del grado de infectación de adventicias y del estado de desarrollo

del cultivo ¿es rentable eliminar las malas hierbas?

La recogida de datos climáticos y su análisis frecuenciales presentan para estas temáticas un interés muy particular.

Es evidente que este tipo de trabajos permite orientar los estudios hacia una aproximación más global de los problemas donde se introducen criterios de tipo socio-económicos: grado de riesgo admisible por el agricultor, objetivo de rendimiento, proyecto general del agricultor... Se ha tenido excesiva tendencia en el pasado a considerar que todos los agricultores tenían el mismo interés en adoptar las modificaciones técnicas propuestas. Este no es el caso, los proyectos, los objetivos de los agricultores son diferentes, es necesario tenerlos en cuenta para mejor orientar y cribar los mensajes técnicos.

El autor agradece a Jean-Marc BARBIER y Brigitte NOUGAREDES por su amistosa y profesional contribución.

Foto 6: Instalación permanente para la medida de las concentraciones de nitrógeno amoniacal.



4. BIBLIOGRAFÍA

BARBIER J. M., CONESA A. P., MOURET J. C., BOUCHIER A., 1987. Amélioration de la riziculture par les méthodes biologiques. Colloque Scientifique International, Académie Malgache, 7-15 sept. 1987.

MOURET J. C., 1988. Etude de l'agrosystème rizicole en Camargue dans ses relations avec le milieu et le système cultural. Aspect particulier de la fertilité. Thèse d'Université, U.S.T.L. Montpellier, déc. 1988, 224 p.

AGRESTE, 1988. La statistique agricole - Recensements 1970, 79 et 88. Analyses et études. Ministère de l'Agriculture.

MOURET J. C., 1989. Fertilité-Fertilisation: l'enquête agronomique plante-milieu techniques, un outil pour un diagnostic. Séminaire I.N.R.A.-I.C.A.R.D.A. Montpellier, 10-14 avril 1989.

BARBIER J. M., MOURET J. C., STUTTERHEIM N., 1989. Dynamique de l'azote en rizières inondées. Résultats d'enquêtes agronomiques et méthodologie expérimentale. Colloque Européen de la Recherche Rizicole, 5-6 sept. 1989, Arles.

BARBIER J. M., MOURET J. C., STUTTERHEIM N., 1990. Germination and crop establishment problems in direct seeded rice in the South of France. The International Rice Research Conference, 27-31 aug. 1990, Séoul-Corée.

BARBIER J. M., CONESA A. P., MOURET J. C., NOUGAREDES B., STUTTERHEIM N., 1990. Méthodes d'études des facteurs et conditions limitant les rendements d'une culture. Application au cas

du riz en Camargue. EURORYZA n° 1/90, pp. 15-26, ed. Ente Nazionale Risi.

BARBIER J. M., MOURET J. C., 1992. Itinéraire technique et fertilisation azotée du riz inondé: le cas de rizières du sud de la France. L'Agronomie Tropicale, 1992, 46-4.

BARBIER J. M., MOURET J. C., 1992. La mise en valeur de la Camargue. Histoire et place du riz. Actes du Séminaire COMETT, Vercelli 17-21.

MOURET J. C., 1992. Effets du Peroxyde de Calcium (CaO₂) sur l'implantation et la croissance du riz (*Oryza Sativa L.*). Mémoire Ingénieur D.P.E. - ENSAM, nov. 1992.

BARBIER J. M., 1994. Elaboration du rendement chez le riz. In: Un point sur INRA Editions (53-71).

ANDRÉ F., 1994 et 1995. Compte rendu d'expérimentations, Arles, Centre Français du Riz.

MOURET J. C., BARBIER J. M., 1994. Improvement of nitrogen fertilization practices in direct seeding flooded rice: an approach at the farm and field level. Temperate Rice Conference. Yanco Agricultural Institute. Yanco, New South Wales, Australia, 21-24 fév. 1994.

MOURET J. C., BARBIER J. M., CONESA A. P., 1994. Agriculture intensive et milieux protégés. Une approche à l'échelle du système de culture pour analyser et améliorer le choix des techniques. Actes du symposium international Farming System Research, Montpellier, sept. 1994.

I.T.C.F. et C.F.R., 1995. Le Riz: du débouché à la culture.

ESTUDIOS PRELIMINARES SOBRE LA ADAPTABILIDAD DE VARIOS CULTIVARES DE ARROZ AL ARROZAL IRRIGADO AERÓBICO

SALVATORE RUSSO

*Instituto Sperimentale per la
Cerealicoltura.
Vercelli. Italia*

1. INTRODUCCIÓN

Los métodos de cultivo para la producción de arroz (*Oryza sativa*, L.) incluyen tanto el cultivo en terrenos inundados como el denominado "upland" predominando en las zonas templadas el primero (de forma semejante a como se realiza en el continente europeo). Este sistema requiere grandes cantidades de agua e incrementa las dificultades y los costos en las aplicaciones de pesticidas y de fertilizantes, así como los de la maquinaria. Las condiciones de inundación permanente durante el ciclo de cultivo proveen al mismo de un suministro de agua continuo y adecuado, controla las malas hierbas no acuáticas, facilita el uso de insecticidas y herbicidas granulados, reduce las pérdidas de fertilizante amoniacal y aumentan la disponibilidad de nutrientes tales como el fósforo, hierro, manganeso, seguido de una reducción del suelo debido a la exclusión del oxígeno del suelo inundado (Shapiro, 1958; Ponnampertuma, 1965; Patrick et al., 1985).

La técnica de inundación convencional consume una alta cantidad de agua. Brown et al. (1978) han indicado que el 48 % (570 mm) del agua de riego aplicada (1180 mm) se pierde por evapotranspiración (ET). El resto se pierde por escorrentía e infiltración. El agua es el factor de producción más necesario e importante del cultivador de arroz. La inundación se usa como una herramienta de manejo y no como un requerimiento específico de la planta de arroz. Por otro lado, muchas veces los productores de arroz tienen que hacer frente al incremento del uso competitivo del agua además de que muy frecuentemente la calidad del agua está empeorando debido a la contaminación.

Con los sistemas tradicionales de cultivo del arroz, en condiciones mediterráneas (incluidas las italianas), el método de siembra a voleo directamente sobre el agua no puede prevenir los efectos dañinos de condiciones ambientales adversas en el establecimiento de la plantación.

Las principales limitaciones que afectan al cultivo bajo condiciones de clima mediterráneo en la fase inicial son las siguientes:

- Daños por frío.
- Actividad de crustáceos y de gusanos de suelo.
- Daños por viento (que puede impedir o retrasar el establecimiento del cultivo).
- Fuerte competencia con malas hierbas acuáticas (como la *Heterathera*, spp.).
- Desarrollo de poblaciones de algas.
- Escasez de agua.

Los métodos alternativos de siembra del arroz mediante sembradora y cultivo aeróbico (dry rice) son ideales en orden a salvar estos efectos dañinos.

De Datta (1975) indica que el arroz se cultiva en condiciones "upland" en tres continentes. El sistema de cultivo "upland" solamente usa el agua de lluvia y se realiza en áreas donde la pluviometría rara vez, o nunca, causa condiciones de inundación.

Se han alcanzado en condiciones "upland" rendimientos de más de 7 Tm/ha, teniendo en cuenta que este arroz no necesita condiciones de inundación para alcanzar estos altos rendimientos (De Datta, 1975) y para alcanzarlos, pueden usarse diferentes métodos.

Las investigaciones iniciales indican que el riego por aspersión es un método alternativo de riego. El riego por aspersión puede contribuir, sustancialmente a la disminución de la cantidad de agua consumida.

Un sistema eficiente de riego por aspersión puede prevenir el estrés de las plantas en los períodos críticos y mantener un rendimiento óptimo. De cualquier modo, informes de diversas áreas han

mostrado resultados muy variables (Ferguson, Gilmour, 1977, 1978; Westcott, Vines, 1986; McCauley, 1990). Siguiendo estos resultados, se precisan investigaciones más avanzadas para comparar los efectos del riego normal por inundación, el riego por aspersión u otro sistema de riego apropiado sobre el rendimiento y la calidad del arroz.

El riego por surcos a veces puede ser un sistema eficiente de riego. Los estudios preliminares sobre el cultivo del arroz mediante el uso de riego por surcos en lugar de por inundación han mostrado resultados prometedores. El riego por surcos puede ofrecer un método de aplicación de fertilizantes y de producción de arroz adicional por unidad de agua de riego (Wells et al., 1991).

El objetivo de este estudio preliminar fue evaluar la respuesta de varios cultivares de arroz y de nuevas líneas al cultivo en seco con riego por aspersión aplicado en el área regada por aguas subterráneas del norte de Italia (Valle del Po).

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Los experimentos fueron realizados en 1994, en un suelo limo-arcilloso en el campo experimental de la Sezione Specializzata per la Riscoltura, cercano a Vercelli, y su objetivo fue detectar el comportamiento de los principales cultivares comerciales de arroz y de nuevas líneas a las condiciones de secano con mínimos riegos por aspersión. Los genotipos a comparar incluyen cultivares de grano redondo, medio y largo, así como líneas desarrolladas en Italia bajo cultivo en suelo inundado.

El diseño del experimento fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones para cada uno de los 15 genotipos comparados. Las parcelas fueron de 10 x 1,5 m, separadas 0,6 m y compuestas de ocho líneas, separadas 0,18 m entre sí. Las variedades de arroz fueron sembradas con sembradora el 29 de Abril de

1994 a 2 cm de profundidad en un suelo completamente seco. Este método provocó una emergencia uniforme de las plántulas en todas las parcelas a los 10-13 días.

El agua fue aportada mediante un método uniforme de riego por gravedad a pie.

Los tratamientos de riego fueron diseñados de manera que la lluvia más la irrigación fueran suficientes para mantener la humedad del suelo en al menos el 20 % y asegurar que no se produzca estrés hídrico. Los riegos consistieron en una inundación poco profunda, durante la cual el suelo quedó inundado durante una noche. Se realizaron riegos cuando la humedad del suelo se situó entre el 20 y el 22 %. Se aportaron un total de tres riegos, debido a que las lluvias en 1994 fueron las adecuadas.

Las labores culturales realizadas fueron las habituales en la zona. Se aplicó el abonado fosforado (60 kg/ha P_2O_5) y el potásico (105 kg/ha K_2O) antes de la siembra. El nitrógeno se aplicó como urea en cuatro aplicaciones separadas: la primera se realizó antes de la siembra y fue incorporada con un pase de arado. Las aplicaciones sucesivas se realizaron a mano a voleo, en los estados de inicio y finalización del ahijado y en la fase de diferenciación de la panícula. El total del nitrógeno aplicado fue de 170 kg/ha, aproximadamente el 20 % más que el que usualmente se aplica en los métodos de cultivo inundado.

Las malas hierbas se controlaron químicamente por aplicaciones sucesivas de mezclas estándar de herbicidas (Propanil + Bensulfuron methyl).

Se realizaron observaciones sobre la fecha de espigado, altura de la planta en cosecha y fecha de maduración. Se cosecharon todas las parcelas con cosechadora de ensayos. El grano fue secado, limpiado y pesado. Los rendimientos se calcularon al 14 % de humedad. Se tomó una muestra adecuada de grano del total

de la parcela para determinar el rendimiento en enteros (porcentaje de granos enteros en molino).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La lluvias producidas en 1994 fueron las adecuadas durante la germinación y el estado de emergencia de las plántulas, por ello no se necesitó aporte de agua suplementario. Durante el cultivo, la lluvia caída totalizó los 3.500 m³/ha de forma repartida. El total del agua aplicada (lluvia más riego) fue de 4300 m³/ha. Estas dosis fueron muy bajas comparadas con el agua aplicada mediante método convencional inundado, en el que se consumen de 13 a 15 m³ en esta zona arrocera. De todos modos, debemos considerar las favorables condiciones climáticas debidas a la favorable humedad relativa del aire y la falta de vientos durante el cultivo. Esta zona está, por otro lado, caracterizada por una capa freática totalmente superficial (aproximadamente 0,8 m en suelos secos) la cual, probablemente influyó el desarrollo el arroz.

3.1. CRECIMIENTO Y DESARROLLO

El crecimiento y desarrollo del arroz fue aparentemente normal, excepto en lo referente a la formación de biomasa que resultó un poco reducida debido a que la altura de las plantas fue menor que la del cultivo normal.

Las condiciones de no inundación no tuvieron prácticamente efectos sobre la emergencia de las plántulas. De todos modos, después de este estado el desarrollo, el arroz estuvo ligeramente afectado por un estrés, debido a la falta de agua y la humedad inadecuada. Todos los cultivares mostraron un ciclo mas largo, pero alcanzaron la maduración, excepto una línea derivada del cruce Inta x Panda.

Generalmente, las variedades tempranas tuvieron mejor comportamiento y se mostraron más adaptadas a las condiciones secas. Las más tempranas podrían ser usadas como criterio apropiado para la selección de mejora de variedades.

3.2 FECHA DE ESPIGADO

La fecha de espigado fue tomada para cada cultivar mostrándose los valores medios obtenidos en la Tabla 1 como días a espigado. El cultivar Ago (98,25 días) y la línea seleccionada Inta x Panda (130,50 días) fueron la primera y la última en espigar respectivamente, teniendo en cuenta que el estrés producido por las condiciones de no inundación pueden haber influenciado diferenciando el tiempo transcurrido desde la siembra al espigado. En general, las condiciones de cultivo aeróbicas provocaron un retraso en el número de días a espigado. Los cultivares con un periodo corto o medio a espigado tuvieron mejor comportamiento.

ESTUDIOS PRELIMINARES SOBRE LA ADAPTABILIDAD DE VARIOS CULTIVARES DE ARROZ AL ARROZAL IRRIGADO AERÓBICO

CULTIVAR	Rendimiento t/ha	Días a espigado	Días a maduración	Humedad del grano en maduración %
Panda	5,99	108,50	154,75	19,02
UPLA 64A	5,92	110,50	152,75	21,48
Koral	5,60	110,75	160,50	24,91
Dorado x Strella	5,48	111,25	129,00	19,80
Inta x ISC 209	5,32	114,25	159,75	27,25
Maramonti	5,13	108,75	159,00	22,30
Pegaso	4,77	103,25	153,25	19,42
Ago	4,73	98,25	151,50	20,24
Dorella	7,71	106,75	151,50	23,41
Cripto	4,32	98,75	152,00	18,67
Giada	4,13	119,75	162,25	28,32
Graldo	3,93	109,50	154,75	19,53
ISC 402/2	3,84	100,75	153,75	20,43
Loto	3,40	104,25	149,50	20,17
Inta x Panda	1,18	130,50	182,00	39,58
MDS (<0.05)	1,31	2,86	18,63	-
Media	4,56	109,05	155,08	22,97

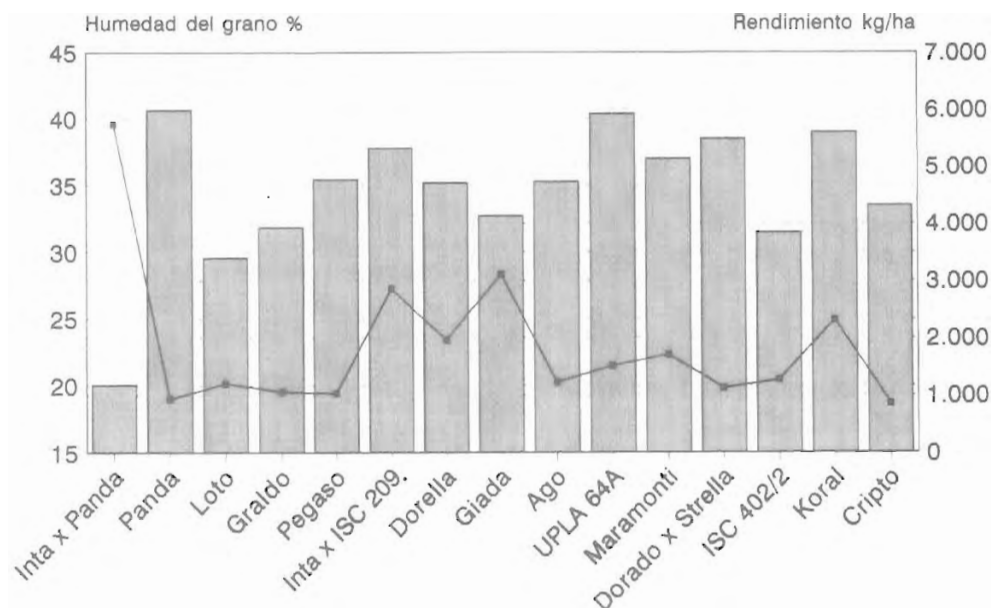
Tabla 1. Comportamiento agronómico de 15 genotipos de arroz bajo condiciones de cultivo aeróbico (no inundado). Año 1994.

3.3. MADURACIÓN

Las medias de los rendimientos de varios cultivares de arroz se muestran en la Tabla 1 y en la Figura 1. Debido a las bajas dosis de agua aportadas, varios genotipos mostraron muy bajos rendimientos, lo cual indica insuficiente adaptabilidad a las condiciones de cultivo de no inundación. Panda de grano largo (Largo B) de tipo comercial indica fue el cultivar más productivo con una producción de 6 t/ha, no menor a la que se obtiene en condiciones standart. Se muestra este cultivar como el más resistente al estrés hídrico en condiciones de

suelo seco. Otros cultivares de grano largo como UPLA 64 A, Koral, Inta x ISC 209, Dorella también se comportaron bien bajo estas condiciones. Cultivares de grano medio como Graldo, Giada, ISC 402/2, mostraron una disminución significativa con valores que varían entre los 1678 kg/ha y los 2599 kg/ha, comparados con la variedad de mayor rendimiento. La línea seleccionada del cruce Inta x Panda se muestra como extremadamente sensible al estrés hídrico. Su rendimiento fue muy bajo en estas condiciones, debido esencialmente a una alta esterilidad floral, un llenado incompleto del grano y un ciclo muy largo.

Figura 1. Comportamiento agrnómico de 15 cultivares de arroz bajo condiciones de cultivo aeróbico



4. CONCLUSIONES

El experimento llevado a cabo en 1994 proporcionó resultados preliminares que sugieren un potencial para el cultivo del arroz en condiciones aeróbicas, bajo condiciones no inundadas. La menor cantidad de agua suministrada con el método aeróbico reduce el crecimiento de la planta y alarga el ciclo de forma diferente para cada cultivar, además de reducir el rendimiento de dichos cultivares.

La mayor reducción del rendimiento podría deberse al llenado incompleto de los granos y a la alta esterilidad floral. En cualquier caso, los cultivares que mejor se comportan son los de maduración temprana.

La variada respuesta de los cultivares al estrés hídrico causado por las condicio-

nes de no inundación se muestran como un potencial para la mejora genética.

La producción de arroz en condiciones aeróbicas puede adaptarse a zonas no tradicionales en el cultivo del arroz, donde la inundación del terreno es problemática o en lugares donde el coste del agua es prohibitivo.

Las ventajas del método seco son:

- a) reducción del consumo de agua;
- b) menor coste de maquinaria;
- c) reducción de problemas en la siembra;
- d) mejora en el establecimiento de la sementera.

5. BIBLIOGRAFÍA

BROWN K. W., TURNER F. T., THOMAS J. C., DELUEL L. E., KEENER M. E., 1978. Water balance of flooded rice paddies. *Agric. Water Manage.*, 1: 277-291.

DE DATTA S. K., 1975. Upland rice around the world. p. 254. In: *Mayor research in upland rice*. IRRI. Los Baños. Laguna. Philippines.

FEGUSON J. A., GILMOUR J. T., 1977. Center-pivot sprinkler irrigation on rice. *Ark. Farm Res.*, 2: 12.

FERGUSON J. A., GILMOUR J. T., 1978. Water and nitrogen relations of sprinkler irrigated rice. *Arrk. Farm Res.*, 3: 2.

McCAULEY G. N., 1990. Sprinkler vs. flood irrigation in traditional rice production regions of Southeast Texas. *Argon. J.*, 82: 677-683.

PATRICK W. H. Jr., MIKKELSEN D. S., WELLS B. R., 1985. Plant nutrient behavior in flooded soil, p. 197-227. In: O. P. Englested (ed.) *Fertilizer Technology and Use*. 2nd Ed. SSSA. Inc. Madison. WI.

PONNAMPERUMA F. N., 1965. Dynamic aspects of flooded soils and the nutrition of the rice plant. In: *The mineral nutrition of the rice plant*. I.R.R.I.-The J. Hopkins Press, Baltimore: 295-238.

SHAPIRO R. E., 1958. Effects of flooding on availability of phosphorus and nitrogen. *Soli Sci*, 85: 190-197.

WELLS B. R., KAMPUTA D., NORMAN R. J., VORIES E. D., BASER R., 1991. Fluid fertilizer management of furrow irrigated rice. *J. Fertil. Issue*, 8: 14-19.

WESTCOTT M. P., VINES K. W., 1986. A comparison of sprinkler and flood irrigation for rice. *Agron. J.*, 78: 637-640.

CAMBIOS QUÍMICOS EN SUELOS INUNDADOS ABONADOS DEL ARROZ

JUAN BAUTISTA SENDRA GARRIGÓS
Departamento de Arroz. I.V.I.A.
Valencia

1. INTRODUCCIÓN

El arroz es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial. En comparación con otros cereales, el arroz ocupa el segundo lugar en superficie cultivada, después del trigo.

El arroz se cultiva en el noreste de China, a una latitud de 53°N; en Sumatra Central, en el Ecuador; y en Nueva Gales del Sur, a 35° S. Se cultiva por debajo del nivel del mar en Kerala (India), casi a nivel del mar en la mayoría de las zonas arroceras, y en alturas superiores a 2.000 m. en India y Nepal. Puede ser cultivado en condiciones de tierras altas, en condiciones moderadas de inundación y en aguas de profundidad variable de 1,5 a 5 m. (Yoshida, 1981).

Aproximadamente, el 75% de la superficie dedicada al cultivo del arroz, se encuentra bajo el régimen de inundación permanente o casi permanente. En relación con un terreno en seco, la inundación provoca una serie de cambios físicos, biológicos y químicos que influyen en gran manera en el comportamiento de los nutrientes de las plantas.

2. PROPIEDADES DE LOS SUELOS INUNDADOS

Las propiedades de un suelo inundado son sustancialmente diferentes de las de un suelo aireado. Cuando se inunda un suelo, el agua va penetrando a través del terreno y sustituye al aire de los espacios porosos, los terrones se deshacen y el terreno se compacta, y el suelo pierde su estructura. Al poco tiempo de la inundación, la mayor parte del suelo queda sin aire, o lo que es lo mismo, sin oxígeno.

2.1. ADAPTACIÓN DEL ARROZ A LOS SUELOS INUNDADOS

La inundación da lugar a un ambiente único para el crecimiento y la nutrición del arroz. El entorno de la zona radicular,

durante la inundación, se caracteriza por la falta de oxígeno.

Para evitar la asfixia de los tejidos radicales, la planta de arroz tiene unos tejidos especiales, unos espacios de aire bien desarrollados en la lámina de la hoja, en la vaina, en el tallo y en las raíces, que constituyen un sistema muy eficaz para el paso del aire.

El aire entra en la planta de arroz a través de los estomas de la hoja y de la vaina de la hoja y se desplaza hacia la base de la planta. El oxígeno es suministrado a los tejidos junto con el paso del aire y se mueve hacia el interior de las raíces, donde es utilizado en la respiración. Finalmente, el aire sale de las raíces y se difunde en el suelo que las rodea, creando una interfase de oxidación-reducción, de la que hablaremos más adelante.

2.2. DIFERENCIACIÓN DE ZONAS AERÓBICAS Y ANAERÓBICAS EN UN SUELO DE ARROZAL INUNDADO

La capa de agua que cubre el terreno contiene, normalmente, oxígeno libre disuelto, el cual penetra dentro del terreno. Este oxígeno es utilizado de distintas maneras: en la respiración celular de los microorganismos del suelo; en la oxidación química y biológica de distintos componentes del suelo, etc.

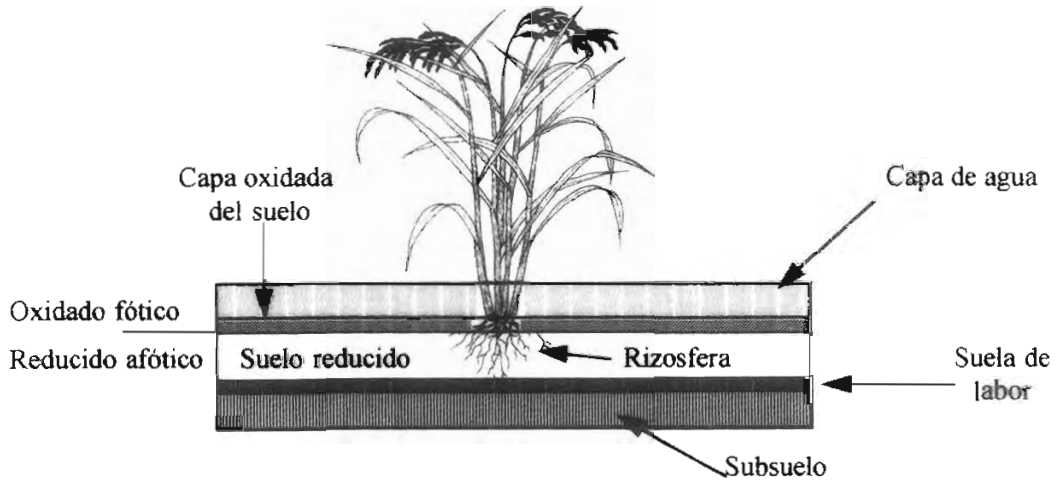
La alta demanda de oxígeno comparada con la baja velocidad de suministro determina la formación de dos capas diferentes en el suelo: una capa superficial oxidada, aeróbica y, debajo de ésta, una capa reducida, anaeróbica.

El espesor de la capa aeróbica superficial, que normalmente es menor de 2-3 cm., depende de la cantidad de oxígeno disuelto en el agua de inundación, de la percolación del agua y de la actividad de la flora del agua y del suelo.

En la Figura 1 se puede distinguir las distintas zonas que se forman en un suelo de arroz inundado.

CAMBIOS QUÍMICOS EN SUELOS INUNDADOS ABONADOS DEL ARROZ

Figura 1. Macroambientes del ecosistema de un campo de arroz inundado. (Roger et al., 1993, modificado)



El agua de inundación es un medio aeróbico, fótico, en el que existen algas, bacterias y malas hierbas acuáticas, y está sometido a grandes variaciones de insolación, temperatura, pH y concentración de oxígeno.

La capa superior del suelo que está en contacto con el agua también es aeróbica y en ella son estables el nitrógeno en forma nítrica y otros compuestos oxidados. En esta capa predominan las algas y bacterias aeróbicas. Las principales actividades que se realizan en esta capa son (1) descomposición aeróbica de la materia orgánica, (2) fijación biológica del nitrógeno atmosférico por algas y bacterias fotosintéticas, y, (3) procesos de nitrificación por oxidación del amonio y de los nitritos.

Debajo se encuentra una capa anaeróbica en la que predominan los procesos de reducción; los iones amonio (NH_4^+) y ferroso (Fe_2^+) son formas químicas estables. Las principales actividades que se realizan en esta zona son: (1) descomposición anaeróbica de la materia orgánica, (2) fijación heterotrófica del nitrógeno, asociada en su mayor parte a restos orgá-

nicos, (3) desnitrificación, y (4) reducción del ión férrico (Fe_3^+), insoluble, a ión ferroso (Fe_2^+), más soluble.

La rizosfera es un ambiente no fótico en la que, debido a la capacidad que tienen las plantas de arroz para transportar oxígeno atmosférico a través del tallo hasta las raíces y de difundir este oxígeno en la capa de suelo adyacente, se produce la diferenciación de una interfase oxidada-reducida. Las principales actividades de la rizosfera incluyen (1) fijación biológica heterotrófica del N_2 , (2) procesos de nitrificación-desnitrificación.

2.3. DISMINUCIÓN DEL POTENCIAL REDOX

El potencial redox o potencial de oxidación-reducción (Eh) es, quizás, el parámetro más importante que controla las características químicas y bioquímicas de los suelos inundados. El Eh mide la intensidad de la oxidación y de la reducción: valores altos y positivos indican condiciones de oxidación o suelos aireados; valores bajos y negativos, indican condiciones de reducción.

Los suelos aireados tienen potenciales redox característicos en el intervalo +400 a +700 mM; los suelos inundados muestran potenciales redox del orden de -250 a -300 mM (Patrick W.H. and Reddy C. N., 1978).

La inundación altera el carácter de la flora microbiana de los suelos. Los microorganismos aeróbicos del suelo son sustituidos, pocos días después de que el suelo sea inundado, por los anaerobios facultativos, los cuales, a su vez, son sustituidos por los anaerobios obligados. La

respiración anaeróbica es una reacción de oxidación-reducción, en la que distintos compuestos inorgánicos, distintos del oxígeno, son utilizados como aceptores de electrones. Estos compuestos inorgánicos son compuestos oxidados que al aceptar electrones se reducen dando lugar a un descenso del potencial redox del suelo.

La secuencia de estas reacciones que conducen a la reducción del suelo (Ponnamperuma, 1977) es la siguiente:

Sistema	E_0^{7a} (mV)
$O_2 + 4 H^+ + 4 e = 2 H_2O$	+814
$NO_3^- + 12 H^+ + 2 e = N_2 + 8 H_2O$	+741
$MnO_2 + 4 H^+ + 2 e = Mn^{2+} + 2 H_2O$	+401
$CH_3COCOOH + 2 H^+ + 2 e = CH_3CHOHCOOH$	-158
$Fe(OH)_3 + 3 H^+ + e = Fe^{2+} + 3 H_2O$	-185
$SO_4^{2-} + 10 H^+ + 8 e = H_2S + 4 H_2O$	-214
$CO_2 + 8 H^+ + 8 e = CH_4 + 2 H_2O$	-244
$N_2 + 8 H^+ + 6 e = 2 NH_4^+$	-278
$NADP^+ + 2 H^+ + 2 e = NADPH$	-317
$NAD^+ + 2 H^+ + 2 e = NADH$	-329
$2 H^+ + 2e = H_2$	-413
Ferredoxin (ox.) + e = Ferredoxin (red.)	-431

a) E_0 corregido a pH 7,0

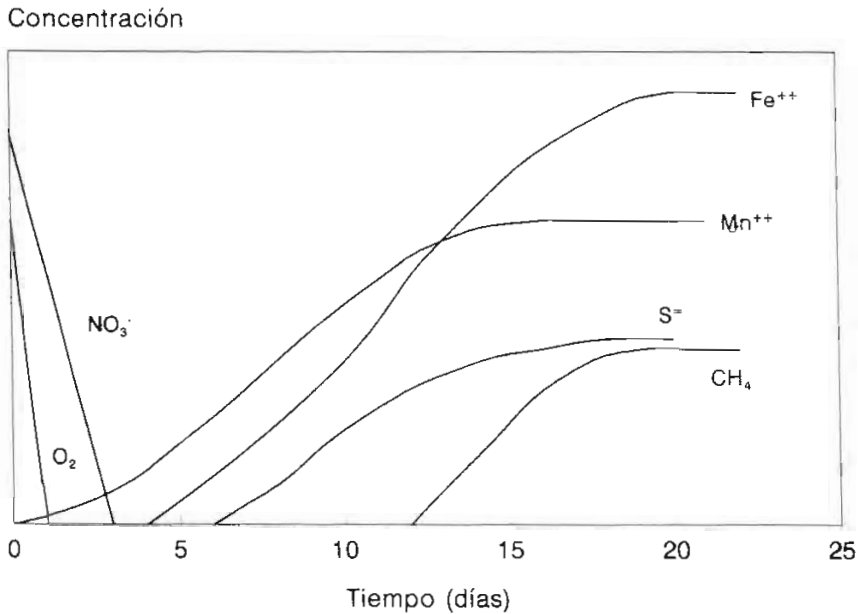
Tabla 1. Reacciones que conducen a la reducción del suelo.

A medida que se agota el oxígeno del suelo, el NO_3^- es utilizado por los anaerobios facultativos y rápidamente reducido. La reducción del NO_3^- empieza antes de que se haya agotado por completo el oxígeno, pero la eliminación de todo el nitrato no tiene lugar hasta que no se haya consumido todo el oxígeno. La reducción de los compuestos de Mn_4^+ tiene lugar

durante la reducción del O_2 y del NO_3^- , aunque la reducción del Mn_4^+ va algo retrasada respecto a la reducción del NO_3^- . Existe algún solapamiento en la reducción del O_2 , NO_3^- y Mn_4^+ , teniendo lugar una parte de la reducción del NO_3^- y del Mn_4^+ en presencia de una pequeña cantidad de O_2 . (Figura 2).

CAMBIOS QUÍMICOS EN SUELOS INUNDADOS ABONADOS DEL ARROZ

Figura 2. Reducción secuencial de varios sistemas redox en suelos de arroz. (Patrick, Reddy, 1978)



La reducción de los otros componentes oxidados es inhibida por la existencia de O_2 o por la de NO_3^- y, por consiguiente, los suelos que contengan estos oxidantes no producirán Fe^{2+} , S^{2-} o CH_4 . Sin embargo, O_2 y NO_3^- se encuentran en pequeñas cantidades y son reducidos rápidamente.

El siguiente sistema redox que será reducido, es el del Fe^{3+} . Esta reducción es realizada por bacterias anaeróbicas facultativas. El óxido de hierro hidratado y el MnO_2 se encuentran en cantidades más altas en los suelos, sobre todo el hierro. La reducción y la oxidación de estos compuestos es cíclica; es decir, son reducidos cuando el suelo está inundado y reoxidados cuando el suelo es drenado y expuesto al O_2 . Por consiguiente, los compuestos de hierro y de manganeso activos actúan como tampones para evitar las altas condiciones reductoras del suelo.

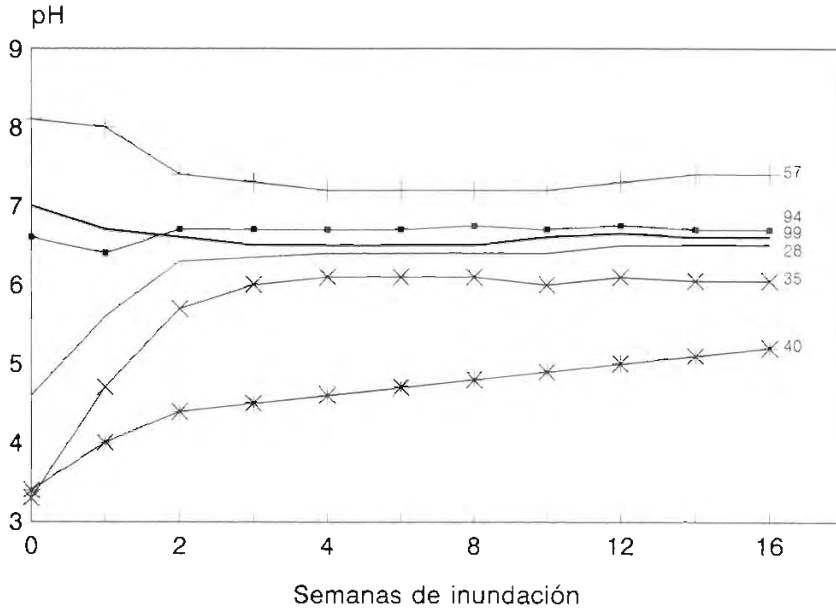
A diferencia de la reducción de los sistemas oxidados, la reducción del SO_4^{2-} a S^{2-} en el suelo, indica la no existencia de O_2 y NO_3^- , ya que como hemos dicho antes, estos compuestos impiden la reducción del SO_4^{2-} .

Según Ponnampuruma (1977), la disminución del Eh, producida por la inundación, tiene efectos positivos y negativos sobre la fertilidad de los suelos de arroz inundados. Los beneficios son: aumento en el suministro de nitrógeno, fósforo, potasio, hierro y manganeso, y la supresión de las toxicidades de aluminio y manganeso. Las desventajas son las pérdidas de nitrógeno por desnitrificación, disminución de la disponibilidad de sulfatos, cobre y zinc, y la producción de sustancias que interfieren con la absorción de los nutrientes o que son tóxicas, directamente, para la planta.

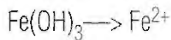
2.4. CAMBIOS EN EL PH

El pH de la mayoría de los suelos tiende a cambiar hacia la neutralidad pocas semanas después de la inundación. El pH de los suelos ácidos aumenta con la inundación, mientras que para suelos alcalinos sucede lo contrario. Para la mayoría de los suelos, el pH claramente estable alcanzado varias semanas después de la inundación está entre 6,5 y 7 (De Datta, 1986; Ponnampuruma, 1977). (Figura 3).

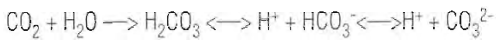
Figura 3. Cinética del pH de la solución de seis suelos inundados. (Ponnamperuma, 1977)



El incremento del pH en suelos ácidos está afectado por el sistema del hierro.



En el caso de los suelos alcalinos, la descomposición microbiana de la materia orgánica produce CO_2 , que reacciona con el agua dando H_2CO_3 el cual se disocia de la siguiente manera:



El pH de la solución de un suelo reducido es un factor importante para determinar la fertilidad de ese suelo.

El pH óptimo (medido en la solución del suelo) para el arroz es 6,6 (Ponnamperuma, 1977). A este valor del pH, la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica, y la disponibilidad de fósforo son altas; las concentraciones de sustancias que interfieren la absorción de nutrientes, tales como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos están por debajo del nivel tóxico.

3. TRANSFORMACIÓN DE NUTRIENTES EN SUELOS INUNDADOS

La fertilidad de un suelo es la capacidad de ese suelo para suministrar los nutrientes esenciales de la planta. La capacidad de suministrar nutrientes depende de la presencia en el suelo de los nutrientes adecuados en las formas que la planta pueda absorberlos.

Vamos a estudiar de que manera afectan los cambios ocasionados por la inundación de un suelo al estado de los nutrientes y, por tanto, a la fertilidad de ese suelo.

3.1. NITRÓGENO

La mayor parte del nitrógeno del suelo se encuentra principalmente en formas orgánicas, formando parte de la materia orgánica y de los restos de la cosecha. De este nitrógeno en forma orgánica, solo una pequeña parte (2-5 %) se convierte anualmente en forma inorgánica, la cual se puede presentar en forma de nitrato

(NO_3^-) o en forma amónica (NH_4^-). La planta de arroz absorbe el nitrógeno de la solución del suelo en forma inorgánica.

El paso de la forma orgánica del nitrógeno a las formas inorgánicas tiene lugar mediante el proceso de mineralización de la materia orgánica. Los productos finales de este proceso son distintos según las condiciones del suelo.

En un suelo aeróbico, con O_2 libre, ya hemos dicho que la forma nítrica es la forma estable de nitrógeno y todas las reacciones del nitrógeno que siguen a la descomposición de la materia orgánica van hacia la producción de nitratos. El primer paso consiste en la transformación del nitrógeno en forma orgánica en nitrógeno en forma amónica, proceso que se conoce con el nombre de amonificación. Posteriormente, como hay oxígeno libre, el nitrógeno amónico se convierte en nitrógeno nítrico por oxidaciones sucesivas, controladas por las bacterias Nitrosomonas y Nitrobacter.

En un suelo anaeróbico, la ausencia de oxígeno hace que la mineralización del nitrógeno se detenga en la forma amónica, que es la forma estable en los suelos con estas condiciones.

Esta forma de nitrógeno se encuentra en dos maneras: disuelta en la solución del suelo y adsorbida en el complejo arcillo-húmico; juntas forman la fracción de nitrógeno del suelo fácilmente disponible para el arroz.

La forma amónica puede llegar al suelo de tres maneras:

- por el aporte de fertilizantes amoniales.
- por fijación del N_2 y posterior mineralización.
- por mineralización de la materia orgánica. Según algunos autores, más del 50 % del nitrógeno que absorbe la planta de arroz tiene su origen en el proceso que acabamos de citar.

Pero, también hay una serie de procesos que extraen nitrógeno amónico de la solución del suelo:

- la planta de arroz absorbe nitrógeno.
- los microorganismos del suelo absorben nitrógeno en un proceso que se conoce como inmovilización biológica o asimilación del nitrógeno. Este nitrógeno será devuelto más pronto o más tarde a la solución del suelo mediante la mineralización de la materia orgánica.
- el nitrógeno amónico puede quedar fijado entre las capas de arcilla por un proceso que se conoce como inmovilización química y que está influido, entre otros factores por la humedad del terreno: al secarse el terreno aumenta la tasa de inmovilización química. Con la inundación del suelo, parte de este nitrógeno volverá a estar disponible.

La inmovilización biológica y la química son dos mecanismos que hacen que el amonio esté indisponible temporalmente para la planta de arroz, pero no son mecanismos de pérdida de nitrógeno.

- los mecanismos que sí dan lugar a pérdidas de nitrógeno en un suelo inundado (Figura 4) son los siguientes:

Nitrificación: Paso de nitrógeno amónico a nítrico. Este proceso tiene lugar en la capa superficial del suelo o capa aeróbica.

Desnitrificación: Paso del nitrógeno en forma nítrica a N_2 gas. Afecta al nitrógeno nítrico presente en la capa reducida del suelo.

Volatilización del amonio: Paso del amonio a amoniaco gas.

Lixiviación: Pérdida de nitrógeno por percolación.

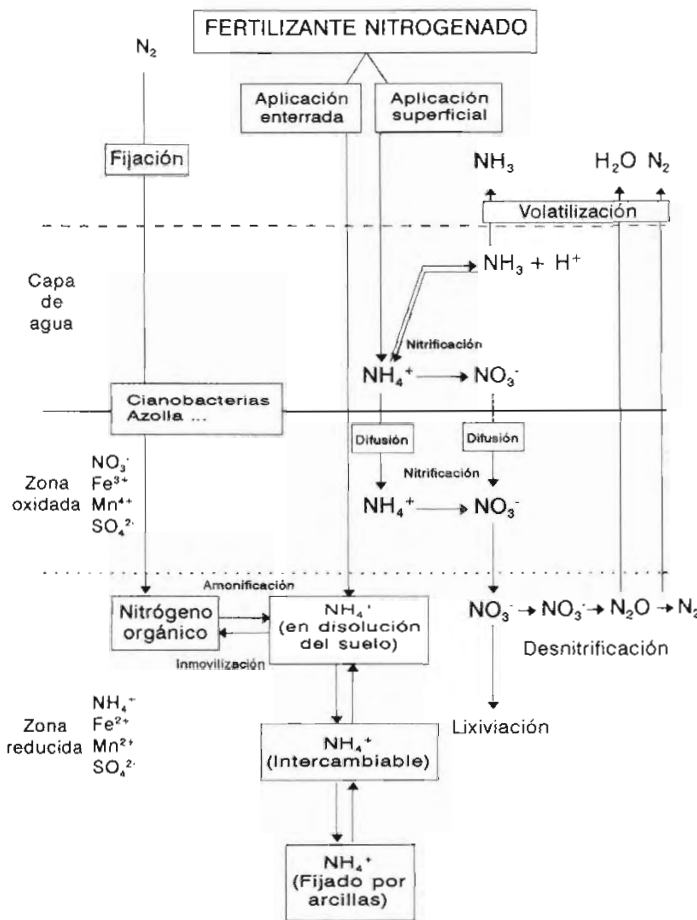
Arrastre superficial con el agua de riego.

Es difícil cuantificar las pérdidas de nitrógeno que se producen con estos pro-

cesos; por eso, las cifras dadas por los autores varían bastante según tipo de suelos, clima, prácticas de cultivo, etc. Lo que si se ha conseguido medir, utilizando la técnica del isótopo ^{15}N , es el destino del nitrógeno amoniacal que se incorpora

al suelo: del total de nitrógeno aplicado como fertilizante, la planta recupera el 40 %, otro 40 % se pierde por los mecanismos citados, y el 20 % restante queda inmovilizado en el suelo (Craswell, De Datta, 1980) (Fig. 4)

Figura 4. Transformaciones del nitrógeno en un suelo inundado de arroz



3.2. FÓSFORO

Entre las distintas formas de fósforo presentes en el suelo (Figura 5) se distinguen las siguientes:

a) Fósforo disuelto en la solución del suelo.

parte muy pequeña del fósforo presente en el suelo. Se trata de un fósforo instantáneamente disponible para la planta y si ésta lo utiliza, es repuesto de manera inmediata por la fracción intercambiable.

b) Fósforo adsorbido por el complejo arcillo-húmico.

Se encuentra en forma de fosfatos primarios y secundarios, y representa una

Es la parte principal de la reserva intercambiable. Los iones fosfato se despren-

CAMBIOS QUÍMICOS EN SUELOS INUNDADOS ABONADOS DEL ARROZ

den fácilmente del complejo arcillo-húmico para compensar las extracciones del fosfato de la solución del suelo. Es la forma propia de los suelos bien provistos en arcilla y humus y cuyo pH no desciende exageradamente.

c) *Fósforo orgánico.*

Forma parte de la materia orgánica y de los microorganismos de suelo. Se trata de una reserva que momentáneamente no está disponible para la planta pero que se puede liberar progresivamente a medida que la materia orgánica se mineraliza.

d) *Fósforo precipitado.*

Comprende el fósforo procedente de una precipitación lenta en medio calizo (fosfatos cálcicos) o en medio muy ácido (fosfatos de hierro y de aluminio). Se

trata de compuestos de diferente solubilidad.

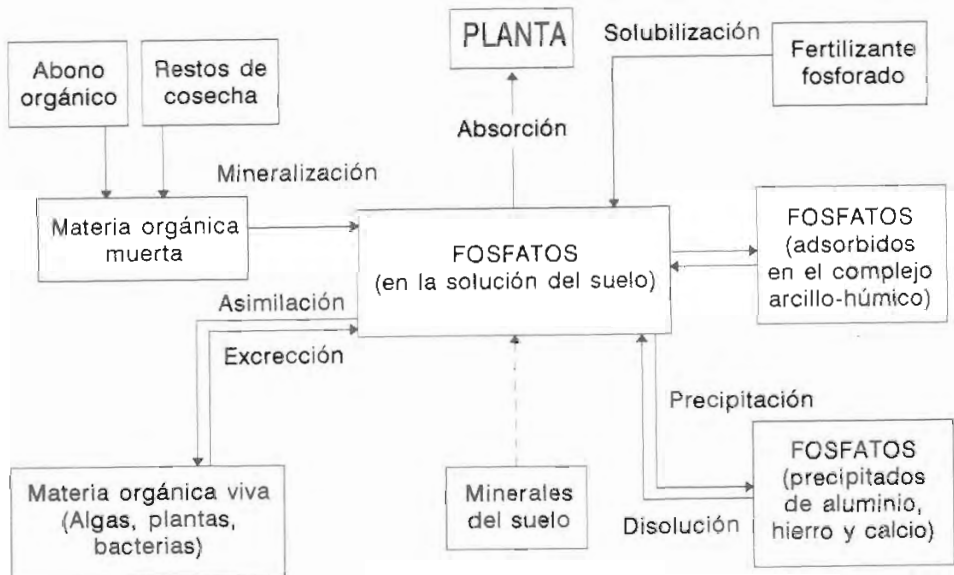
e) *Fósforo no disponible.*

Comprende todo el fósforo de los fosfatos insolubles procedentes de la roca madre. Es una reserva de fósforo de disposición a largo plazo.

La capacidad de suministrar fósforo de los suelos inundados es mayor que la de los suelos no inundados. La disponibilidad de fósforo en suelos inundados está estrechamente relacionada con el grado de reducción del suelo.

La reacción que contribuye en mayor manera a este cambio de disponibilidad del fósforo con la inundación es el paso de los iones férricos (Fe_2^+), con lo que el fosfato férrico insoluble pasa a fosfato ferroso más soluble.

Figura 5. Dinámica del fósforo en los suelos inundados



Otra manera de liberación del fosfato es la sustitución del ión fosfato de los compuestos citados por ácidos orgánicos liberados por los microorganismos del suelo.

Para la mayoría de los suelos, el pH estable que se alcanza después de varias semanas de inundación se sitúa entre 6,5 y 7. Como consecuencia se produce la hidrólisis de los fosfatos de hierro y aluminio al aumentar el pH del suelo con la inundación. También el fosfato cálcico insoluble en suelos calizos se hace soluble al bajar el pH con la inundación.

3.3. POTASIO

El aumento de la solubilidad del potasio y, en consecuencia, el aumento de su concentración en la solución del suelo, se debe a la inundación y al intercambio del potasio (K^+) con otros elementos como calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}) y sodio (Na^+), ya que el potasio no está sujeto a los procesos de reducción que se dan en la zona anaeróbica.

El potasio se encuentra en el suelo de las siguientes formas:

a) *Mineral o inerte.*

Formada por los minerales primarios, compuestos estables. Su liberación está subordinada a la meteorización. Es una reserva semipermanente de potasio.

b) *Intermedia.*

Es el potasio que se encuentra retenido entre las láminas o capas de minerales arcillosos y que es liberado en parte con la inundación del terreno. También se considera como forma intermedia el potasio que se encuentra formando parte como componente de la materia orgánica. Este potasio se incorpora a la solución del suelo cuando se descompone la materia orgánica. La forma intermedia es una reserva lentamente movilizable de potasio.

c) *Intercambiable.*

Es el potasio que se encuentra adsorbido en la superficie de los minerales arcillosos y de los compuestos orgánicos. Este potasio se puede intercambiar con otros cationes de la solución del suelo o ser adsorbido directamente por las raíces. Es una reserva fácilmente movilizable de potasio.

d) *Soluble.*

Es el potasio que se encuentra en la solución del suelo y que es una forma instantáneamente disponible para la planta. El potasio disponible para la planta de arroz, es decir, potasio de la solución del suelo y potasio intercambiable, adsorbido por los coloides del suelo, representan entre 1-2 % de la cantidad total de potasio del suelo.

Bajo ciertas condiciones, parte del potasio añadido como fertilizante es fijado por el suelo y no queda fácilmente disponible para las plantas de arroz. La forma no intercambiable o intermedia está en equilibrio dinámico con las formas disponibles y, por tanto, actúa como una reserva importante de potasio lentamente disponible.

3.4. MANGANESO

En suelos inundados, la reducción de los óxidos de Mn^{4+} a Mn^{2+} la realizan bacterias anaeróbicas del suelo. Después de la reducción, los iones Mn^{2+} , si el pH es ácido o ligeramente ácido, pueden permanecer en la solución del suelo o ser adsorbidos por el complejo de intercambio. Con un pH del suelo próximo a la neutralidad, el Mn^{2+} reducido puede precipitar como $MnCO_3$ (Ponnamperuma, 1977) o como óxidos e hidróxidos de Mn^{2+} . Esta precipitación justifica la disminución de solubilidad del manganeso que sigue al rápido aumento inicial, después de la inundación.

3.5. HIERRO

El hierro, que en suelos aerobios se encuentra en forma férrica (Fe^{3+}), es reducido a la forma ferrosa (Fe^{2+}) después de la inundación. Esta reducción es importante para proporcionar el Fe^{2+} que las plantas de arroz necesitan para su nutrición. Sin embargo, en determinadas condiciones (pH bajo, concentración alta de Fe^{2+}) puede aparecer toxicidad para la planta.

La concentración de hierro que produce toxicidad, varía con el pH de la solución del suelo. Una concentración alta de hierro en la solución del suelo no induce necesariamente toxicidad en las plantas de arroz. Dicha toxicidad puede estar influida por el estado fisiológico y nutricional de la planta (Tadano, 1976; citado por Tadano y Yoshida, 1978).

Las raíces del arroz tienen tres formas de contrarrestar la toxicidad debida al hierro (Yoshida, 1981):

1) Oxidación del hierro en la rizosfera, lo cual baja las concentraciones de hierro en el medio de crecimiento.

2) Exclusión del hierro de la superficie radicular, lo cual impide que el hierro entre en la raíz.

3) Retención del hierro en los tejidos de la raíz que impide la traslocación del hierro desde las raíces a los tallos.

3.6. AZUFRE

Las principales transformaciones del azufre en suelos inundados son la reducción del sulfato y la conversión del azufre orgánico en sulfuro de hidrógeno. El sulfuro puede reaccionar con iones tales como Fe^{2+} , Zn^{2+} y Cu^{2+} para producir sulfuros insolubles. De esta manera se protege a los microorganismos del suelo y a las plantas de los efectos tóxicos del sulfuro de hidrógeno.

3.7. SILICIO

El silicio disuelto en una solución acuosa se encuentra como ácido ortosilícico $\text{Si}(\text{OH})_4$. La concentración de silicio aumenta con la inundación y, luego disminuye gradualmente. El incremento en la concentración de silicio puede ser debida a la liberación del silicio adsorbido sobre los óxidos hidratados de Fe^{3+} , después de la reducción del Fe^{3+} a Fe^{2+} .

4. ABONADO DEL ARROZ

4.1. NITRÓGENO

El nitrógeno es, de todos los elementos nutritivos, el que incide de manera más directa sobre la producción y el que obtiene resultados más espectaculares.

Entre las funciones que desempeña el nitrógeno, podemos destacar las siguientes:

1) Influye positivamente sobre los factores de la producción: número de hijuelos por planta, número de espiguillas por panícula y porcentaje de espiguillas rellenas.

2) Aumenta la superficie foliar, lo que se traduce en un aumento de la actividad fotosintética de las plantas.

3) Aumenta la calidad del grano de arroz al aumentar su contenido proteico.

Aportaciones excesivas de nitrógeno producen un desarrollo vegetativo exagerado y una mayor susceptibilidad al encamado y a las enfermedades, con la consiguiente pérdida en cantidad y calidad de la producción final.

El abonado nitrogenado

La planta de arroz necesita absorber 19-21 Kg de nitrógeno para producir una tonelada de arroz (Tinarelli, 1989). Este nitrógeno lo absorbe la planta a lo largo de su ciclo de cultivo.

El nitrógeno absorbido por la planta de arroz se almacena en las hojas y, principalmente, en la hoja bandera. Después de la floración se realiza el transporte o traslocación de los compuestos sintetizados hacia la panícula y los granos en formación. Al terminar la maduración, los granos contienen el 75 % del nitrógeno asimilado por la planta. Después de la recolección, la paja de arroz contiene solamente un 0,5 % de nitrógeno respecto a la materia seca.

La planta de arroz absorbe el nitrógeno en forma amónica durante la fase vegetativa, hasta la iniciación de la panícula: este nitrógeno estimula el ahijamiento y favorece la producción de mayor número de panículas. Desde el inicio de la fase reproductiva, el arroz absorbe de manera preferente el nitrógeno en forma nítrica, pero también aunque en menor grado, absorbe la forma amónica; este nitrógeno favorece el incremento del número de espiguillas (Tadano y Yoshida, 1978; Tinarelli, 1989). Otro efecto del abonado de cobertera en estas fechas es el de mantener verdes las hojas después del espigado y contribuir de esta manera a una fotosíntesis activa.

El rendimiento del arroz está determinado básicamente por los siguientes componentes: número de panículas/m², número de espiguillas por panícula, porcentaje de espiguillas rellenas y el peso de los 1000 granos. Cada una de estas características se determina en una fase específica del desarrollo, estando las tres primeras muy influidas por el contenido en nitrógeno de la planta de arroz.

Por tanto, la época de aplicación del abonado nitrogenado es uno de los factores claves para poner el nitrógeno a disposición de las plantas en el momento adecuado. De este modo aumentaría la eficiencia del abonado. En general, la absorción del nitrógeno por el arroz es mucho más rápida en el abonado de cobertera que en el de fondo.

De los efectos del nitrógeno sobre la planta de arroz y de los numerosos traba-

jos realizados en todas las zonas arroceras del mundo, se deduce que la planta de arroz necesita el nitrógeno en dos momentos críticos del cultivo:

a) El primer momento crítico es en la fase de ahijamiento medio, aproximadamente 35-45 días después de la siembra. Es entonces cuando las plantas están desarrollando la vegetación necesaria para producir arroz.

b) El segundo momento crítico va desde el comienzo del alargamiento del entrenudo superior del tallo hasta que este entrenudo alcanza 1,5-2 cm.

Por tanto, el nitrógeno habrá que aportarlo en dos fases: la primera, como abonado de fondo, y, la segunda, al comienzo del ciclo reproductivo, es decir, a la iniciación de la panícula.

La iniciación de la panícula coincide con la fase en la que la planta de arroz desarrolla raíces sobre la superficie del suelo. Esto tiene lugar 65-75 días después de la siembra, según variedades y condiciones climáticas.

Para saber cuando hay que aplicar el abonado de cobertera a un campo hay que tomar una muestra de 20-25 tallos principales, seccionar cada uno de ellos longitudinalmente, por el centro, con un estilete muy cortante y observar el estado de la panícula. Cuando el 50 % de los tallos muestran un espacio hueco de 2 cm debajo de la panícula, quiere decir que la mayor parte del cultivo está en fase de diferenciación panicular. Es el momento de efectuar el abonado nitrogenado de cobertera.

Las dosis de nitrógeno a aplicar dependen de la variedad, el tipo de suelo, las condiciones climáticas, manejo de los fertilizantes, etc. Los resultados obtenidos en una experiencia realizada en el Departamento del Arroz sobre las ventajas del fraccionamiento del abonado nitrogenado sobre la aplicación única, nos indican que la dosis de 150 Kg de nitrógeno por hectárea distribuida en dos veces (75 % como

abonado de fondo, 25 % a la iniciación de la panícula) era la más aconsejable para el cultivo del arroz en nuestras condiciones.

En cuanto a la clase de abono a utilizar y el modo de aplicación distinguiremos entre el abonado de fondo y el de cobertera. En el primero, y según lo que hemos dicho anteriormente conviene utilizar fertilizantes amónicos y enterrarlos a unos 10 cm de profundidad, antes de la inundación, con una labor de grada. Con ello evitaremos las pérdidas de nitrógeno de las que hemos hablado.

En el abonado de cobertera a la iniciación de la panícula, se puede utilizar el nitrato amónico pues ya hemos dicho que la planta de arroz puede absorber nitrógeno en forma nítrica a partir de la iniciación de la panícula.

Los abonos nitrogenados utilizados normalmente son el sulfato amónico, la urea, o abonos complejos que contienen, además del nitrógeno, otros elementos nutrientes. También pueden utilizarse fertilizantes nitrogenados de liberación controlada, bien porque el propio fertilizante tenga capacidad propia de liberación lenta, como el IBDU (isobutiendiurea), UF (ureaform), etc., o porque el fertilizante lleve productos incorporados que controlen la liberación lenta del nitrógeno, como la DCD (Diciandiamida) y otros.

4.2. FÓSFORO

El fósforo también influye positivamente sobre la productividad del arroz pero sus efectos son menos espectaculares que los del nitrógeno.

Las funciones que ejerce el fósforo sobre la planta de arroz se pueden resumir en las siguientes:

- 1) Estimula el desarrollo radicular,
- 2) favorece el ahijamiento, influyendo positivamente sobre el número de tallos fértiles,

3) contribuye a la precocidad y uniformidad de la floración y de la maduración,

4) actúa sobre la síntesis y transporte de las proteínas y del almidón mejorando la calidad del grano, y

5) algunos autores indican que el fósforo actúa como fuente indirecta de nitrógeno porque los fertilizantes fosforados aumentan marcadamente la fijación biológica del nitrógeno.

El abonado fosfórico

Las plantas de arroz van absorbiendo fósforo a lo largo de todo el período de intensa actividad vegetativa, disminuyendo la tasa de absorción a partir de la floración, de tal manera que en el espigado o ejerción de la panícula ya se han absorbido los 2/3 del fósforo total. Este fósforo se acumula en un principio en hojas y tallos y durante el período de maduración se traslada a los granos, los cuales, en la época de la recolección, contienen las 4/5 partes del fósforo total absorbido por la planta. Esto quiere decir que con la recolección se saca del suelo casi todo el fósforo absorbido, fósforo que hay que reponer con el abonado.

Según esto, las plantas de arroz necesitan encontrar fósforo disponible en las primeras fases de su desarrollo. De ahí que es conveniente el aportar el abonado fosforado como abonado de fondo.

En cuanto a las cantidades de fósforo a aplicar, los autores recomiendan cantidades que van desde los 50-80 Kg de P_2O_5 /ha. Las primeras cifras se recomiendan para terrenos arcillo limosos bien provistos de materia orgánica, mientras que la última cifra se debe aplicar a terrenos sueltos y ligeros, con poca capacidad de retención.

Los abonos que se pueden utilizar son el superfosfato de cal, el súper triple y el fosfato biamónico.

4.3. POTASIO

Las principales funciones del potasio se pueden resumir en las siguientes:

1) El potasio no forma parte de ningún compuesto orgánico de la planta pero es cofactor de más de 40 enzimas. Juega un importante papel en los procesos fisiológicos de la planta.

2) Aumenta la resistencia al encamado ya que el potasio hace aumentar el espesor de las paredes del tallo, especialmente en la base de la planta.

3) Induce en el arroz una mayor resistencia a las enfermedades (*Piricularia*, *Helminthosporium*) y a las condiciones climáticas desfavorables.

4) Influye sobre la producción al tener un efecto positivo sobre el porcentaje de granos maduros, sobre el peso de los 1000 granos y sobre el rendimiento en enteros.

El abonado potásico

La absorción del potasio durante el ciclo de cultivo transcurre de manera similar a la del nitrógeno.

Las cantidades de nitrógeno y potasio absorbidas por las plantas de arroz son prácticamente iguales. Sin embargo, aportes elevados de potasio realizados en experiencias de campo raras veces se han traducido en incrementos de producción

como sucede con el nitrógeno. Esto se puede explicar por un aporte natural de potasio que tiene lugar de distintas maneras: con el agua de riego; por la descomposición de minerales de alto contenido en potasio; por la descomposición de la materia orgánica; la quema o la incorporación al suelo de la paja y de los rastrojos devuelve al suelo la mayor parte del potasio extraído por la cosecha ya que la paja de arroz contiene en la recolección las 3/4 partes del potasio total absorbido. Esto quiere decir que, salvo en casos raros, el suelo de un arrozal tiene una riqueza natural en potasio que hace que los aumentos adicionales que se realizan con el abonado no se traduzcan en aumentos espectaculares de la producción.

De lo dicho anteriormente se deduce la dificultad de la recomendación de las cantidades de potasio que hay que aplicar al suelo. Como orientación les daré las cifras que el profesor Tinarelli cita en su libro "El cultivo del arroz": se pueden emplear dosis que varían entre 80 y 150 Kg de óxido de potasio por hectárea. Las cifras altas se utilizarán en terrenos sueltos que tienen pérdidas por infiltración y cuando se utilicen dosis altas de nitrógeno, para evitar desequilibrios entre ambos elementos.

El potasio se puede incorporar al terreno como abonado de base con el fósforo y se puede utilizar el sulfato potásico o un abono complejo. El fraccionamiento del abonado potásico se utiliza preferentemente en terrenos bastante arenosos y sueltos, pobres en materia orgánica.

5. BIBLIOGRAFÍA

DE DATTA S. K., 1986. Producción de Arroz: Fundamentos y Prácticas. Ed. Limusa. México D. F. pp. 690.

PATRICK W. H. Jr., REDDY C. N., 1978. Chemical changes in rice soils. In I.R.R.I. (Ed.): Soils and Rice. Los Baños, Philippines. pp. 361.379.

PONNAMPERUMA F. N., 1977. Physiochemical properties of submerged soils in relation to fertility. IRRI Research Paper Series. Number 5. February. The International Research Institute. Manila, Philippines. 32 pp.

ROGER P. A., ZIMMERMAN W. J., LUMPKIN T. A., 1993. Microbiological

Management of Wetland Rice Fields. In METTING F. B. (Ed.): Soil Microbial Ecology Applications and Environmental Management. Marcel Dekker Inc. NY. pp 417-455.

TADANO T., YOSHIDA S., 1978. Chemical changes in submerged soils and their effect on rice growth. In IRRI (Ed.): Soils and Rice. Los Baños, Philippines. pp 399-420.

TINARELLI A., 1989. El arroz. Edit. Mundi Prensa. Madrid. 575 pp.

YOSHIDA S., 1981. Fundamental of Rice Crop Science. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines. 269 pp.

RESULTADOS DE DOS EXPERIENCIAS DE ABONADO DEL ARROZ EN VALENCIA

JUAN BAUTISTA SENDRA GARRIGÓS
*Departamento del Arroz. I.V.I.A.
Valencia.*

1. INTRODUCCIÓN

Durante cuatro años (1980-1983), realizamos una experiencia de abonado cuya finalidad era estudiar el efecto de distintas

dosis de nitrógeno, fósforo y potasio sobre la producción y otros parámetros del arroz (Sendra et al., 1986). Nos ocuparemos del estudio de los datos referidos a la producción (Tabla 1, Ensayo 1).

ENSAYO 1			ENSAYO 2		
Dosis de fertilizante (kg/ha)	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento relativo(%)	Dosis de fertilizante (kg/ha)	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento relativo(%)
N:			N:		
0 (N ₀)	4751	100	75 (N ₁)	6729	100
50 (N ₁)	5424	114	150 (N ₂)	7340	109
100 (N ₂)	6179	130	225 (N ₃)	7269	108
150 (N ₃)	6742	142	300 (N ₄)	6891	102
200 (N ₄)	7024	148			
250 (N ₅)	6952	146			
300 (N ₆)	6599	132			
P ₂ O ₅ :			P ₂ O ₅ :		
0 (P ₀)	5410	100	0 (P ₀)	7016	100
50 (P ₁)	5897	109	75 (P ₁)	7068	101
100 (P ₂)	6179	114	150 (P ₂)	7087	101
150 (P ₃)	6060	112			
K ₂ O:			K ₂ O:		
0 (K ₀)	5864	100	0 (K ₀)	7096	100
50 (K ₁)	6077	104	100 (K ₁)	7018	99
100 (K ₂)	6179	105			
150 (K ₃)	6083	104			

Análisis de suelos

Ensayo 1

Ensayo 2

Materia orgánica

2,37 %

4,8 %

Fósforo extraíble (Olsen)

7,0 pp

37,0 ppm

Potasio (ac. amónico)

193,0 ppm

283,0 ppm

Tabla 1. Comparación del efecto del nitrógeno, fósforo y potasio sobre el rendimiento del arroz en dos ensayos realizados en dos suelos diferentes.

2. NITRÓGENO

La adición de nitrógeno produjo una respuesta positiva en el rendimiento. Los aumentos resultaron significativos hasta el nivel N_3 (150 kg N/ha); con los tratamientos N_4 y N_2 también se obtuvieron aumentos de rendimiento, si bien no fueron significativos, y, con aplicaciones superiores a 200 kg N/ha se registró una progresiva disminución de la productividad. Según la curva de respuesta al abonado nitrogenado, la dosis máxima (la dosis que produce mayor beneficio económico) fue de 187 kg N/ha.

3. FÓSFORO

La aplicación del abonado fosforado también produjo aumentos significativos de la producción. Según la curva de respuesta al abonado fosforado, la dosis máxima fue de 112 kg P_2O_5 /ha y la dosis óptima fue de 95 kg P_2O_5 /ha. Estos resultados ponen de manifiesto que en suelos cuyo nivel de fósforo asimilable (método Olsen) sea de 7 ppm, cabe esperar una respuesta positiva al abonado fosforado.

4. POTASIO

Los resultados indican que la fertilización potásica no influyó sobre el rendimiento, de donde se deduce que el nivel de potasio de 193 ppm parece ser adecuado para satisfacer las necesidades de este elemento en el cultivo del arroz.

Entre 1984 y 1987, basándonos en los resultados obtenidos en la experiencia anterior, pusimos en marcha un nuevo ensayo en el que estudiamos las ventajas de la aplicación fraccionada del abonado nitrogenado sobre la aplicación única. Al mismo tiempo se montó un ensayo paralelo en el que tratábamos de confirmar los resultados obtenidos en la experiencia anterior (Sendra et al., 1993). En este caso estudiaremos la influencia de los tratamientos ensayados sobre los rendimientos y tres parámetros de calidad del arroz (Índice N, contenido en amilosa y consistencia del gel).

Los datos de producción referentes al ensayo NPK están reflejados en la Tabla 1, Ensayo 2, y los del fraccionamiento en la Tabla 2. Los resultados indican que el efecto de la dosis de nitrógeno sobre la producción resultó significativo y que el rendimiento más alto se obtuvo con la dosis N_2 (150 kg N/ha) en ambos ensayos.

TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN
N₁ (75 kg N/ha)	
F ₁	6310
F ₂	6886
F ₃	6901
F ₄	7135
F ₅	6691
Media	6785
N₂ (150 kg N/ha)	
F ₁	7421
F ₂	7777
F ₃	7736
F ₄	7458
F ₅	6904
Media	7459
N₃ (225 kg N/ha)	
F ₁	7554
F ₂	7849
F ₃	7354
F ₄	6940
F ₅	6357
Media	7211
DMS 5 %	313
Significación dosis de N	**
Significación fraccionamiento	**
Interacción N x fraccionamiento	**
Interacción año x tratamiento	N.S.

F₁: Todo antes de la siembra.

F₂: 3/4 antes de la siembra y el resto a la iniciación de la panícula.

F₃: 1/2 antes de la siembra y el resto a la iniciación de la panícula.

F₄: 1/4 antes de la siembra y el resto a la iniciación de la panícula.

F₅: Todo a la iniciación de la panícula.

Los datos representan las medias de las 4 repeticiones durante los 4 años del ensayo.

Tabla 2. Influencia de la dosis de nitrógeno y modalidad de fraccionamiento en la producción de arroz.

RESULTADOS DE DOS EXPERIENCIAS DE ABONADO DEL ARROZ EN VALENCIA

En cuanto al fraccionamiento, su efecto sobre la producción fue significativo. La aplicación fraccionada del abonado nitrogenado resultó más eficaz para aumentar el rendimiento que la aportación única del nitrógeno, tanto antes de la siembra (F_1) como en la fase de iniciación de la panícula (F_5), con las tres dosis de nitrógeno utilizadas. Sin embargo, la modalidad de fraccionamiento más adecuada resultó afectada por la dosis del abonado nitrogenado. Así, mientras el fraccionamiento F_4 dio producciones más altas que F_3 ó F_2 con la dosis baja de nitrógeno (75 kg N/ha), el fraccionamiento F_2 resultó más eficaz para aumentar la producción que el F_3 ó el F_4 con las dosis intermedia y alta (150 y 225 kg N/ha, respectivamente). Entre las dos modalidades de aplicación única del nitrógeno, la aplicación en la fase de iniciación de la panícula (F_5) dio la producción mas alta con la dosis más baja de nitrógeno (75 kg N/ha); en cambio, la aportación única antes de la siembra (F_1) produjo valores más altos del rendimiento con las dosis

intermedia y alta de nitrógeno (150 y 225 kg N/ha, respectivamente).

Desde el punto de vista económico, el tratamiento N_2F_2 resultó ser el más interesante porque, a pesar de que su producción fue menor que la obtenida con N_3F_2 , dicho tratamiento dio un aumento de rentabilidad con respecto a los tratamientos N_3F_2 y N_2F_1 de 2.895 y 13.500 pts., respectivamente.

En cuanto a los parámetros de calidad, los resultados obtenidos nos indican que el incremento de la dosis de nitrógeno se tradujo en aumentos del índice N (el índice N mide el contenido en proteínas en la capa externa del grano de arroz, parámetro que, según sus autores, está altamente correlacionado con el contenido total de proteínas del arroz). El fraccionamiento del abonado nitrogenado produjo aumentos del índice N a medida que se incrementaba la cantidad de nitrógeno aportada en cobertera, a la iniciación de la panícula.

Figura 1. Efecto de distintas dosis de nitrógeno, fósforo y potasio sobre la producción de arroz.

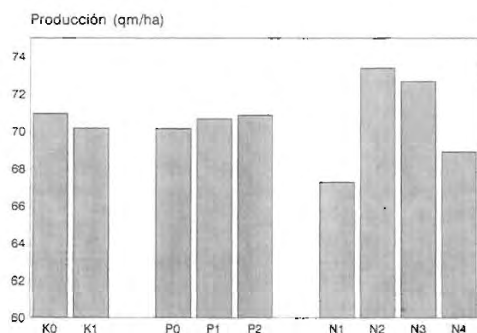


Figura 3. Efecto de distintas dosis de nitrógeno, fósforo y potasio sobre el "índice N".

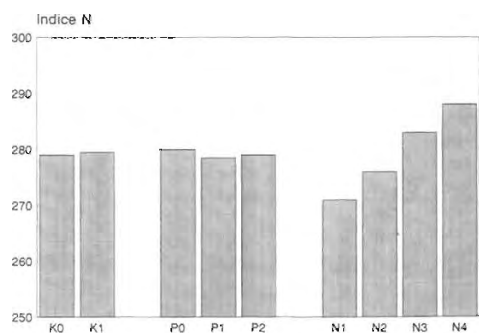


Figura 2. Efecto del fraccionamiento del abonado nitrogenado sobre la producción de arroz.

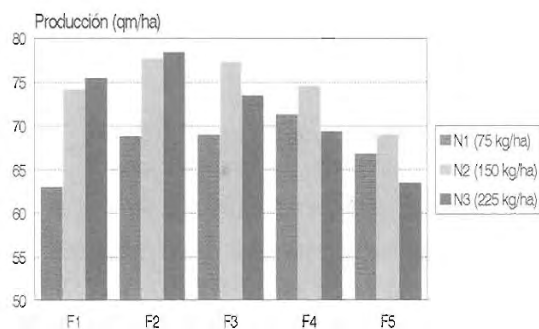
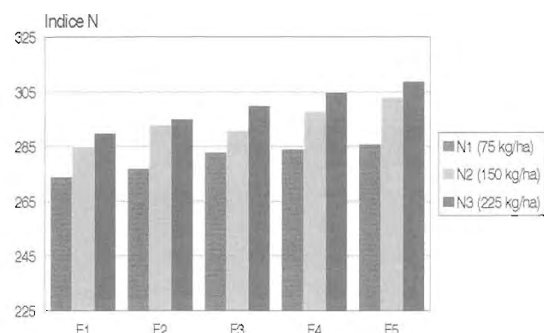


Figura 4. Efecto del fraccionamiento del abonado nitrogenado sobre el "índice N".



Ni el aumento de la dosis de nitrógeno ni el fraccionamiento del abonado nitrogenado produjeron efectos significativos sobre el contenido de amilosa o sobre la consistencia del gel.

5. FERTILIZACIÓN FOSFO-POTÁSICA

Ni el fósforo ni el potasio ni sus interacciones afectaron significativamente a la producción de arroz ni a los tres parámetros de la calidad.

La falta de respuesta del arroz a la fertilización fosforada era previsible dado el nivel de fósforo asimilable del suelo (P Olsen: 34 ppm). Distintos autores señalan que a partir de 20 ppm de fósforo (Olsen) sólo es posible obtener respuesta en algunos cultivos hortícolas, Tinarelli (1989) indica que el nivel óptimo de fósforo asimilable en terrenos de arrozal era > 16 ppm.

Por lo que respecta al potasio, se indica que no cabe esperar respuesta del arroz al abonado potásico cuando el contenido de potasio intercambiable, extraído por el método del acetato amónico, es de 200 ppm.

6. BIBLIOGRAFÍA

DE DATTA S. K. (1986). Producción de arroz: Fundamentos y prácticas. Ed. Limusa. México D. F. pp. 690.

PATRICK W. H. Jr., REDDY C. N. (1978). Chemical changes in rice soils. In I.R.R.I. (Ed.): Soils and Rice. Los Baños, Philippines. pp 361-379.

PONNAMPERUMA F. N. (1977). Physicochemical properties of submerged soils in relation to fertility. I.R.R.I. Research Paper Series. Number 5. February. The International Research Institute. Manila. Philippines. 32 pp.

ROGER P.A., ZIMMERMAN W. J., LUMPKIN T. A. (1993). Microbiological Management of Wetland Rice Fields. In: MEETING F. B. (Ed.): Soil Microbial Ecology Applications and Environmental Management. Marcel Dekker Inc. NY. pp 417-455.

SENDRA J. B., POMARES F., ESTELA M. (1986). Respuesta del arroz a la fertilización nitrogenada, fosfórica y potásica en la Ribera del Júcar (Valencia). II Congreso Nacional de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. Vol. 1, pp 544-551.

SENDRA J. B., CARRERES R., POMARES F., ESTELA M., TARAZONA F. (1993). Efecto de la fertilización nitrogenada, fosforada y potásica sobre el rendimiento y el desarrollo vegetativo del arroz en Valencia. Investig. Agr.: Prod. Prot. Veg., Vol. 8(2), pp 221-234.

TADANO T, YOSHIDA S. (1978). Chemical changes in submerged soils and their effect on rice growth. In I.R.R.I. (ed.): Soils and Rice. Los Baños, Philippines. pp 399-420.

TINARELLI A. (1989). El arroz. Edit. Mundi Prensa. Madrid. 575 pp.

YOSHIDA S. (1981). Fundamental of Rice Crop Science. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines. 269 pp.

INFLUENCIA DE LA DOSIS DEL ABONADO NITROGENADO DE FONDO SOBRE LOS COMPO- NENTES DEL RENDIMIENTO Y EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL ARROZ

MANUEL AGUILAR PORTERO
DANIEL GRAU SAN ANDRÉS
JUAN MANUEL CONTRERAS GALLARDO
*C.I.D.A. Las Torres y Tomejil. Alcalá del
Río, Sevilla.*

1. INTRODUCCIÓN

En el sur de España, sobre todo en Andalucía, la mayor parte de las variedades de arroz de grano largo son de origen californiano, las técnicas culturales son similares y sólo unas condiciones climáticas algo más secas que en la región andaluza distinguen básicamente ambas zonas arroceras, por lo que los resultados de esta investigación pueden ser una buena referencia para el arrozal andaluz, donde no se han llevado a cabo otros trabajos sobre este aspecto agronómico.

En California, en arrozales de inundación permanente, son normales las fertilizaciones nitrogenadas con dosis comprendidas entre 110-150 lb/acre, unos 120-165 Kg/ha, según la variedad y la fertilidad del suelo. Estas aportaciones son llevadas a cabo generalmente en fondo, es decir, antes de la siembra. Sólo excepcionalmente se realizan abonados nitrogenados en cobertera. En otros países de clima mediterráneo los agricultores utilizan aportaciones similares (Tinarelli, 1989).

Dada la importancia de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento en grano del arrozal, es conveniente conocer la dosis más adecuada para cada variedad así como su influencia sobre los componentes del rendimiento y otros parámetros agronómicos como son el ciclo, la altura de planta, el encamado y la humedad del grano a fin de obtener un mejor conocimiento de dicha respuesta productiva.

Tanaka et al., (1966) comprobaron que la altura de una planta de arroz en floración está positivamente correlacionada con la longitud del ciclo a maduración. Una planta más alta es más susceptible al encamado y posee una menor respuesta al nitrógeno (Yoshida, 1978). Panículas con un bajo porcentaje de flores estériles a altas dosis de nitrógeno permiten la aportación de mayores cantidades de abono nitrogenado y mayores rendimientos (Yoshida, 1981). En experimentos llevados a cabo por este investigador duran-

te 1972 en el IRRI (Filipinas) se obtuvo que el número de espiguillas por metro cuadrado es el componente que más influye sobre el rendimiento en grano, seguido por el porcentaje de granos llenos, siendo el peso de los 1000 granos el componente relativamente menos influyente. En algunos lugares y en determinadas condiciones climáticas, el porcentaje de granos llenos puede llegar a ser el factor más limitante del rendimiento (Yoshida, Parao, 1976).

Según Yoshida et al. (1972) conforme la cantidad de nitrógeno absorbida por el cultivo hasta espigado se incrementa, el número de panículas por metro cuadrado aumenta, aunque con dosis muy altas los incrementos no son significativos. Cuando se aplican altas fertilizaciones nitrogenadas aumenta el porcentaje de granos vacíos, siendo algunas variedades especialmente sensibles. En general, el peso de los 1000 granos es un carácter muy estable para cada variedad. (Sasaki, Wada, 1975).

El incremento de rendimiento obtenido con la aplicación de nitrógeno es mayormente debido al aumento en el número de panículas y no al mayor tamaño de las mismas. Existe una tendencia de que el tamaño de las panículas disminuya a medida que aumenta el número de ellas. Cuanto mayor es el tamaño de las panículas, más alta es la planta, lo cual hace que los cultivares de arroz con panículas largas y pesadas sean más susceptibles al encame, especialmente con altas aportaciones nitrogenadas. De este modo, la respuesta al nitrógeno de las variedades con un gran número de panículas es mayor que la observada en variedades de arroz con panículas pesadas. En los primeros, el incremento productivo puede lograrse con una alta aplicación de nitrógeno combinada con una alta densidad de plantas. (De Datta, 1986).

Este trabajo fue diseñado para estudiar el efecto de un amplio rango de dosis de nitrógeno sobre el comportamiento agronómico, especialmente sobre los componentes del rendimiento, de diver-

INFLUENCIA DE LA DOSIS DEL ABONADO NITROGENADO DE FONDO SOBRE LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO Y EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL ARROZ

Los cultivares tipo Índica y Japónica de arroz en California (EE.UU.), en condiciones de clima mediterráneo.

88-Y-774, Índica de grano largo y ciclo muy temprano que ahora como cultivar se denomina L-203; y por último M-103, tipo Japónica, de grano medio y ciclo muy temprano.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Los experimentos de campo fueron llevados a cabo en Biggs y Dingville, en el Valle del Río Sacramento (California), durante 1990. Los suelos son aluviales con textura franco arcillosa, representativos de esta zona arrocería, la más importante de California. La siembra se realizó el 12 de mayo en Dingville y el 23 del mismo mes en Biggs. El clima es algo más fresco en esta localidad, especialmente al final del verano.

El diseño estadístico fue de parcelas divididas (split-plot) con cuatro repeticiones, correspondiendo la parcela principal a la dosis de nitrógeno y la subparcela al cultivar. La superficie de la parcela elemental fue 10 x 27 pies (1 pie = 30.48 cm.).

Las diferentes dosis de nitrógeno se incorporaron al suelo con abonadora de ensayos de seis surcos, previa calibración de la máquina. No se aplicó nitrógeno en cobertera. La siembra se realizó a mano, empleando una dosis de 160 Kg/Ha.

La cosecha se llevó a cabo con cosechadora de ensayos durante el 23 y el 24 de septiembre. Las restantes prácticas culturales fueron las normales en la zona e idénticas para todas las parcelas elementales.

Las dosis de nitrógeno aportadas fueron ocho, en forma de urea 46 %, que expresadas en libras de nitrógeno por acre son: 0-30-60-90-120-150-180-210. (1 libra = 453.6 g.; 1 acre = 4.047 m²; por tanto 1 lb/acre es aproximadamente igual a 1.12 Kg/Ha).

Los cinco cultivares ensayados fueron: L-202, de tipo Indica, ciclo temprano y grano largo; M-202 y M-203, ambas Japónicas de grano medio y ciclo temprano;

Los parámetros considerados y los muestreos efectuados se exponen a continuación con la salvedad de que los componentes del rendimiento se obtuvieron sólo en dos (L-202 y M-202) de los cinco cultivares ensayados.

1) Ciclo a floración, considerado como el número de días desde la siembra a 50% de plantas espigadas. Se tomaron muestras de 50 plantas cada dos días desde antes de iniciarse el espigado.

2) Altura de la planta, considerada como la distancia desde la superficie del suelo al extremo de la panícula erecta. Se llevó a cabo inmediatamente antes de la cosecha sobre una muestra de 10 plantas.

3) Porcentaje de encamado en cosecha. Se cuantificó "de visu".

4) Humedad del grano en cosecha, tomada sobre una muestra de 100 g.

5) Número de panículas por metro cuadrado, tomándose una muestra de 0.5 m², mediante aro metálico.

6) Número de granos llenos por panícula. Muestra de 80 panículas. Se utilizó un separador de granos llenos y vacíos mediante chorro de aire y columna de metacrilato con separadores a distintas alturas. También se determinó el porcentaje de granos vacíos.

7) Peso de los 1000 granos, usando los granos llenos anteriores y empleando un contador de granos y balanza de precisión.

8) Rendimiento. Kg/Ha de grano al 14% de humedad de toda la parcela elemental.

El análisis estadístico fue realizado de acuerdo con Snedecor, Cochran (1967) y Steel, Torrie (1985). Las comparaciones entre medias fueron realizadas empleándose el test LSD a nivel del 5% de probabilidad.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 CICLO A FLORACIÓN

La siembra más tardía en Biggs supuso un acortamiento del ciclo a floración, debido a las mayores temperaturas que se producen en esa época del año, con relación a lo registrado en Dingville. Se obtuvieron diferencias significativas entre los cultivares, siendo M-103 el más precoz y L-202 el más tardío. El ciclo se alargó al aumentar la dosis de nitrógeno. El cultivar más sensible es L-202 con unos 8 días de diferencia entre dosis extremas de nitrógeno, mientras que en M-203 apenas hubo variación (Tablas 1 y 2).

En Biggs se detectó una correlación significativa entre dosis de nitrógeno y ciclo a floración (Tabla 4).

El ciclo está positivamente correlacionado con el número de panículas/m² y el porcentaje de granos vacíos. En Dingville existe correlación significativa con el rendimiento, aunque en Biggs no se detecta dicha significación a causa, probablemente, del incremento del porcentaje de granos vacíos. Se aprecia una correlación negativa del ciclo con el encamado, granos llenos/panícula y peso de 1000 granos (Tabla 3).

Variedad	Dosis nitrógeno (lb/acre)	Ciclo a floración (días)	Altura planta (cm)	Encamado en cosecha (%)	Humedad del grano (%)	Producción (Kg./ha. al 14% de hdad)
	0	82,2	61,1	8,2	17,1	7132,6
	30	83,6	84,5	19,5	17,4	8238,9
	60	84,9	87,7	45,5	18,5	9051,1
	90	85,2	88,9	45,5	19,6	8745,2
	120	86,3	90,5	57,0	20,8	8328,9
	150	87,2	91,4	54,0	20,9	7956,8
	180	87,4	93,0	55,0	20,6	7856,3
	210	87,9	91,3	57,0	20,9	7856,4
L-202		90,6	80,3	8,1	19,5	8167,7
M -202		84,3	90,1	57,5	20,3	8000,2
M -203		84,1	90,9	78,9	19,7	7851,9
88-Y-774		87,7	84,9	4,4	18,4	9072,9
M -103		81,2	83,8	72,2	19,3	7511,3
C.V. (%)		1,6	6,3	62,7	5,2	7,2
M D S N (0.05)		0,9	21,5	13,5	0,9	487,9
M D S V (0.05)		0,7	2,7	13,5	0,5	286,6
M D S N X V (0.05)		1,7	7,6	38,5	0,7	873,8

Tabla 1. Influencia de la dosis de abonado nitrogenado sobre el ciclo, la altura de la planta, encamado, humedad y rendimiento en grano de cinco variedades de arroz. Biggs 1990.

**INFLUENCIA DE LA DOSIS DEL ABONADO NITROGENADO DE FONDO
SOBRE LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO Y EL
COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL ARROZ**

Variedad	Dosis nitrógeno (lb/acre)	Ciclo a floración (días)	Altura planta (cm)	Encamado en cosecha (%)	Humedad del grano (%)	Producción (Kg./ha. al 14% de hdad)
	0	88,6	66,9	1,0	15,2	3981
	30	88,3	75,3	1,0	14,1	6340
	60	88,3	83,6	11,4	13,9	8639
	90	89,4	87,3	29,9	14,5	9465
	120	90,1	92,5	50,6	16,7	10166
	150	90,7	94,3	60,6	17,0	9952
	180	92,0	90,4	65,2	17,7	9599
	210	91,9	96,7	81,6	17,1	8782
L-202		96,6	81,1	8,0	15,5	8668
M-202		88,0	87,7	51,6	16,3	8365
M-203		87,1	91,1	61,3	16,2	7828
88-Y-774		93,0	84,7	20,2	15,0	9560
M-103		85,2	84,9	47,4	15,7	7410
C.V. (%)		1,8	6,1	43,2	6,9	11
MDS N (0,05)		1,2	12,1	8,8	1,7	657
MDS V (0,05)		0,8	12,6	8,1	0,6	491
MDS NXV (0,05)		2,2	7,3	22,8	1,8	1389

Tabla 2. Influencia de la dosis de abonado nitrogenado sobre el ciclo, altura de la planta, encamado, humedad y rendimiento en grano de cinco variedades de arroz. Dingville 1990.

Carácter	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 - Ciclo a	-	0,06	-0,24	0,01	0,11**	-0,46*	-0,89**	0,62*	-0,43*
2 - Altura	0,28	-	0,74**	0,53**	0,69**	0,70**	-0,26	0,30	0,74**
3 - %	-0,37*	0,57**	-	0,80**	0,19	0,75**	0,06	0,14	0,28
4 - % Humedad	0,39*	0,68**	0,59**	-	0,31	0,52*	-0,20	0,0	0,18
5 - Panículas/ m²	0,69**	0,38	-0,01	0,57*	-	0,09	-0,74**	0,60*	0,72**
6 - Granos	-0,67**	0,17	0,40	-0,23	-0,75**	-	0,33	-0,31	0,62*
7 - Peso de	-0,71**	-0,18	0,11	-0,34	-0,77**	0,76**	-	0,57*	-0,26
8 - % Granos	0,60*	0,31	0,11	0,69**	0,75**	-0,71**	-0,93**	-	0,10
9 - Kg/ha al 14% de humedad	0,26	0,12	-0,41*	-0,21	0,06	0,43*	0,21	-0,29	-

* Significativo al 5 %

** Significativo al 1 %

Tabla 3. Correlación entre todos los caracteres estudiados. Los valores correspondientes a Dingville se encuentran por encima de la diagonal y los de Biggs por debajo. Media de cinco variedades de arroz. 1990.

	Biggs	Dingville
Días a floración	0.50**	0.29
Altura de planta.	0.69**	0.84**
Encamado (%)	0.38**	0.72**
Paniculas/m ²	0.74**	0.81**
Granos llenos/ paniculas	0.63**#	0.68**#
Peso de 1000 granos	-0.75**	-0.44
Granos vacíos (%)	0.86**	0.51*
Kg/ha al 14% de Hdad.	0.57**#	0.90**#

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

Correlaciones cuadráticas.

Tabla 4. Correlaciones entre las dosis de abonado nitrogenado en fondo y los diversos caracteres estudiados. Media de dos variedades de arroz, L-202 y M-202. 1990.

3.2. ALTURA DE LA PLANTA

En ambas localidades, M-203 es el cultivar más alto y L-202 el más bajo. Al incrementar la dosis de nitrógeno aumenta la altura de la planta, aunque entre las dosis más altas las diferencias no son significativas, incluso una pequeña disminución se observa en Biggs por encima de 180 lb/acre (Tablas 1 y 2). Esta respuesta coincide con lo indicado por Tanaka et al. (1966).

La altura de la planta está correlacionada con el encamado y la humedad del grano en cosecha (Tabla 3), resultados similares a los obtenidos por Yoshida (1978).

3.3. ENCAMADO EN RECOLECCIÓN

Los cultivares M-203, M-103 Y M-202 son los más susceptibles, siendo L-202 y 88-Y-774 los más resistentes. El encamado se incrementa significativamente con el aumento de nitrógeno, aunque en Biggs se observa una estabilización por encima de las dosis medias. L-202 aumenta notablemente su encamado por encima de 180 lb/acre de nitrógeno (Tablas 1 y 2).

En cualquier caso el encamado provoca una disminución significativa del rendimiento en Biggs. Por el contrario, existe una correlación positiva entre encamado y humedad del grano en ambas localidades (Tabla 3). Esto trae consigo mayor incidencia de enfermedades y menor calidad del grano.

3.4. HUMEDAD DEL GRANO EN RECOLECCIÓN

El clima algo más fresco de Biggs así como la siembra más tardía acarrearán, en general, un aumento de la humedad del grano en relación a Dingville. No existen grandes diferencias entre los cultivares ensayados, dado que son de ciclos temprano o muy temprano. En ambas localidades 88-Y-774 tiene menos humedad que las restantes variedades, siendo significativa esta diferencia en Biggs. Al incrementarse la dosis de nitrógeno aumenta la humedad del grano, aunque por encima de 120 lb/acre las diferencias no son significativas (Tablas 1 y 2).

La humedad está también correlacionada con la altura de la planta y el encamado. Su relación con los distintos componentes del rendimiento varía según localidades (Tabla 3).

INFLUENCIA DE LA DOSIS DEL ABONADO NITROGENADO DE FONDO SOBRE LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO Y EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL ARROZ

3.5. PANÍCULAS POR METRO CUADRADO

El cultivar L-202 alcanza mayores valores que M-202 (Fig. 1 y 2). Se observa una correlación significativa entre el número de panículas por metro cuadrado y el ciclo a floración así como con el porcentaje de granos vacíos, es decir, a más panículas mayor proporción de granos vacíos. Existe una correlación negativa

con el peso de los 1000 granos y, en Dingville, al aumentar el número de panículas se incrementa el rendimiento en grano (Tabla 3). Esta correlación positiva entre el número de panículas y la producción coincide con lo descrito por otros investigadores como De Datta (1986). Al aumentar la dosis de nitrógeno se incrementa el número de panículas (Fig. 1 y 2), de acuerdo con los resultados alcanzados por Yoshida et al., (1972).

Figura 1. Influencia de la dosis del abonado nitrogenado sobre el número de panículas/m² en dos variedades de arroz. Biggs 1990.

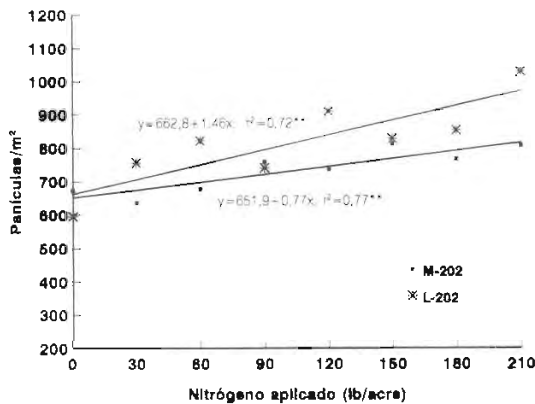
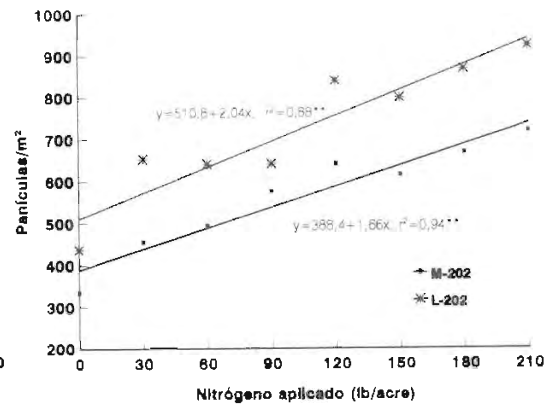


Figura 2. Influencia de la dosis del abonado nitrogenado sobre el número de panículas/m² en dos variedades de arroz. Dingville 1990.



3.6. GRANOS LLENOS POR PANÍCULA

Al contrario de lo observado con el anterior componente del rendimiento, M-202 alcanza mayores valores que L-202.

La relación entre la dosis nitrógeno aportada y el número de granos llenos por panícula es de tipo parabólica. En Dingville podemos apreciar una estabilización, incluso un pequeño decrecimiento del número de granos llenos, por encima de las 150 lb/acre. En Biggs el número de granos llenos decreció ligera y constantemente conforme se incrementó el abonado (Fig. 3 y 4).

Se encuentra una correlación con el ciclo y con el peso de los 1000 granos. En Dingville se aprecia correlación con el ren-

dimiento en grano, comportamiento no observado en Biggs (Tabla 3).

3.7. PESO DE LOS 1000 GRANOS

El cultivar M-202 alcanza valores significativamente más altos que L-202. Al incrementarse la dosis de nitrógeno disminuye el peso del grano (Fig. 5 y 6).

3.8. PORCENTAJE DE GRANOS VACÍOS

En ambas localidades L-202 alcanzó los mayores valores. Al aumentar las aportaciones nitrogenadas se incrementa el porcentaje de granos vacíos en Biggs (Fig. 7) y en Dingville (Fig. 8) aunque en esta localidad sólo podemos apreciar una ligera tendencia en el cultivar M-202.

Figura 3. Influencia de la dosis del abonado nitrogenado sobre el número de granos llenos/panícula en dos variedades de arroz. Biggs 1990.

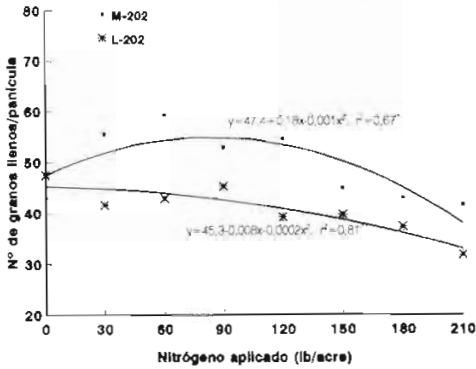


Figura 5. Influencia de la dosis del abonado nitrogenado sobre el peso de los 100 granos en dos variedades de arroz. Biggs 1990.

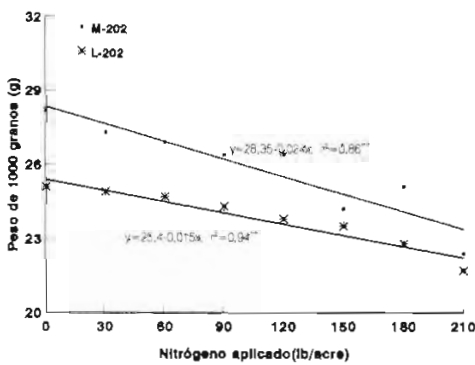
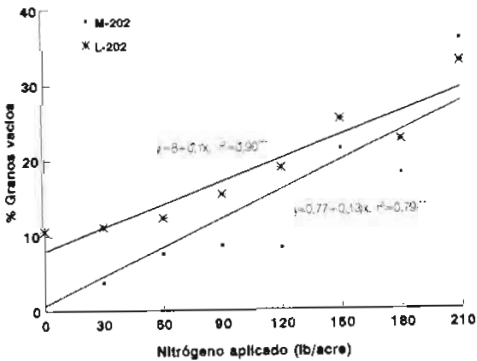


Figura 7. Influencia de la dosis del abonado nitrogenado sobre el % de granos vacíos en dos variedades de arroz. Biggs 1990.



No hay correlación significativa con el rendimiento, aunque hay correlación negativa con el peso de los 1000 granos así como correlación positiva con el ciclo a floración (Tabla 3).

Figura 4. Influencia de la dosis del abonado nitrogenado sobre el número de granos llenos/panícula en dos variedades de arroz. Dingville 1990.

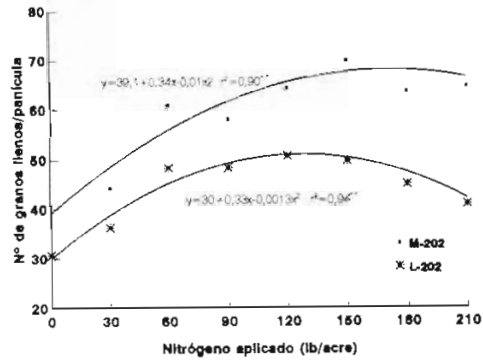


Figura 6. Influencia de la dosis del abonado nitrogenado sobre el peso de los 100 granos en dos variedades de arroz. Dingville 1990.

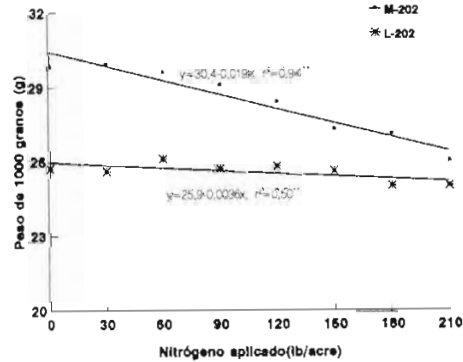
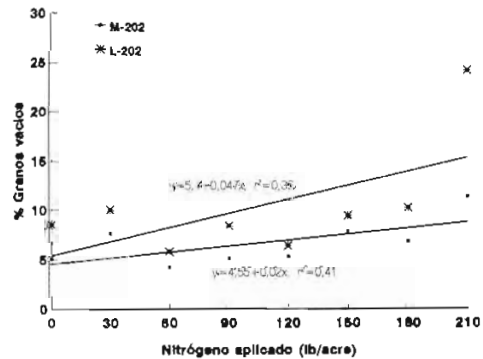


Figura 8. Influencia de la dosis del abonado nitrogenado sobre el % de granos vacíos en dos variedades de arroz. Dingville 1990.



3.9. PRODUCCIÓN

El cultivar 88-Y-774, ahora comercializado como L-203, es de forma significativa el más productivo en ambas localidades, seguido de L-202, ambos tipo Indica.

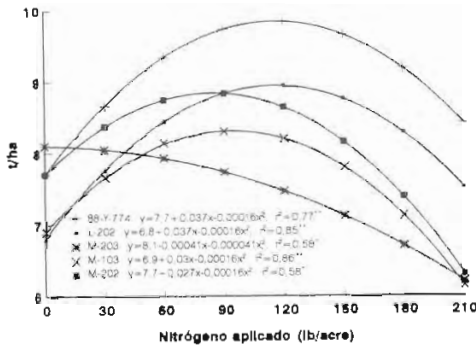
INFLUENCIA DE LA DOSIS DEL ABONADO NITROGENADO DE FONDO SOBRE LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO Y EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL ARROZ

El abonado incrementa los rendimientos en grano hasta con dosis de 150 lb/acre de nitrógeno en Dingville, excepto en el cultivar M-202. Por encima de estas aportaciones los rendimientos decrecen en los cinco cultivares ensayados (Fig.10), resultados parecidos a los descritos por Tinarelli (1989). En Biggs se observan diferentes comportamiento entre cultivares: M-203 mantiene un decrecimiento casi constante del rendimiento al aumentar el abonado, mientras

que M-202 y M-103 empiezan a tener una respuesta negativa al nitrógeno a dosis relativamente bajas.

L-202 y 88-Y-774 tienen un comportamiento similar al observado en Dingville (Fig. 9). Se puede explicar el efecto negativo de las dosis muy elevadas de nitrógeno sobre la producción por la disminución del número de granos llenos por panícula y del peso del grano, así como por el aumento del encamado.

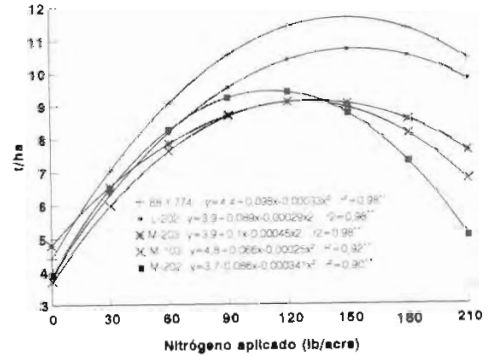
Figura 9. Influencia de la dosis del abonado nitrogenado sobre el rendimiento en grano (al 14% de hdad.) en cinco variedades de arroz. Biggs 1990.



En general, los cultivares de grano largo ensayados, tipo Indica, necesitan y soportan mayores dosis de nitrógeno que las variedades de grano corto y semilargo de tipo Japónica.

En Dingville, pero no tan significativamente en Biggs, existe una estrecha correlación entre el rendimiento y sus componentes, especialmente con panículas por metro cuadrado seguido por el número de granos llenos por panícula, de acuerdo con lo descrito por De Datta (1986). La correlación del rendimiento con el resto de los caracteres también varía según localidades, así en Biggs se aprecia un efecto negativo del encamado sobre el rendimiento y en Dingville existe una correlación positiva entre rendimiento y la altura de la planta, debido a que las bajas dosis de nitrógeno provocan un menor crecimiento de la planta (Tabla 3).

Figura 10. Influencia de la dosis del abonado nitrogenado sobre el rendimiento en grano (al 14% de hdad.) en cinco variedades de arroz. Dingville 1990.



4. CONCLUSIONES

Los cultivares de grano largo, tipo Indica, alcanzan su máximo rendimiento con dosis de abonado nitrogenado en fondo superiores a las convenientes para los cultivares de tipo Japónica, de grano corto o semilargo, más altos y propensos al encamado. Al aumentar la dosis de abonado se alarga el ciclo a floración y aumentan la altura de la planta, el encamado y la humedad del grano en cosecha, aunque a partir de las 120-150 lb/acre los incrementos no son significativos, con pequeñas diferencias varietales. El número de panículas/m² es el componente del rendimiento más afectado por la fertilización nitrogenada y a la vez el que tiene mayor influencia sobre la producción de grano. Los cultivares Indica alcanzan mayores valores en el número de panículas/m² que los Japónica aunque, por el contrario, poseen inferior número de gra-

nos llenos/panícula y peso de los 1000 granos, siendo asimismo mayor su porcentaje de granos vacíos. Los cultivares Índica ensayados alcanzan un rendimiento ligeramente superior que los Japónica.

En el sur de España (Andalucía) se siembran los mismos cultivares de grano largo que en California, los utilizados en estos ensayos, empleándose idénticas técnicas de cultivo y las condiciones edafoclimáticas son similares por lo que los resultados de esta investigación pueden considerarse una buena referencia para el arrozal andaluz.

5. BIBLIOGRAFÍA

DE DATTA S. K., 1986. Producción de Arroz. Ed. Mundi-Prensa, 690 pp.

SASAKI K., WADA S., 1975. Effects of nitrogen, phosphoric acid and potash on the percentage of sterile grains in rice plants. Proc. Crop Sci. Sic. Jpn., 44, 250-254.

SNEDECOR G. W., COCHRAN W. G., 1967. Statistical Methods. 6nd ed. The Iowa University Press, 593 pp.

STEEL R. G. D., TORRIE J. H., 1985. Bioestadística. Principios y procedimientos. Ed. McGraw Hill, 622 pp.

TANAKA A., KAWANO K., YAMAGUCHI J., 1966. Photosynthesis, respiration, and plant type of the tropical rice plant. Int. Rice Res. Inst. Tech. Bull., 7.

TINARELLI A., 1989. El Arroz. Ed. Mundi-Prensa, 575 pp.

YOSHIDA S., COCK J. H., PARAO F. T., 1972. Physiological aspects of high yield. Int. Rice Res. Inst. Rice breeding, 455-469.

YOSHIDA S., PARAO F. T., 1976. Climatic influence on yield and yield components of lowland rice in the tropics. Int. Rice Res. Inst. Climate and rice, 471-494.

YOSHIDA S., 1978. Tropical climate and its influence on rice. Int. Rice Res. Inst. Res. Pap. Ser., 20.

YOSHIDA S., 1981. Fundamentals of rice Crop Science. International Rice Research Institute. 269.

EFEECTO DEL ABONADO NITROGENADO EN EL CONTENIDO DE NITRÓGENO FOLIAR EN ARROZAL

MANUEL AGUILAR PORTERO
DANIEL GRAU SAN ANDRÉS
JUAN MANUEL CONTRERAS GALLARDO
C.I.D.A. Las Torres y Tomejil.
Alcalá del Río, Sevilla

1. INTRODUCCIÓN

El abonado nitrogenado es un factor de producción muy importante en el cultivo del arroz, siendo necesario conocer su efecto sobre los componentes del rendimiento y otros parámetros agronómicos como son el ciclo vegetativo, la altura de la planta, el encamado, etc. (Aguilar, Grau, 1994; Sendra et al., 1993).

En California son normales las fertilizaciones nitrogenadas con dosis comprendidas entre las 120 y 165 unidades de nitrógeno por hectárea, según el cultivar y la fertilidad del suelo. Estas aportaciones se realizan antes de la siembra. De forma excepcional se llevan a cabo abonados nitrogenados en cobertera. En Andalucía se aplican abonados similares (Aguilar, 1992).

En el Valle del Sacramento (California), existen leyes restrictivas sobre la utilización de agroquímicos para evitar la contaminación de las aguas del río. Los arroceros deciden la dosis de abonado nitrogenado en función de los análisis de suelo, del tipo de cultivo precedente, del aspecto de la planta y también, como práctica muy extendida, del contenido de nitrógeno en hoja. En cambio, el contenido de nitrógeno foliar no se utiliza como referencia de abonado en el arrozal europeo mediterráneo, existiendo poca información científica al respecto (Tinarelli, 1989).

La acumulación de nitrógeno en los órganos vegetativos es alta durante las primeras etapas de crecimiento, disminuyendo posteriormente de forma progresiva. Después de la floración se produce una importante translocación del nitrógeno de los órganos vegetativos a los granos. Al aumentar la dosis de abonado nitrogenado se incrementa el contenido en nitrógeno foliar (De Datta, 1986). En la mayor parte de los casos los síntomas de toxicidad o de carencia de nitrógeno aparecen cuando las plantas son jóvenes, pudiéndose muestrear para su análisis químico tanto la planta entera (excluyendo las raíces) como la vaina o la "hoja-Y",

es decir, el limbo de la hoja madura más reciente (Yoshida, 1981). No es aconsejable llevar a cabo dicho diagnóstico utilizando el grano de arroz ya que su composición química está menos influenciada por las aportaciones de nutrientes (Yoshida, Coronel, 1976).

Mikkelsen, Evatt (1973) desarrollaron un método de evaluación de las necesidades de nitrógeno de la planta de arroz basándose en la relación existente entre el abonado nitrogenado, el rendimiento en grano y el contenido de nitrógeno en la hoja. Dichos investigadores definieron dos índices, para cada uno de los tres estados fenológicos mencionados inicialmente. Estos índices son el nivel crítico y el intervalo adecuado de nitrógeno foliar. Respecto al primero, las plantas que lo alcancen, para un estado de crecimiento determinado, producirán un 90 p. 100 de su máximo rendimiento en grano. Aquellas plantas cuyos contenidos de nitrógeno en hoja se encuentren dentro del intervalo adecuado alcanzarán su máximo rendimiento en grano. Por debajo del nivel crítico la probabilidad de respuesta a una fertilización adicional es muy alta. Por encima del intervalo de concentración adecuado son muy improbables los aumentos del rendimiento en grano y se evidencian excesos de abonado.

Miller (1983), utilizando la misma metodología, obtuvo valores algo diferentes para los citados índices debido a la aparición de nuevos cultivares y a las modificaciones de las técnicas de cultivo.

Las técnicas agronómicas y cultivares utilizados en el cultivo del arroz en California y Andalucía son similares. Ambos lugares disfrutan de un clima Mediterráneo. Dicha similitud hace que los resultados de este trabajo puedan ser una buena referencia para el arrozal andaluz, donde no se han realizado trabajos sobre este aspecto agronómico.

Este trabajo es una continuación del llevado a cabo por Aguilar, Grau (1994).

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Los experimentos fueron llevados a cabo durante el año 1990 en Dingville, localidad enclavada en el Valle del Río Sacramento, en suelos de carácter aluvial, con textura franco-arcillosa, representativos de esta zona arrocera, la más importante de California (pH 7,4, materia

orgánica 1,9 p. 100, nitrógeno orgánico 0,11 p. 100, fósforo asimilable 11,5 ppm y potasio asimilable 349 ppm). Sus condiciones climáticas son típicamente mediterráneas; precipitaciones medias de unos 400 mm anuales, con escasas lluvias durante el período vegetativo del arroz, temperaturas altas y baja humedad relativa del aire. Los datos meteorológicos medios fueron los siguientes:

	Meses											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Tª Media (°C)	10,5	10,8	14,5	16,3	19,5	25	26,4	27	25,4	16,6	18,7	12
Precipitación(mm)	18,2	92	105,66	29,6	0	24	0,5	0	19,2	55,8	19,2	24

El diseño estadístico empleado fue de parcelas divididas (split-plot) con cuatro repeticiones, correspondiendo la parcela principal a la dosis de nitrógeno y la subparcela al cultivar. La superficie de la parcela elemental fue de 10 x 27 pies (24,7 m²).

Las diferentes dosis de nitrógeno se incorporaron al suelo antes de la siembra utilizando una abonadora de ensayos de seis surcos. No se aplicó nitrógeno en cobertura. La siembra se llevó a cabo el día 12 de Mayo, a mano y a voleo, con una dosis de 160 Kg/ha. La recolección se efectuó con una cosechadora de ensayos el día 23 de Septiembre. El resto de las prácticas culturales fueron las habituales de la zona e idénticas para todas las parcelas elementales.

Los tratamientos objeto de estudio fueron:

a) Dosis de nitrógeno.

Expresadas en libras de nitrógeno por acre : 0-30-60-90-120-150-180-210. Se aplicaron en forma de urea (46 p. 100).

b) Cultivares de arroz.

- L-202, de tipo Índica, ciclo temprano y grano largo

- 88-Y-774, línea avanzada, que hoy día se denomina L-203, de tipo Índica y ciclo muy temprano, similar a L-202 pero de ciclo más corto.

- M-202 y M-203, ambas Japónicas de grano medio y ciclo temprano

- M-103, de tipo Japónica, de grano medio y ciclo muy temprano.

Los parámetros estudiados fueron el contenido de nitrógeno foliar y el rendimiento en grano, que sirvieron de base para el cálculo de dos índices, el nivel crítico y el intervalo adecuado de nitrógeno foliar, de acuerdo con Mikkelsen, Evatt (1973) y Miller (1983).

Las fechas de muestreos fueron: A los 46 días después de la siembra, coincidiendo con el medio ahijado, a los 59 días después de la siembra, que coincidió con el máximo ahijado y a los 67 días de la siembra, que fue cuando se produjo la iniciación panicular.

El contenido de nitrógeno foliar se expresó como porcentaje de nitrógeno sobre el total de la materia seca de la hoja. Los muestreos se realizaron tomando la última hoja más joven, pero totalmente desplegada, de cada planta muestreada, también llamada hoja "Y", por la

imagen que forma junto con la hoja aún más reciente que se encuentra todavía enrollada. El tamaño de la muestra fue de 150 hojas por parcela elemental, tomándose de éstas únicamente el limbo foliar, sin la vaina. Se tomaron los limbos y se introdujeron en bolsas de papel para enviarlas al laboratorio, donde se determinó su contenido de nitrógeno por el método de Kjeldahl.

El rendimiento en grano se expresó en kg/ha al 14 p. 100 de humedad. Se cosechó toda la parcela elemental.

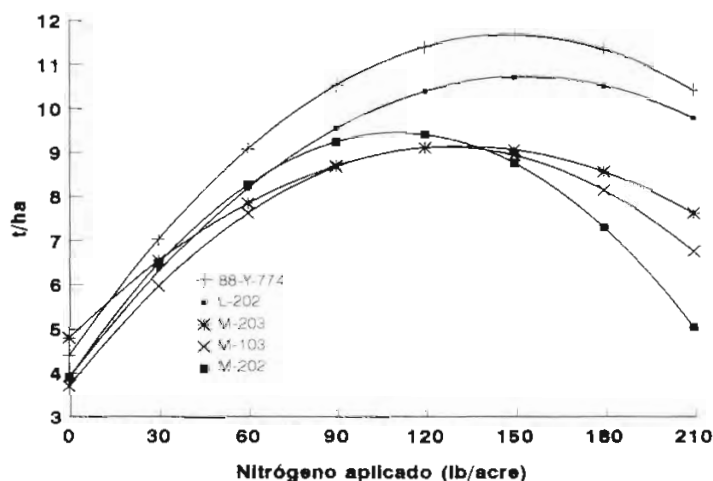
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. PRODUCCIÓN DE GRANO

Al aumentar la dosis de nitrógeno se incrementó el rendimiento en grano de

forma parabólica, alcanzándose los rendimientos máximos con dosis que oscilaron entre las 90 y 150 lb/acre, dependiendo del cultivar. Por encima de esta aportación, los rendimientos decrecieron en los cinco cultivares ensayados (Fig. 1). De forma general, los cultivares de tipo Indica alcanzaron su máxima producción con dosis de abonado nitrogenado mayores que las correspondientes a los cultivares de tipo Japónica (Tabla 1). El tallo más corto y la mayor resistencia al encamado de los cultivares Índica parecen permitir aplicaciones nitrogenadas más copiosas. Un estudio más detallado sobre la influencia del abonado nitrogenado sobre los componentes del rendimiento y otros parámetros agronómicos de este experimento se puede encontrar en Aguilar, Grau, (1994).

Figura 1. Influencia de la dosis del abonado nitrogenado sobre el rendimiento en grano (al 14 % de hdad.) en cinco variedades de arroz, Dingville 1990.



EFFECTO DEL ABONADO NITROGENADO EN EL CONTENIDO DE NITRÓGENO FOLIAR EN ARROZAL

Cultivar	Fecha de muestreo	Dosis de nitrógeno (lb/acre)									
		0	30	60	90	120	150	180	210	Media	
L-202 2	Nitrógeno Foliar	I	3,30	4,13	4,56	5,06	5,31	5,37	5,46	5,59	4,85
		II	2,14	2,50	2,97	3,05	3,30	3,50	3,91	4,08	3,18
		III	1,91	2,34	2,84	2,94	3,00	3,06	3,58	3,88	2,94
	Rendimiento en grano	4057	5855	8778	9256	10162	10890	10751	9564	8664	
88-Y-774	Nitrógeno Foliar	I	3,35	4,47	4,78	5,29	5,13	5,47	5,59	5,61	4,96
		II	2,14	2,60	2,87	2,95	3,62	3,68	3,89	4,07	3,23
		III	1,91	2,43	2,56	2,97	3,46	3,49	3,58	4,04	3,06
	Rendimiento en grano	4282	7415	8908	10392	11789	11777	11225	10694	9560	
M-103	Nitrógeno Foliar	I	3,57	3,94	4,80	5,17	5,23	5,45	5,53	5,61	4,91
		II	2,16	2,29	2,78	3,44	3,69	3,83	4,29	4,33	3,35
		III	1,90	2,19	2,70	3,14	3,38	3,54	3,82	4,04	3,09
	Rendimiento en grano	3460	5752	7955	9533	9323	7858	7923	7472	7410	
M-202	Nitrógeno Foliar	I	3,31	4,29	4,51	4,61	4,68	5,00	5,33	5,36	4,64
		II	1,97	2,22	2,73	2,91	3,04	3,44	3,99	4,04	3,04
		III	2,08	2,17	2,51	2,70	3,15	3,39	3,44	3,99	2,93
	Rendimiento en grano	3790	5766	8871	9498	10674	10607	9534	8271	8376	
M-203	Nitrógeno Foliar	I	3,58	4,25	4,68	4,83	5,12	5,44	5,46	5,53	4,86
		II	2,22	2,47	2,73	3,14	3,46	3,81	4,48	4,42	3,34
		III	2,07	2,37	2,71	2,77	3,42	3,71	3,68	4,06	3,10
	Rendimiento en grano	4315	6914	8683	8696	8880	8625	8660	7951	7841	
MEDIA DE CINCO CULTIVARES	Nitrógeno Foliar	I			L-202	M-202	M-203	88 Y-774	M-103		
		II	4,85	4,64	4,86	4,96	4,91				
		III	3,18	3,04	3,34	3,23	3,35				
		Rendimiento en grano	2,94	2,93	3,10	3,06	3,09				
	Rendimiento en grano	8669	8365	7828	9560	7410					
			M.D.S. Dosis de Nitrógeno	M.D.S. Cultivar	C.V. (%)						
Nitrógeno Foliar	I	0,35	0,16	5,57							
	II	0,52	0,20	10,52							
	III	0,33	0,14	8,21							
	Rendimiento en grano	657	491	11,4							

Fecha de siembra/Seeding date: 11 de Mayo/May, 11.

Fecha de muestreos/Sampling dates:

I: 27 de Junio/June, 27. Medio ahijado (Mid-tillering).

II: 10 de Junio/June, 10. Máximo ahijado (Maximun tillering).

III: 18 de Julio/Julv. 18. Iniciación de la panícula (Panicle initiation).

Tabla 1. Influencia de la dosis de abonado nitrogenado en fondo sobre el contenido de nitrógeno en hoja (porcentaje sobre materia seca) y el rendimiento en grano (kg/ha al 14 % de humedad) en cinco cultivares de arroz. Dingville, California (EEUU), 1990.

3.2. EVOLUCIÓN DEL CONTENIDO DEL NITRÓGENO FOLIAR

La evolución del contenido de nitrógeno foliar, expresado en porcentaje, se presenta en la Figura 2. En ella se observa que durante el período considerado, el contenido de nitrógeno en la hoja fue disminuyendo conforme avanzaba el ciclo vegetativo de la planta. Entre los estados fenológicos de medio y máximo ahijado, desde los 46 a los 59 días después de la siembra en las condiciones del ensayo, esta disminución fue de tipo parabólica. Posteriormente, entre los estados de máximo ahijado e iniciación de la panícula, desde los 59 a los 67 días después de la siembra, la evolución del nitrógeno foliar adquirió carácter asintótico.

La evolución del nitrógeno foliar en los cinco cultivares ensayados tuvo un comportamiento paralelo, según se aprecia en la Figura 3, con diferencias significativas entre cultivares.

3.3. ABONADO NITROGENADO DE FONDO Y NITRÓGENO FOLIAR

El incremento del abonado nitrogenado aumentó el contenido en nitrógeno del

limbo foliar en todos los cultivares considerados y en cada una de las tres fechas de muestreo (Tabla 1). Esto coincide con lo descrito por De Datta (1986).

En la Figura 3 se presentan las curvas de evolución del nitrógeno foliar para cada una de las dosis de nitrógeno aportadas, considerando la media de los cinco cultivares. Dichas curvas tienden a ser paralelas, aumentando su ordenada conforme se incrementa la dosis. Este comportamiento se aprecia más claramente en el intervalo comprendido entre el medio ahijado y la iniciación de la panícula. En dichas curvas también se puede observar la existencia de dos tramos, siendo el primero de tipo parabólico y el segundo asintótico, tal como se expuso en el apartado anterior.

3.4. NIVEL CRÍTICO E INTERVALO ADECUADO DEL CONTENIDO DE NITRÓGENO FOLIAR

Para su dosis óptima de abonado, con la que se obtienen los máximos rendimientos en grano, se han determinado para cada cultivar sus contenidos en nitrógeno foliar en el "medio ahijado", "máximo ahijado" e "iniciación de la panícula". Se han calculado también los

Figura 2. Evolución del contenido del nitrógeno foliar (%) según dosis en fondo de abonado nitrogenado en arroz. Media de cinco cultivares. Dingville 1990.

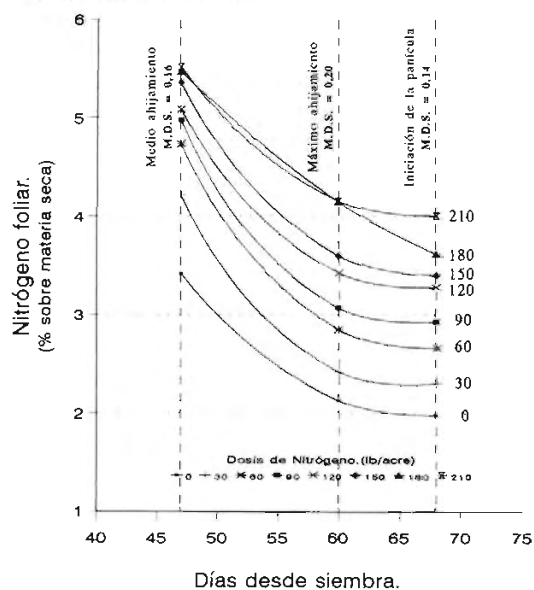
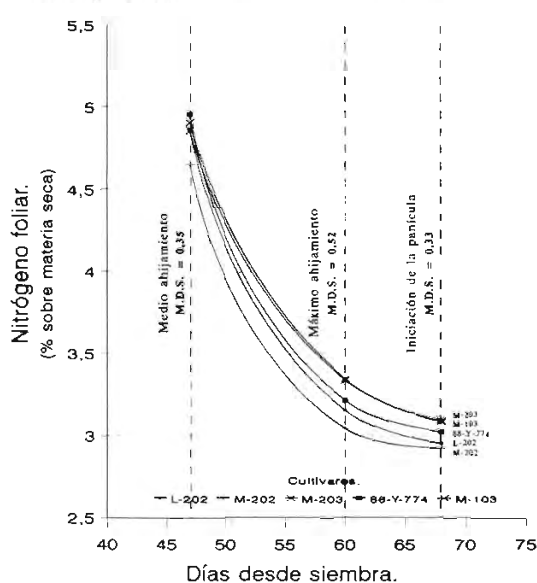


Figura 3. Evolución del contenido del nitrógeno foliar (%) según distintos cultivares de arroz. Media de ocho dosis de abonado. Dingville 1990.



EFECTO DEL ABONADO NITROGENADO EN EL CONTENIDO DE NITRÓGENO FOLIAR EN ARROZAL

correspondientes niveles críticos e intervalos adecuado del porcentaje de nitrógeno en la hoja. El contenido en nitrógeno foliar depende, entre otros factores, del cultivar. En la Tabla 2 aparecen los valores obtenidos para el cultivar L-202, y los correspondientes a la media de los cinco cultivares. Estos resultados son similares, en general, a los descritos por Mikkelsen, Evatt (1973) y por Miller (1983), excepto para los valores correspondientes al medio ahijado, debido a la dificultad en precisar cuando se produce

este estado fenológico, por lo que se recomienda que se utilicen los otros dos estados, más fáciles de determinar en campo, para recomendar dosis de abonado basadas en el análisis de nitrógeno foliar. El menor valor del intervalo adecuado es el correspondiente al máximo rendimiento en grano y el mayor valor es el resultado de incrementar el primero en los porcentajes descritos por Miller (1983), (20 p. 100 en medio ahijado, 15 p. 100 en máximo ahijado y 10 p. 100 en la iniciación de la panícula).

Estado de crecimiento de la planta (días después de la siembra)	NITRÓGENO FOLIAR (porcentaje sobre materia seca)			
	Media de cinco cultivares		L-202	
	Nivel crítico ²	Intervalo adecuado	Nivel crítico	Intervalo adecuado
Medio ahijado (46)	4,8	5,1 - 6,1	5,2	5,4 - 6,4
Máximo ahijado (59)	3,0	3,4 - 3,9	3,2	3,5 - 4,0
Iniciación de la panícula (67)	2,8	3,3 - 3,6	2,9	3,1 - 3,4

1. Análisis sobre materia seca de la hoja madura más reciente. Método de Kjeldahl.

2. Las plantas con un nivel crítico de nitrógeno foliar producen aproximadamente un 90 p. 100 del máximo rendimiento en grano.

Tabla 2. Nivel crítico e intervalo adecuado de nitrógeno foliar en arroz. Dingville, California (EEUU) 1990. Media de cinco cultivares y cultivar L-202.

Estos resultados pueden ayudar al manejo de la fertilización nitrogenada de los nuevos cultivares ensayados, tanto en posibles aportaciones de socorro en cobertura durante la misma campaña como para rectificaciones de abonado en campañas sucesivas. El valor máximo del intervalo adecuado puede ser una referencia de gran utilidad para evitar excesos en la fertilización nitrogenada, que pueden acarrear impactos medioambientales negativos.

4. CONCLUSIONES

El contenido en nitrógeno del limbo foliar, expresado como porcentaje de materia seca, fue disminuyendo de forma parabólica a lo largo de la fase de ahijamiento tomando un carácter asintótico cuando se alcanzó el estado fenológico de iniciación panicular. Al aumentarse la dosis de abonado nitrogenado se incrementó significativamente el contenido de nitrógeno foliar en cada uno de los cinco cultiva-

res ensayados. Los máximos rendimientos en grano se alcanzaron con fertilizaciones comprendidas entre 90 y 150 libras de nitrógeno por acre, según cultivares. Dada la relación existente entre la dosis de abonado el contenido de nitrógeno foliar y el rendimiento en grano, se han obtenido tanto el nivel crítico de nitrógeno foliar, con el que se alcanza el 90 p. 100 del máximo rendimiento en grano, como el intervalo adecuado de contenido de nitrógeno foliar, encontrándose algunas diferencias según cultivares. Los valores de ambos índices pueden servir de referencia y ayuda para una correcta fertilización.

5. BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR M., 1992. Situación, análisis y perspectivas futuras de los cultivos de arroz y maíz en Andalucía. Perspectivas de la agricultura del valle del Guadalquivir (secanos y regadíos). Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Congresos y jornadas 26/92. 99-111
- AGUILAR M., GRAU D., 1994. Influencia de la dosis de abonado de fondo sobre los componentes del rendimiento y el comportamiento agronómico del arroz. Investigación Agraria: Producción y Protección de Vegetales. 8 (1): 85-99.
- DE DATTA S. K., 1986. Producción de Arroz. Ed. Mundi-Prensa. 690 p.
- MILLER M. D., 1983. Integrated Pest Management for Rice. University of California Division of Agricultural Sciences Publication 3280 p.
- MIKKELSEN D.S., EVATT N.S., 1973. Soil and fertilizers. Rice in the United States: Varieties and Production. Agriculture Handbook No. 289. Agricultural Research Service. U.S. Department of Agriculture. 76-87
- SENDRA J., CARRERES R., POMARES F., ESTELA M., TARAZONA F., 1993. Efecto de la fertilización nitrogenada, fosforada y potásica sobre el rendimiento y el desarrollo vegetativo del arroz en Valencia, Investigación Agraria: Producción y Protección de Vegetales. Veg. 8 (2): 221-234.
- STEEL R. G. D., TORRIE J. H., 1985. Bioestadística. Principios y procedimientos. Ed. McGraw Hill. 622 p.
- SNEDECOR G.W., COCHRAN W.G., 1967. Statistical Methods. 6nd Ed. Iowa University Press. 593 p.
- TINARELLI A., 1989. El arroz. Ed. Mundi-Prensa. 165-175.
- YOSHIDA S., CORONEL V., 1976. Nitrogen nutrition, leaf resistance, and leaf photosynthetic rate of the rice plant. Soil Sci. Plant Nutr. 207-211.
- YOSHIDA S., 1981. Fundamentals of rice crop science. The International Rice Research Institute. 267 p.

SISTEMAS DE RIEGO DEL ARROZAL

STACEY R. ROBERTS

*Division of Agriculture and
Natural Resources.
University of California, Davis. EEUU*

1. INTRODUCCIÓN

En California se cultiva el arroz utilizando un sistema de riego de inundación continua. El agua de drenaje procedente de este sistema frecuentemente está contaminada por pesticidas y puede contaminar el agua usada corriente abajo. En 1984 comenzaron las regulaciones de estas aguas por parte de la administración, requiriendo a los arroceros a que mantuvieran en sus parcelas las aguas tratadas con pesticidas para que estos se disipen o se transformen en productos no tóxicos. La duración del período de retención de estas aguas se incrementó a partir de 1984 y continuará incrementándose debido a que las regulaciones de la calidad del agua en California se están tornando más rigurosas.

El tener que mantener estas aguas es una dificultad para los arroceros que usan los sistemas de riego tradicionales a la hora de mantener la flexibilidad en el manejo del agua de riego. Por ejemplo, mantener el agua un largo periodo de tiempo sin desaguar, puede causar problemas debido a que se acumula el agua en la parte más baja del arrozal, causando estrés a las plántulas de arroz.

Con esta exposición pretendemos hacer un repaso a tres sistemas de riego para el manejo de las aguas evacuadas, que pueden ofrecer alternativas al método convencional de riego. La adopción de alguno de estos sistemas de riego puede proporcionar un manejo flexible del agua y reducir o eliminar las posibilidades de vertidos durante los períodos de retención.

1.1. SISTEMAS DE RIEGO

Los recientes avances en sistemas de riego pueden hacer posible a los arroceros el manejo del agua con mayor flexibilidad y control. Las tres estrategias más usuales para el manejo del agua de desagüe son:

1. Sistema de recuperación del agua de desagüe por recirculación, en el cual

se recupera el agua de desagüe y se reutiliza para el riego del arrozal.

2. Sistema estático de riego, diseñado para mantener en arrozales individuales la profundidad de agua deseada.

3. Sistema de riego mediante recuperación del agua desaguada por gravedad, mediante el uso de tubos que desvían el agua drenada hacia campos adyacentes salvando los canales públicos.

En los arrozales californianos se utilizan varios sistemas estáticos, de recirculación y de recogida de agua. Información acerca de las ventajas y desventajas de cada sistema y de su impacto potencial en la calidad del agua permitirá a los arroceros elegir el sistema o combinación de sistemas más adecuados a sus operaciones de cultivo.

2. SISTEMA DE RIEGO POR FLUJO CONTINUO

Es el sistema convencional de riego, conocido como sistema de flujo continuo, porque el agua fluye de la parte alta del arrozal a la parte baja, regulándose mediante una caja de madera. El vertido se produce desde la última "caja de desagüe", que se usa para mantener el nivel del agua de la tabla.

Las "cajas de desagüe" se colocan unos 10 cm por debajo del nivel del suelo, colocando una o dos al final de cada parcela. El nivel del agua de cada tabla se regula añadiendo o quitando las tablas que componen la "caja de desagüe".



Foto 1: Detalle de una "caja de desagüe" o "piquera" de un arrozal.

La inundación inicial debe estar al máximo nivel durante tres o más días. El nivel se disminuye después hasta los 2 ó 3 m³/pie por segundo y por 100 acres.

Debido a la gran extensión de las tablas, el manejo del agua puede resultar complicado. Para corregir el nivel de una tabla en particular, el agua debe introducirse por la cota más alta del terreno y a partir de ella, pasar al resto de las tablas. Para drenar una tabla, deberá vaciarse antes la que está situada a una cota superior. Por ello, los cambios que necesitemos realizar pueden requerir varios días si hay varias tablas implicadas.

El aporte constante de agua fría por la parte alta de la tabla produce el retraso en la fecha de maduración y perjudica los rendimientos en las zonas cercanas a la entrada del agua.

La introducción de agua en fecha demasiado cercana a la fecha de aplicación de algunos herbicidas puede producir un menor control de las malas hierbas en la parte alta de la tabla.

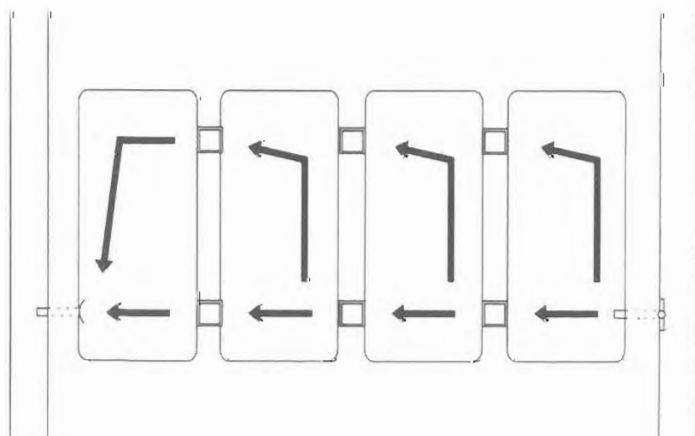
Debido a que las necesidades de agua de cada arrozal varían con la temperatura, el viento y la humedad relativa, se usa frecuentemente el desagüe por la parte baja

de la tabla para mantener el nivel de agua deseado. Se calcula que el 20 % o más del agua usada en el riego convencional es de desagüe.

Las actuales regulaciones estatales no permiten el desagüe durante un periodo después de la aplicación de pesticidas. Los agricultores utilizan este sistema de no desagüe elevando el nivel del agua, bloqueando las "cajas de desagüe" y disminuyendo la entrada de agua, y en cualquier caso, creando una situación estática temporal. Mantener el agua puede resultar difícil en los sistemas tradicionales porque el agua tiende a irse a las tablas más bajas, elevando demasiado el nivel en dichas zonas y dejando al descubierto las tablas situadas a una cota superior. Las lluvias primaverales pueden incrementar aún más estos niveles.

En resumen, el sistema de circulación continua fue diseñado para autorregularse, no siendo adecuado para retener el agua en los momentos en que esto es necesario. Los arroceros pueden bloquear las tablas durante los periodos de retención, pero este sistema no es siempre efectivo. En la Tabla 1 se exponen algunas de las ventajas y desventajas de este sistema.

Figura 1. Esquema de un sistema de riego del arrozal por flujo continuo de agua.



SISTEMA DE RIEGO POR FLUJO CONTINUO

VENTAJAS

- Bajo Coste.
- Baja necesidad de manejo si no se requiere retención de agua.
- Favorece el lavado de sales.
- Fácil instalación, mantenimiento y desinstalación.
- Buen funcionamiento en terrenos con pendiente irregular.

INCONVENIENTES

- Produce vertidos de pesticidas a las aguas públicas.
- Durante el periodo de retención, puede acumularse mucha agua en las partes bajas, mientras que las partes altas quedan al descubierto.
- Requiere un cuidadoso manejo del agua durante los períodos de retención del agua.
- Se requiere un manejo muy preciso del agua cuando están interconectadas varias tablas de gran superficie.
- En algunas zonas, la adición constante de agua fría produce un retardo del desarrollo del arroz en las zonas cercanas a la entrada del agua, así como una disminución del rendimiento y de la calidad del grano.

Tabla 1. Ventajas e inconvenientes del sistema de riego por flujo continuo para la producción de arroz en California (EEUU).

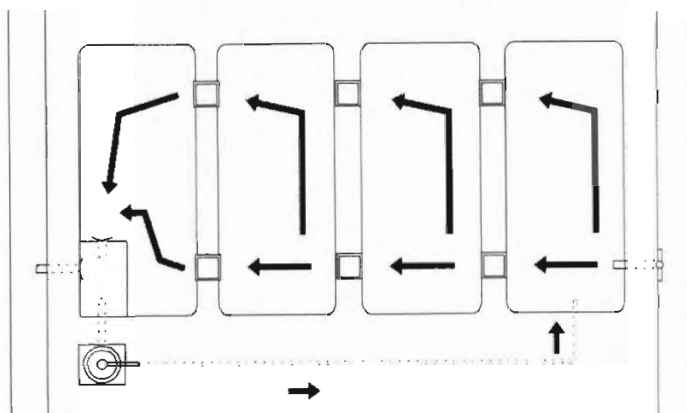
3. SISTEMA DE RECUPERACIÓN DEL AGUA DE DESAGÜE POR RECIRCULACIÓN

El sistema de recuperación del agua de desagüe por recirculación facilita la reutilización del agua de salida y permite que no se viertan residuos de pesticidas a los canales públicos. Este sistema fue utilizado primeramente como sistema de riego en áreas donde había problemas en el suministro de agua o donde el agua tiene un alto coste. Cuando fue necesario retener por más tiempo el agua para evitar las contaminaciones por pesticidas, el cambio fue fácil para aquellos agricultores que ya habían adoptado este sistema con

anterioridad. Aunque muchos de estos sistemas han sido desarrollados para una sola finca, algunos agricultores de fincas vecinas lo han desarrollado también así como algunas comunidades de regantes que han instalado sistemas de recirculación para zonas amplias.

Este sistema ha sido instalado por ahora en una porción muy significativa de las 162.000 has dedicadas al cultivo del arroz en California. Tiene gran aceptación porque proporciona una flexibilidad máxima para el riego del arrozal y requiere un periodo más corto de retención de agua después de la aplicación de los pesticidas que los sistemas convencionales.

Figura 2 Esquema de recuperación del agua de desagüe por recirculación



Un sistema simple de recirculación consiste en elevar el agua de desagüe de la última tabla hasta la tabla de cota más alta mediante una bomba de poca potencia a través de una tubería o de un canal. En los sistemas mayores, diseñados para varias parcelas o varias fincas se utilizan bombas que llevan el agua desde la menor elevación del sistema y la devuelven para su reutilización.

Las bombas para la elevación del agua están accionadas por motores eléctricos o de combustión interna en aquellos lugares donde no se dispone de electricidad. Los motores eléctricos de control automático de puesta en marcha y de parada mediante el uso de unos dispositivos flotantes. Las bombas elevan el agua directamente al arrozal o a un canal, volviendo el agua por gravedad a través del sistema de riego.

Para obtener el mejor rendimiento en aquellos sistemas de gran longitud, se debe nivelar el terreno mediante el uso del láser. La profundidad del agua en cada tabla se controla mediante "cajas de desagüe".

Los costos derivados de la construcción y uso de un sistema recirculante dependen de la superficie cubierta por dicho sistema, el desnivel y la irregularidad del terreno. El tamaño del sistema es un factor que influye en el costo del mismo. Por ejemplo, los costos observados han variado entre las 7.000 pts/ha en un sistema de 400 has y las 52000 pts/ha en un sistema de 35 has (costos referidos a 1990).

La Tabla 2 presenta las ventajas y desventajas de sistema de riego por recirculación.

SISTEMA DE RECUPERACIÓN DEL AGUA DE DESAGÜE POR RECIRCULACIÓN

VENTAJAS

- El sistema puede contener las aguas de desagüe así como los residuos de pesticidas.
- Es el sistema más flexible, especialmente durante los períodos de retención.
- Reduce el efecto negativo del agua fría.
- Menores problemas en caso de escasez de agua que en el sistema tradicional.
- Reducción potencial del gasto de agua.

INCONVENIENTES

- Alto coste de adquisición, construcción y operación.
- Requiere una porción de terreno para el almacenaje del agua.
- Cuando están conectadas varias tablas, la gran superficie requiere un manejo del agua muy preciso.
- Se requiere un alto grado de manejo para contrarrestar el gasto con la entrada de agua.
- Deben controlarse las malas hierbas en el área de almacenaje del agua.

Tabla 2. Ventajas e inconvenientes del sistema de riego de recuperación por recirculación para la producción de arroz en California (EEUU).

4. SISTEMA DE RIEGO ESTÁTICO

El sistema de riego estático mantiene las aguas con residuos de pesticidas fuera de los canales públicos y elimina la necesidad de un sistema de bombeo

como el utilizado en el recirculante. Así se controla de manera independiente la entrada de agua a cada tabla limitándola al agua perdida por evapotranspiración y por percolación. También elimina la posibilidad de vertidos de aguas de desagüe en los canales públicos. Este es un sistema innovador de riego del arrozal.

El sistema estático consiste en un canal de aporte/drenaje de agua que corre perpendicularmente a los desagües de las tablas. El canal está separado de cada parcela por una serie de válvulas que controlan la profundidad dentro de cada tabla, entrando el agua a través de ellas. Las trampillas permiten entrar al agua en la tabla cuando el nivel en el canal es más alto que el de la tabla correspondiente. En cualquier caso, cuando el agua del canal es menor que el de la tabla, las trampillas se cierran evitando la salida del agua de la tabla. Este sistema mantiene las aguas tratadas dentro del arrozal, manteniendo el canal limpio de residuos de pesticidas.

En caso de emergencia, todos los compartimentos del canal de aporte de agua pueden usarse como sistema de drenaje, ya que accionando manualmente las trampillas el agua salir. En época de cosecha sirve el canal de canal de desagüe.

Este sistema presenta numerosas ventajas con respecto a otros sistemas de riego. Si se produce un insuficiente aporte de agua, las válvulas permitirán la entrada de agua de forma más rápida que ningún otro sistema. Esto ayuda a minimizar los problemas que presentan algunas plagas

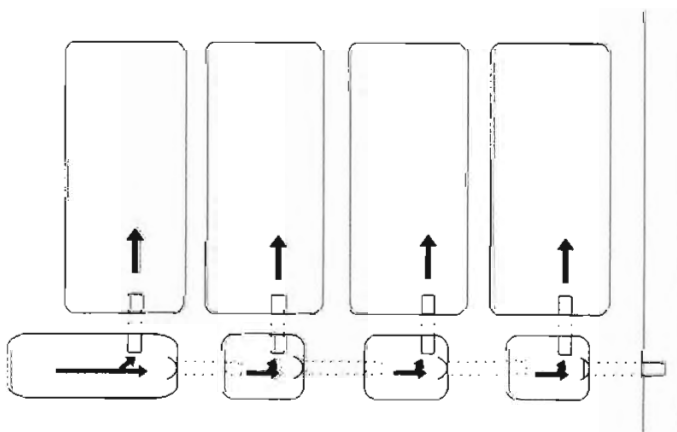
de las plántulas evitando tratamientos pesticidas. Las múltiples entradas permiten también un riego de las tablas más preciso e independiente.

Debido a que el agua del canal se calienta parcialmente, se minimizan los efectos negativos del agua fría. También aumenta la eficacia de los tratamientos herbicidas al disminuir el flujo.

Entre las desventajas de este sistema se encuentra el terreno improductivo ocupado por el canal, así como la necesidad de controlar las malas hierbas en el mismo. No es adecuado para suelos salinos ni para aquellos arrozales regados con aguas de alto contenido en sales. Los costos del sistema de riego estático son los de construcción del canal, las tuberías y las válvulas de flotador (una por cada tabla). El costo de la instalación de este sistema es de unas 30.000 pts/ha para tablas de 2,5 has a 4 has, disminuyendo proporcionalmente a medida que aumenta la superficie de las tablas. No hay en este sistema gastos de bombeo como ocurre en los sistemas de recirculación.

La Tabla 3 muestra las ventajas y desventajas del sistema de riego estático

Figura 3. Esquema de un sistema de riego estático del arrozal.



SISTEMA DE RIEGO ESTÁTICO

VENTAJAS

- Se pueden mantener las aguas con residuos de pesticidas en el terreno durante el ciclo del cultivo.
- Se elimina el coste del bombeo necesario en el sistema de recirculación.
- Hay una mayor flexibilidad en el manejo debido a que se puede controlar el agua suministrada a cada tabla.
- El manejo es más fácil que en el resto de los sistemas.
- Se disminuyen los danos producidos por el cangrejo en los sistemas de riego.
- Puede adaptarse a aquellos terrenos donde se realiza rotación de cultivos.

INCONVENIENTES

- El coste de adquisición y construcción de toda la infraestructura necesaria.
- La reducción del terreno cultivable debido a la construcción del canal de aporte/desagüe.
- En algunos tipos de suelos, puede haber problemas de lavado de sales.
- Se debe controlar la proliferación de malas hierbas en el canal.

Tabla 3. Ventajas e inconvenientes del sistema de riego estático para la producción de arroz en California (EEUU).

5. SISTEMA RIEGO MEDIANTE RECUPERACIÓN DEL AGUA

El sistema de recuperación por gravedad mediante tuberías, utiliza el flujo debido a la gravedad para llevar el agua de una tabla a otra, evitando el vertido a los canales públicos de aguas con residuos de pesticidas. Este sistema puede instalarse en fincas compuestas de diversas tablas adyacentes o en comunidades de regantes. Este sistema de costos relativamente reducidos tiene gran efectividad.

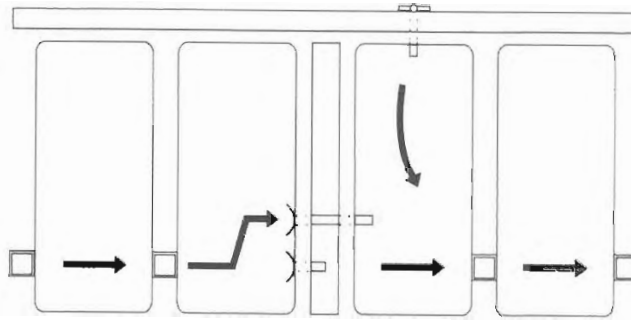
En este sistema el agua fluye por la fuerza de la gravedad, haciendo innecesario el uso de bombas. La tubería puede entrar en las tablas más bajas por cualquier punto, pero se producirá mayor flexibilidad si entra por las zonas más elevadas de las mismas. Pueden utilizarse

tuberías para conectar, mediante el uso de drenes, tablas separadas por canales de desagüe, caminos, o canales de riego. Este sistema tiene una buena relación coste/efectividad en aquellas zonas donde los sistemas de recirculación serían demasiado costosos.

Los costos de este sistema consisten en la instalación de las tuberías a través de los canales de drenaje. Puede instalarse un sistema por gravedad en varios arrozales adyacentes con un pequeño sistema de recuperación para que el agua recircule desde la última parcela.

No es adecuado para suelos salinosódicos, debido a que las sales pueden acumularse en las partes bajas.

En la Tabla 4 se señalan las ventajas y desventajas del sistema de riego de recuperación por gravedad.

Figura 4. Esquema de un sistema de riego del arrozal mediante recuperación del agua.

SISTEMA DE RIEGO MEDIANTE RECUPERACIÓN DEL AGUA

VENTAJAS

- Permite mantener en el terreno las aguas con residuos de pesticidas.
- Durante los periodos de retención del agua, permite una gran flexibilidad de manejo.
- Bajo coste de construcción y de utilización.

INCONVENIENTES

- Cuando están conectadas varias tablas, debido a la gran superficie, se hace difícil el manejo preciso y eficaz del agua.
- Este sistema requiere coordinación entre varios agricultores en el manejo del agua a la hora de realizar los tratamientos y ciertas labores culturales.
- No es un sistema completamente cerrado, por lo que puede provocar alguna entrada a las aguas públicas de aguas con residuos de pesticidas.
- En suelos salino-sódicos, la acumulación de sales puede ser un problema.

Tabla 4. Ventajas e inconvenientes del sistema de riego de recuperación del agua por gravedad para la producción de arroz en California (EEUU).

EL MANEJO DEL AGUA PARA EL CONTROL DE MALAS HIERBAS EN EL ARROZAL

STACEY R. ROBERTS

*Division of Agriculture and
Natural Resources.*

*University of California,
Davis. EEUU*

1. INTRODUCCIÓN

En la pasada década, se ha desarrollado un sistema de cultivo del arroz que mejora el comportamiento de nuevos cultivares de poca altura. El sistema incluye precisión en la nivelación, poca profundidad de inundación, vaciado temporal de la parcela, y altas dosis de fertilizantes. Desafortunadamente, este sistema cultural también promueve el crecimiento de malas hierbas lo que conllevaría altas dosis y múltiples aplicaciones de herbicidas para su control, lo cual incrementa los costes económicos, sociales, y medio ambientales del cultivo del arroz. Los agricultores están incrementando sus gastos para el control de las malas hierbas, y en 1981 niveles inaceptables de residuos de herbicidas fueron descubiertos en los canales de aguas públicas. Los arroceros deben seguir incrementando las estrictas regulaciones para mantener los residuos en límites aceptables. Cuentan principalmente con sistemas para llevar este agua de desagüe a charcas para usar como tierra de barbecho, pero la industria necesita herramientas adicionales para control aumentando los costos de producción y mantener cada vez más bajos los residuos "meta a alcanzar" todos los años.

Desde principios de 1985 hasta finales de 1987, se ha examinado el uso del agua en la producción del arroz en California, buscando vías para reducir el uso de herbicidas manteniendo el comportamiento del cultivo. El objetivo de estas investigaciones específicas está dirigido a determinar la respuesta del arroz y de las malas hierbas a la altura de la capa de agua y al desagüe; estimando el grado de control suministrado por el agua sola; y evaluando las respuestas del cultivo a diferentes profundidades de agua. Nuestros resultados tienen valores económicos y medio ambientales tanto para los productores de arroz convencionales como para los alternativos.

Con el apoyo del Proyecto Estatal IPM, se estableció un sistema de manejo de agua de riego multiuso, en una parcela

dedicada al cultivo comercial del arroz en la localidad de Sutter, California (EEUU). La finca donde se desarrolló el ensayo, de 34 acres de extensión, (1 acre = 4.047 m²) estaba compuesta por 36 parcelas regadas de forma individual (18 parcelas dispuestas a cada lado del canal). A un lado del canal, las parcelas no recibieron tratamiento de herbicidas; al otro lado, recibieron aplicaciones aéreas cada año de 5 lb/ac (1 libra = 453,6 g) de molinato (Ordram 10G) para el control de Echinochloa y 1 lb/ac de bentazón (Basagran) más aceite para el control de ciperáceas. Cada bloque de 18 parcelas estaba compuesto de 3 repeticiones de 6 regímenes de uso del agua que representaban el uso típico en la producción del arroz en California; la misma distribución al azar fue usada todos los años.

1. Lámina de agua poco profunda: 2 pulgadas (1 pulgada = 2,54 cm) de profundidad de agua de forma continua.

2. Lámina de agua de profundidad media: 5 pulgadas de profundidad de agua de forma continua.

3. Lámina de agua de profundidad alta: 8 pulgadas de profundidad de agua de forma continua.

4. Desagüe temprano: desagüe 2 días después de la siembra (DAP) hasta 4 ó 5 días, y posterior inundación hasta 5 pulgadas de profundidad de agua de forma continua.

5. Desagüe tardío: inundación con 5 pulgadas hasta 20 DAP, desagüe hasta 30 DAP, y reinundado y mantenido a 5 pulgadas de profundidad de agua de forma continua.

6. Nivel rebajado: inundación con 8 pulgadas hasta los 21 DAP, y posterior bajada del nivel hasta las 5 pulgadas, y mantenimiento del mismo.

Los tratamientos del 1 al 3 (poco profundo, moderado y profundo) representan el rango completo de profundidad usado en California, y fueron probados antes de la emergencia del arroz por eso las plantas tendrían que crecer a través de la profundidad entera del agua. El desagüe temprano (tratamiento 4) proporciona un

ambiente aireado durante el establecimiento del cultivo, favoreciendo el crecimiento de las raíces sobre el crecimiento de la parte aérea, acelerando la penetración de las raíces en la tierra. El desagüe tardío (tratamiento 5) simula una práctica llevada a cabo cuando los campos de arroz están estresados: el drenado ayuda a remediar el estrés y favorece la recuperación. El rebajar el nivel (tratamiento 6) fue un método comúnmente usado antes de la llegada de los herbicidas, y adquiere ventaja sobre la diferente habilidad del arroz y malas hierbas a emerger a través de la profundidad del agua. Por medio de la disminución del agua como una manera estratégica, el agricultor da ventaja al arroz sobre las malas hierbas. Cada tratamiento fue mantenido por aproximadamente 75 días después de la siembra, y luego todos los niveles del agua fueron elevados a 8 pulgadas por el resto del ciclo del cultivo.

La semilla, que fue previamente remojada, fue sembrada por aire a una dosis de 150 lb/ac. se realizó el control de las malas hierbas visualmente sobre una escala de 1 a 10, donde 1 equivale a ausencia de control y 10 equivale a control completo. Se recogieron datos sobre la población de plantas de arroz, nº de días al 50 % del espigado, altura de la planta, encamado, humedad del grano, producción, temperatura del agua, crecimiento del arroz, y comportamiento del cultivar.

2. CONTROL DE MALAS HIERBAS

La composición inicial de las malas hierbas fue una distribución homogénea de las hierbas comunes del arroz (Tabla 1). *Echinochloa* no está en la población de malas hierbas, por lo que fue sembrada a 10 semillas/pie² en 1985 en parcelas de 10 x 80 pies en cada parcela. *Scirpus mucronatus* no fue uniformemente distribuida en un principio, pero se extendió por todo en ensayo durante el curso de la experimentación. El desarrollo de las malas hierbas en respuesta a los tratamientos del agua corresponde razonablemente bien con la valoración del control aquí discutido.

La valoración del control de las malas hierbas en las parcelas de 10 x 80 pies (Tabla 1) mejora con el aumento de la profundidad del agua. El mejor control de las malas hierbas sin herbicidas se produjo en las parcelas con la lámina de agua más profunda, mientras que en el de agua poco profunda y temprano desagüe se produjo un control escaso. El Molinato dio controles adecuados de hierbas en todos los tratamientos de agua excepto en el de poca profundidad y desagüe tardío. El tiempo frío hizo bajar la actividad de los herbicidas y resultó más pobre el control en 1985, reduciendo los 3 años significativos para esos tratamientos. El control de *Echinochloa crus-galli* en el desagüe tardío fue también bajo en 1987. Bajo condiciones óptimas para la actividad de los herbicidas, el Molinato proporciona excelente control en todos los tratamientos de agua.

Tratamientos de agua	Especies				
	ECHCG y ECHOR	SCMPU	CYPDI	AMMCO	HETLI
Sin tratamiento herbicida					
Lámina poco profunda	1.6 g	5.8 bcd	4.0 d	4.2 c	6.2
Profundidad media	4.9 e	5.8 bcd	7.7 bc	4.4 c	5.1
Profundidad alta	7.7 c	6.4 bc	9.0 ab	6.9 b	6.4
Desagüe temprano	3.5 f	6.8 b	7.6 c	5.2 c	5.9
Desagüe tardío	5.3 d	5.4 cd	4.2 d	4.7 c	5.9
Nivel rebajado	6.1 d	4.7 d	7.8 bc	5.2 c	4.9
Media	4.8 b	5.9 b	6.7 c	5.1 b	5.7 b
Con tratamiento herbicida					
Lámina poco profunda	8.3 bc	10.0 a	7.9 c	10.0 a	7.8
Profundidad media	9.0 ab	9.8 a	8.9 abc	9.8 a	8.4
Profundidad alta	9.7 a	10.0 a	9.8 a	9.4 a	8.5
Desagüe temprano	8.5 bc	10.0 a	8.8 abc	10.0 a	7.8
Desagüe tardío	7.8 c	9.6 a	7.7 bc	10.0 a	7.6
Nivel rebajado	9.0 ab	9.8 a	9.0 ab	9.8 a	8.3
Media	8.7 a	9.9 a	8.9 a	9.8 a	8.1 a
M.D.S. 5 %					
Herbicida	***	***	*****	***	
Agua	***	ns	***ns	ns	
H x A	1.04	1.2	1.4	1.2	ns
C. V. %	16.2	16.2	18.9	16.4	19.3

Tabla 1. Niveles de control de las especies de malas hierbas del arrozal más importantes*, Análisis combinado de 1985-1987.

*ECHCG = *Echinochloa crus-galli*; ECHOR = *E. oryzoides*; SCMPU = *Scirpus mucronatus*; CYPDI = *Cyperus difformis*; AMMCO = *Ammania* spp.; HETLI *Heteranthera limosa*.

Las medias para los tratamientos seguidas de la misma letra no son significativas a P = 5 %.

Estimaciones de dos poblaciones de especies de *Echinochloa* al final de cada estación revelaron que *Echinochloa crus-galli* responde más que *Echinochloa oryzoides* al incremento de la profundidad del agua: *Echinochloa oryzoides* fue más resistente en aguas profundas (45%) que en agua poco profundas (14,9%). La población total de ambas especies fue menor en las parcelas de mayor profundidad de agua, pero el aumento relativo de *E. oryzoides* a esta profundidad

sugiere la idea de que existe una presión selectiva a su favor, por ello, los arrozeros consideran a esta especie como la de más difícil control.

Scirpus mucronatus se extendió en la sección no tratada a partir del principio del segundo año. Hubo una respuesta relativamente baja de esta hierba a la distinta profundidad del agua (Tabla 1) y fue la especie dominante en las parcelas que no tuvieron tratamiento herbicidas.



Foto 1: *Echinochloa crus-galli*



Foto 2: *Echinochloa oryzoides*



Foto 3: *Leptochloa fascicularis*



Foto 4: *Scirpus difformis*

Echinochloa dominó a *Scirpus mucronatus* en las parcelas de menor profundidad de agua, pero donde no hubo *Echinochloa*, *Scirpus* puede llegar a ser un serio competidor del arroz si no se realiza control. El herbicida Bentazon la controló bastante bien cada año en cada tratamiento de agua.

Cyperus difformis (Tabla 1) tuvo una buena respuesta a la profundidad de agua, obteniéndose el menor control en las parcelas de menor profundidad de agua y con el desagüe tardío sin herbicidas. Bentazon también realiza un pobre control en las parcelas de baja profundidad y en las drenadas, que estimulan el desarrollo de esta hierba y reducen la eficacia de los herbicidas.

La presencia de *Ammania* spp. fue solamente algo menor (Tabla 1) en las parcelas de mayor profundidad de agua que en las parcelas de menor profundidad

o en las desaguadas. En todos los tratamientos, Bentazon obtiene un control casi total. La profundidad del agua no es un factor crítico en el manejo de esta hierba, aunque puede resultar de gran ayuda.

Heteranthus limosa es una hierba común del arrozal se desarrolla mejor en cultivos densos, pero debido a su poca altura, ejerce poca competencia en cultivos con densidades normales. Aunque respondió ligeramente a la mayor profundidad de agua durante el primer año, la predominancia de otras hierbas más competitivas en los siguientes años su presencia alcanzó niveles menor significativos. (Tabla 1). Sobre todo *Heteranthus limosa* no mostró ninguna respuesta acentuada ni a la profundidad del agua ni al desagüe. El herbicida Bentazon proporcionó un control parcial en todos los tratamientos de profundidad de agua, no produciéndose interacción entre el agua y el herbicida.



Foto 5: *Cyperus difformis*



Foto 6: *Heteranthus limosai*

Un incremento en la profundidad del agua suprimió algunas hierbas del arrozal más que otras. Evaluando "de visu", las especies más afectadas son *E. crus-galli*, *E. oryzoides*, y *Cyperus difformis*; las poblaciones de *Ammania* spp. fueron afectadas de forma ligera a moderada, mientras que *Heteranthus limosa* y *Scirpus mucronatus* o sólo son afectadas ligeramente o no son por el uso de un tratamiento consistente en una profundidad continua de agua de 8 pulgadas. Otras hierbas comunes que aparecen en el estudio fueron *Leptochloa fascicularis*

(altamente afectada) y *Sagitaria* spp. (ligeramente o nada afectada).

El incremento de la profundidad del agua incrementa la eficacia en el control de *Echinochloa oryzoides* y *Cyperus difformis*. Por el contrario, las menores profundidades de agua y el drenaje incrementaron la severidad de la infestación, y redujeron la eficacia del herbicida. La actividad del Bentazon para controlar *Scirpus mucronatus*, *Ammania* spp. y *Heteranthus limosa* no estuvo influenciada por las distintas profundidades empleadas.



Foto 7: *Sagitaria* spp.



Foto 8: *Ammania* spp.



Foto 9: *Bacopa* spp.

3. DESARROLLO DEL CULTIVO Y COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO

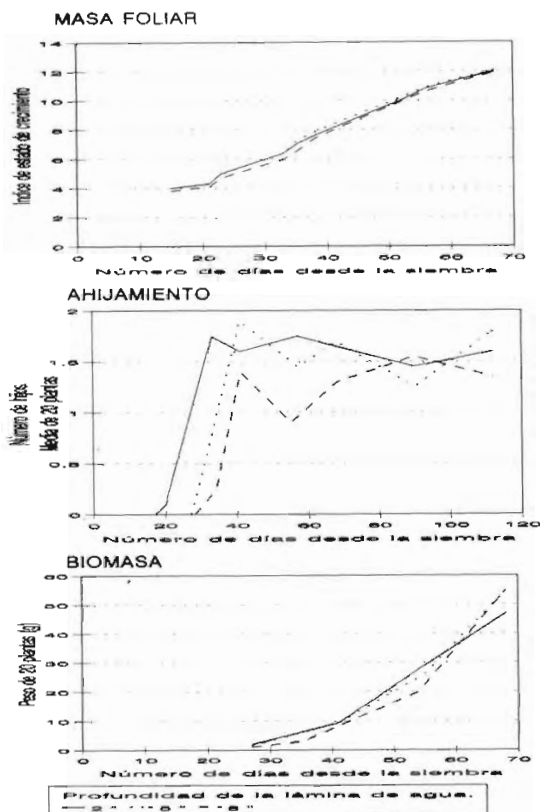
Es importante determinar un límite de salvaguarda de profundidad de agua para maximizar la eliminación de malas hierbas sin riesgos. Varias de nuestras medidas han demostrado los efectos del manejo del agua en el cultivo del arroz. La población de plantas después de 28 días desde la siembra no fue significativamente afectada por la profundidad del agua, aunque hubo una pequeña pero significativa reducción en las parcelas tratadas con herbicidas.

Los arroceros ven el rápido desarrollo de las plantas como un signo de un buen establecimiento del cultivo, mientras que una emergencia de las plántulas lenta y lento desarrollo lo asocian con un mal comportamiento agronómico. Se estimó visualmente el tiempo transcurrido hasta que emergieron el 50 % de las plantas, siendo de 9, 14 y 19-21 días para las profundidades baja, media y alta respectiva-

mente. La apariencia del cultivo en las parcelas de menor profundidad de agua, fue de un cubrimiento rápido del terreno con plantas vigorosas, mientras que en las aguas más profundas, las plantas presentaron un aspecto débil y con hojas tendidas sobre la superficie del agua, así como mucha superficie de agua expuesta. Estas diferencias visuales desaparecen rápidamente conforme el cultivo se desarrolla. El que las hojas estén tendidas sobre la superficie del agua está asociado con la presencia de daños por minadores de hojas, pero no se observó presencia de dichos minadores en este estudio.

Las medidas del crecimiento de la masa foliar, el número de hijos y la acumulación de biomasa a lo largo del tiempo (Fig. 1) muestran que se produjo un desarrollo mayor del arroz en las parcelas de menor profundidad que en las que tenían mayor profundidad de agua. Estas diferencias fueron mayores al principio, disminuyendo con el tiempo, volviéndose similares con el tiempo en todas las profundidades estudiadas.

Figura 1. Modelos de crecimiento del cultivar M-201 en tres profundidades de lámina de agua. Control químico de malas hierbas.



**MANEJO DEL AGUA PARA EL CONTROL DE MALAS HIERBAS
EN EL ARROZAL**

A pesar de su desarrollo inicial más lento, el arroz cultivado en parcelas de mayor profundidad espigó alrededor de 4 días antes que el cultivado en poca profundidad (Tabla 2). Las diferencias de temperaturas no explican este fenómeno, ya que el agua de la parcela con mayor profundidad estuvo generalmente más fría que el agua de las parcelas de menor profundidad. El espigado más temprano debe ser una reacción al estrés. La humedad del grano en recolección fue mayor con baja profundidad lo cual indica que la profundidad de la lámina de agua afecta a la maduración. La altura y el encamado estuvo afectado directamente por la competencia con malas hierbas, pero no por los tratamientos de agua.

El rendimiento en grano (Tabla 2) estuvo afectado por los tratamientos herbicidas y por el manejo del agua. La media

del rendimiento en grano para todos los tratamientos en los que no se realizaron aplicaciones químicas fue la mitad del obtenido en las parcelas que si fueron tratadas con herbicidas. No se produjeron diferencias en el rendimiento obtenido de entre los diferentes tratamientos de agua donde se aplicaron herbicidas, pero en las parcelas no tratadas, se obtuvieron diferencias entre parcelas con diferentes profundidades de lámina de agua. El mayor rendimiento de las parcelas no tratadas se obtuvo en la de mayor profundidad, que produjo un 72 % del rendimiento obtenido en las parcelas con tratamientos herbicidas y con mayor profundidad. El menor rendimiento fue el de las parcelas con menor profundidad, donde se obtuvo un 23.5 % del obtenido en la parcela de igual profundidad a esta pero con tratamientos herbicidas.

Tratamientos de agua	Densidad de plantas	Días al 50% espigado	Altura de la planta	Encamado	Humedad en recolección	Rendimiento en grano (14 % hdad.)
	plantas/pie ²		cm	%	%	lb/ac
Sin tratamiento herbicida						
Lámina poco profunda	29.2	103 a	70 c	14.7	28.1 a	2079 e
Profundidad media	28.6	97 bcd	80 ab	5.6	26.1 b	4502 cd
Profundidad alta	27.6	94 f	80 ab	1.0	20.9 cd	6366 b
Desagüe temprano	32.7	98 bc	81 a	9.6	25.7 b	4501 cd
Desagüe tardío	29.4	98 bc	80 a	1.9	24.2 b	3958 d
Nivel rebajado	31.0	96 cd	80 a	6.0	24.3 b	5216 bc
Media	29.7	97.6 a	78.4	5.8 a	24.9 a	4437 b
Con tratamiento herbicida						
Lámina poco profunda	32.2	96 cd	80 ab	1.0	21.3 cd	8183 a
Profundidad media	27.7	93 fg	78 ab	1.0	19.6 d	9007 a
Profundidad alta	25.1	92 g	77 ab	1.0	19.9 cd	8835 a
Desagüe temprano	27.2	93 fg	77 ab	1.0	20.2 cdf	9080 a
Desagüe tardío	25.3	94 ef	79 ab	1.0	21.6 c	8622 a
Nivel rebajado	24.4	93 fg	76 b	1.0	19.6 d	8543 a
Media	27.1	93.4 b	77.8	1.0 b	20.4 b	8815 a
M.D.S. 5 %						
Herbicida	*	***	ns	***	***	***
Agua	ns	***	*	ns	***	***
HxA	ns	1.7	3.9	ns	2.0	1166
C.V. %	19.4	1.9	5.2	203	9.3	18.7

Tabla 2. Efecto del manejo del agua, con y sin herbicidas, en el comportamiento agronómico del cultivar L-202

No obstante, la media de los rendimientos de los tres años de las parcelas tratadas químicamente no varió. Los rendimientos variaron en años individuales. En 1985, los tratamientos de baja profundidad y desagüe tardío produjeron menos debido a que las bajas temperaturas durante y después de la aplicación del herbicida redujeron la eficacia del producto. En 1986, los rendimientos del tratamiento de alta profundidad fue menor debido a condiciones del suelo adversas (posiblemente causadas por residuos de paja) que afectaron el desarrollo del cultivo. Por ello, sacamos como conclusión que existe un riesgo de un pobre control de malas hierbas si la profundidad del agua es poca o si permanece la parcela sin agua durante mucho tiempo, así como un riesgo de mal comportamiento del cultivo si el agua está demasiado alta. El objetivo del manejo del agua en el arrozal es intentar obtener un balance entre estos dos riesgos manteniendo el control de malas hierbas en el óptimo con lo que se obtendrán los máximos rendimientos.

4. COMPORTAMIENTO VARIETAL

En las parcelas estudiadas durante 1986-1987, en las que se sembraron a mano seis cultivares a una dosis de 150 lb/acre, la profundidad del agua no afectó al vigor de nascencia, ni a la altura de la planta, ni al porcentaje de encamado ni al rendimiento. La humedad del grano en cosecha fue menor en las parcelas de mayor altura de la lámina de agua que en las de menor altura. Sin embargo, cuando se evalúa el mismo cultivar con diferentes dosis de siembra en las tres profundidades de agua, obtenemos algunos resultados diferentes (Tabla 3). Al incrementar las dosis de siembra, teniendo como dato la media de seis cultivares y tres alturas de agua, se produce el mayor rendimiento con la mayor dosis. El rendimiento decrece al incrementar la profundidad del agua empleando la menor dosis de siembra, pero estuvo menos influenciado por la profundidad con las dosis de 150 o 225 lb/acre.

	Dosis de siembra (lb/acre)			
	75	150	225	Media
Profundidad de la lámina de agua				
Lámina poco profunda	9839 a	9557 abc	9757 ab	9716
Profundidad media	9325 c	9559 abc	9839 a	9537
Profundidad alta	8693 d	9378 bc	9526 ab	9496
Media	9286 b	9496 ab	9702 a	9496
MDS 5 %				
Agua (A)	ns			
Cultivar (C)	***			
Rate (R)	***			
A+C	***			
A+R	***			
C+R	***			
A+C+R	ns			

Tabla 3. Efecto de la dosis de siembra y de la profundidad de la lámina de agua sobre el rendimiento de seis cultivares de arroz.

MANEJO DEL AGUA PARA EL CONTROL DE MALAS HIERBAS EN EL ARROZAL

El cultivar de grano largo L-202 fue el más sensible a los cambios en la dosis de siembra y de la profundidad del agua. Su rendimiento aumentó con las mayores dosis de siembra y decreció con las profundidades de agua mayores. Los rendimientos con la mayor dosis de siembra en la parcela de mayor profundidad fueron iguales o mayores que en otros tratamientos con menores dosis o menores profundidades. Estos datos sugieren que para algunos cultivares, una dosis de siembra adicional puede compensar los efectos de la alta profundidad de agua. Otros cultivares estudiados (S-201, M-201, M-202, M-401 y A-301) tuvieron, en general, una respuesta menor a las interacciones entre la dosis de siembra y la profundidad.

El vigor, la producción de biomasa y la altura están relacionados con la respuesta del cultivar al incremento de las dosis de siembra y de la profundidad de la lámina de agua. El cultivar L-202 tiene el menor vigor, altura y crecimiento vegetati-

vo de los cultivares estudiados, y por ellos tuvo una respuesta mayor. En contraste, S-201, de mayor altura, más vigor y más vegetativo, tuvo una menor respuesta a las distintas dosis de siembra y profundidades de la lámina de agua.

5. RESUMEN Y DISCUSIÓN

El cultivo del arroz con lámina de agua profunda, provee, de forma clara, un control de algunas (no todas) de las malas hierbas del arroz, pero no se obtiene un rendimiento máximo en un sistema de cultivo tradicional en California, en el que no se efectúa rotación. En cualquier caso, el manejo del agua es un complemento muy importante en un programa racional de utilización de herbicidas. Donde las condiciones limitan la eficacia de estos herbicidas, la mayor profundidad de la lámina de agua puede ayudar al control de las malas hierbas. Debido a que estas malas hierbas son más sensibles que el arroz a la

ESPECIES DE MALAS HIERBAS

Nombre científico	Nombre común (Inglés)	Nombre BAYER codificado
<i>Echinochola oryzoides</i>	Early Watergrass	ECHOR
<i>Echinochloa oryzicola</i>	Late Watergrass	ECHOR
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Barnyardgrass	ECHCG
<i>Leptochloa fascicularis</i>	Sprangletop	LEFFA
<i>Scirpus mucronatus</i>	Ricefield bulrush	SCPMU
<i>Cyperis difformis</i>	Smallflower umbrellaplant	CYPDI
<i>Heteranthus limosa</i>	Ducksalad	HETLI
<i>Sagittaria</i> spp.	Arrowhead	SAGMO
<i>Ammania</i> spp.	Redstem	AMMCO
<i>Bacopa</i> spp.	Waterhyssop	BAORO

HERBICIDAS

Nombre Comercial	Nombre Común
Ordram	Molinato
Londax	Bensulfurón-metil
Bolero	Tiobencarb
Stam	Propanil
Varios	MCPA+2,4 D

Tabla 4. Principales herbicidas y especies de malas hierbas presentes en el cultivo del arroz en California (EEUU).

profundidad del agua, los arroceros pueden reducir las aplicaciones de herbicidas en estos casos. A los largo del tiempo, la utilización de una alta lámina de agua realiza una selección sobre *E. oryzoides*, que en cualquier caso es más tolerante a la profundidad del agua y de más difícil control mediante el uso de herbicidas que *E. crus-galli*.

Aunque se obtuvieron rendimientos máximos en los ensayos con una lámina de agua de 8 pulgadas, esta profundidad podría causar demasiado estrés en parcelas que históricamente han presentado problemas de establecimiento del cultivo causado por problemas del suelo, tales como salinidad, alcalinidad y por la textura. Sugerimos una altura máxima de 7 pulgadas que permita una buena emergencia del arroz y un buen rendimiento, además de un adecuado control de aquellas malas hierbas más sensibles. Una dosis adicional de semilla permitirá superar los problemas que el cultivar L-202 presenta al ser cultivado en lámina de agua profunda. En estas condiciones deberá tenerse un mayor control sobre la presencia de barrenador.

La realización de esta técnica es adecuada para aquellos arroceros que realizan un cultivo biológico. Pensamos que los arroceros deben experimentar con

estas prácticas, para que más tarde las adopten como útiles herramientas que le ayuden a reducir costos, mejorar el control de las malas hierbas del arroz y reducir los residuos químicos en las aguas.

BIBLIOGRAFÍA

Managing water for weed control in rice. California Agriculture. September-October 1990.

J. F. WILLIAMS, Cooperative Extension Farm Advisor, Sutter-Yuba counties.

S. R. ROBERTS, Staff Research Associate, Agronomy and Range Science Extension, UC Davis.

J. E. HILL, Agronomist, Agronomy and Range Science Extension, UC Davis.

S. C. SCARDACI, Cooperative Extension Farm Advisor, Colusa County.

G. TIBBITS, Graduate student in Agronomy and Range Science at UC Davis.

Los autores quieren agradecer por su apoyo y cooperación en este proyecto a: Scheidel Farming Company, y particularmente a Jack y Brett Scheidel.

POTENCIALES ACUÍCOLAS DE LAS MARISMAS DEL GUADALQUIVIR: CULTIVO ASOCIADO CANGREJO-ARROZ

**ELENA ADMETLLA RIBALTA
MARTA CARRASCO ROMERO**

*C.I.D.A. Las Torres y Tomejil. Alcalá
del Río, Sevilla.*

1. INTRODUCCIÓN

El hombre desde su aparición en la tierra, ha venido explotando el medio que le rodea tanto terrestre como acuático. De la misma manera que evolucionó de la recolección y la caza a la agricultura y la ganadería, la acuicultura surge como una manera más evolucionada de utilización del medio acuático frente a la simple extracción pesquera.

Si consideramos como **acuicultura**, el conjunto de actividades dirigidas a incrementar la producción de cualquier explotación de recursos vivos acuáticos, animales o vegetales, mediante la aplicación de técnicas con distinto grado de complejidad, el cultivo del arroz, especie semiacuática, estaría dentro de esta definición.

Al sobrevolar el litoral suratlántico de la península Ibérica, no cabe duda de que la similitud que existe entre una zona intermareal dedicada a cultivos marinos, por ejemplo del Parque Natural Bahía de Cádiz, y un campo de cultivo de arroz en primavera en Las Marismas del Bajo Guadalquivir, es grande: láminas de agua de mayor o menor extensión limitadas por muros de tierra y conectadas por canales para el movimiento del agua.

Observando ambos terrenos más de cerca, la diferencia más llamativa puede ser la profundidad de la lámina de agua; sólo unos centímetros en el caso de las parcelas de arroz y casi un metro en los estanques para el cultivo de peces, moluscos o crustáceos, lo que no ha sido inconveniente para que en otras zonas del mundo (China, Sudeste Asiático, EE.UU., Madagascar), convivan y se complementen ambos cultivos, estando la actividad acuícola perfectamente integrada en la agrícola (Huet, M., 1983).

Las Marismas del Guadalquivir constituyen una amplia zona, que por sus características: terrenos impermeables

de escasa pendiente, climatología, infraestructura de canales y caminos, agua circulante, etc., posee un enorme potencial para el desarrollo de cultivos acuícolas, asociados o no a actividades agrícolas.

El agua, factor determinante en la acuicultura, procede mayoritariamente del río Guadalquivir, que atraviesa Las Marismas, y que con su carácter de estuario presenta un marcado gradiente de salinidad, desde el tramo de agua dulce (donde se sitúan actualmente las bombas que riegan los campos de arroz), pasando por una zona de agua salobre hasta la zona salada. El tipo de modelo acuícola a desarrollar dependerá pues de la calidad y cantidad de agua disponible en cada zona y del grado de intervención que se pueda o quiera ejercer sobre el medio para ajustar la especie o especies seleccionadas a un cultivo viable y rentable.

Se podrían definir dos modelos posibles de actividad acuícola en Las Marismas. Por un lado, en la zona que dispone de agua procedente del tramo de agua dulce del río Guadalquivir, es viable el cultivo extensivo de cangrejo rojo integrado en el cultivo del arroz siguiendo el esquema de acuicultura que se practica en el Sudeste de los Estados Unidos.

Por otro lado, en la zona Sur de Las Marismas, se viene desarrollando un modelo de acuicultura extensiva en policultivo de distintas especies (lubina, lisa, camarón, anguila). Estos terrenos de marismas, comprendidos entre el brazo de la Torre y el río Guadalquivir, en los años 70 fueron desecados para uso agrícola, mediante la construcción de una red de canales de desagüe. Actualmente, la actividad acuícola ha recuperado su carácter de zona húmeda, invirtiendo el sentido de los primitivos canales de desagüe, que conducen el agua desde el tramo salado del río hasta los estanques de cultivo.

2. MODELO DE AGUA DULCE: CULTIVO ASOCIADO CAN- GREJO-ARROZ

2.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

Una de las especies acuícolas con mayor potencial de cultivo en Las Marismas del Guadalquivir es el cangrejo rojo, *Procambarus clarkii* (Girard, 1852), introducido en España en 1974, procedente de Luisiana (E.E.U.U.).

Si bien, el cangrejo rojo es nativo del Sudeste de los Estados Unidos de Norte América y el Noreste de México, sus características biológicas, que le permiten adaptarse fácilmente a la mayoría de zonas húmedas, hacen que en la actualidad se encuentre ampliamente distribuido por los cuatro continentes (Huner, 1989).

2.2. PESCA Y ACUICULTURA EN ESTADOS UNIDOS

Durante décadas la mayoría del cangrejo rojo comercializado en Estados

Unidos procedía de las capturas en las 300.000 ha. inundables por los periódicos desbordamientos del río Misisipí tras las fuertes lluvias otoñales. Esta actividad pesquera en terrenos naturales, comprendida entre los meses de Marzo a Junio, estaba a expensas de las oscilaciones climáticas de los ciclos hidrológicos interanuales o anuales, que creaban grandes variaciones en las capturas totales y consecuentemente en los precios de mercado (De La Bretone y Romaire, 1989).

A principio de los años sesenta, con objeto de asegurar una cosecha estable a lo largo de los años y ampliar el período de pesca a meses donde no existía pesca natural (Noviembre a Junio), se inició el desarrollo de la tecnología necesaria para el cultivo en régimen extensivo del cangrejo rojo. Actualmente existen en Estados Unidos 65.000 ha. dedicadas a la acuicultura de este crustáceo, siendo el estado de Luisiana el mayor productor, con una media de capturas de 30.000 Tm/año, lo que supone el 60% del total comercializado en este estado (Figura 1).

Figura 1. Producción del cangrejo rojo en Luisiana (EEUU)

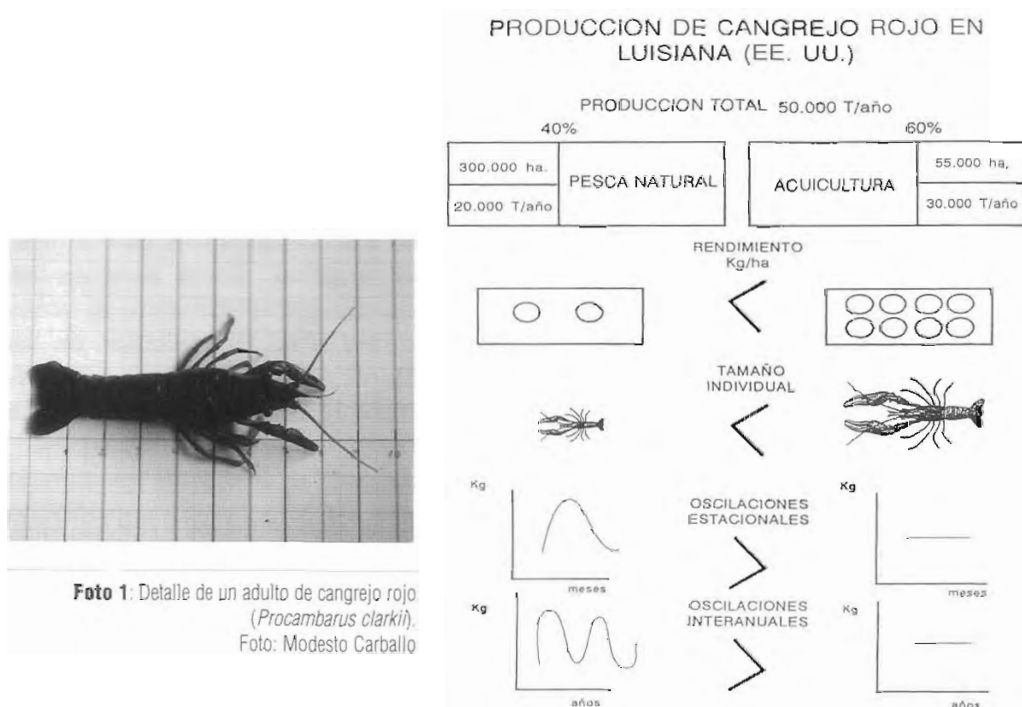


Foto 1. Detalle de un adulto de cangrejo rojo (*Procambarus clarkii*).
Foto: Modesto Carballo

2.3. CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO

Las características biológicas de este crustáceo decápodo: gran resistencia a bajas concentraciones de oxígeno en el agua, resistencia a enfermedades, alta capacidad reproductora, rapidez de crecimiento, tolerancia a altas temperaturas, etc., hacen que este cangrejo sea especialmente favorable para el cultivo controlado en régimen extensivo a gran escala y comercialmente viable.

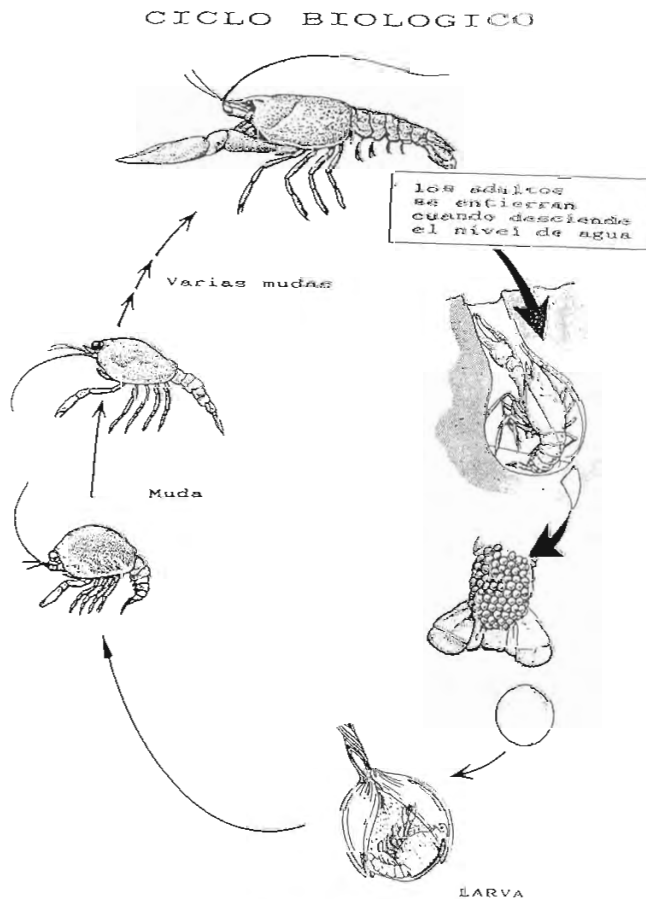
2.3.1. Ciclo biológico

El cultivo de este crustáceo está basado en el manejo artificial del nivel hídrico de los estanques, que condiciona el ciclo biológico de la especie, para recrear, al secar o inundar los estanques, situaciones similares a las que se encuentran en su hábitat natural, forzar la reproducción

de los cangrejos, y de esta manera alargar los períodos de pesca.

El cangrejo rojo es un animal con hábitos escarbadores, que construye madrigueras en los límites de inundación del estanque, coincidiendo con el secado de los mismos o con situaciones adversas en el exterior (Figura 2). Cuando las condiciones ambientales óptimas son restituidas, de estas cámaras subterráneas sale una nueva generación. La eclosión de los huevos, que han permanecido unidos a los pleópodos de las hembras desde su fecundación, se produce en dos o tres semanas a 23-27 °C, y en tres o cuatro meses a bajas temperaturas. Estos individuos jóvenes alcanzarán el tamaño comercial en dos o tres meses a 26-30 °C, o en más tiempo si las temperaturas se mantienen bajas (O'Lee, 1992).

Figura 2. Ciclo biológico del cangrejo rojo *Procambarus clarkii*.



2.3.2. Estrategias de alimentación

Son animales omnívoros oportunistas, especialmente detritívoros, por lo que sus hábitos alimenticios están íntimamente relacionados con el sistema vegetativo detritívoro que se establece en su hábitat natural: al descomponerse la materia orgánica vegetal se produce el crecimiento de una biomasa de alto valor proteico, compuesta por bacterias y otros microorganismos, que son los que realmente constituyen el verdadero alimento del cangrejo (Avault y Brunson, 1990). Todos los esfuerzos realizados para el desarrollo de modelos de acuicultura extensiva de *P. clarkii* han ido encaminados a incrementar

la cadena detritívora vegetativa mediante el aumento del volumen de forraje que existe en el estanque de cultivo.

Cuatro son las estrategias básicas para la alimentación del cangrejo en cultivo: fomentar el crecimiento de la vegetación natural; añadir diversos subproductos de la agricultura a los estanques; sembrar cultivos agronómicos con el fin de utilizarlos como forraje; y por último, administrar piensos compuestos, similares a los utilizados con otras especies acuícolas, como complemento alimentario en determinados períodos (Brunson, 1989A) (Tabla 1).

ESTRATEGIA	PRODUCCIÓN (kg/ha)
1. Vegetación natural	600-800
2. Subproductos de la agricultura:	
- Caña de azúcar	360
- Estiércol de pollo	600
- Paja de arroz	736
3. Siembra de cultivos agronómicos:	
- Mijo	1.015
- Arroz/monocultivo	1.609
- Arroz/doble cultivo	1.000
- Sorgo/monocultivo	1.400
- Sorgo/doble cultivo	1.000
4. Pienso compuesto	880-1.100

Tabla 1. - Producción anual de cangrejo (kg/ha) con distintas estrategias alimentarias.

La estrategia más antigua, simple y barata consiste en permitir el crecimiento en los estanques, durante primavera y verano, de la **vegetación natural** de la zona, generalmente compuesta por plantas acuáticas o semiacuáticas, que al descomponerse en el agua durante los meses fríos proporcionan el sustrato adecuado para el mantenimiento de la población de cangrejos. Esta práctica propor-

ciona generalmente bajos rendimientos, cosechas de menos de 600-800 Kg. de cangrejo por hectárea de cultivo y año, dado el escaso control que sobre la producción de forraje inicial se ejerce por parte del acuicultor (Chien y Avault, 1980).

Numerosos **subproductos** y desechos de la actividad agrícola han sido eva-

luados como alimentos para el cangrejo: paja de diferentes gramíneas entre ellas arroz, centeno, sorgo; estiércol de granjas de pollo; restos de la caña azucarera. Aunque el crecimiento de los cangrejos fue bueno en algunos de estos sustratos, solamente la paja tiene un potencial real de empleo en las granjas de producción comercial de cangrejo; la utilización de caña azucarera solamente produce 350 Kg/ha, los restos de pollo 600 Kg/ha y la paja de arroz 736 kg/ha (Avault y col., 1978). El mayor problema que supone el empleo de estos materiales es el coste de recogida y de distribución en los estanques, pudiendo resultar, sin embargo, el complemento adecuado de alimentación combinándola con otras fuentes; la adición de estiércol de pollo a estanques donde se sembró arroz puede llegar a producir hasta 1.631 Kg/ha (Miltner y Avault, 1981).

El método más eficiente de asegurar la cantidad de alimento apropiada para el cangrejo es la siembra en los estanques de diversos **cultivos agronómicos**: arroz, sorgo, mijo, cebada (Brunson, 1989B). En este modelo el granjero, agricultor y acuicultor al mismo tiempo, puede controlar el tipo y la cantidad de forraje disponible, que entrará a formar parte de la materia orgánica de la cadena detritívora. Dos terceras partes de los estanques de cultivo en Luisiana, utilizan el arroz como planta forrajera, mediante dos estrategias diferentes. Una sería el modelo cultivo doble arroz-cangrejo, obteniéndose las dos cosechas cada año, con capturas anuales de cangrejo de 1.000 Kg/ha (Chien y Avault, 1980); y otra, el modelo de monocultivo de cangrejo donde el arroz se siembra pero no se cosecha sino que se utiliza solamente como especie forrajera, por lo que al no inferir las labores agronómicas del cultivo del arroz en

los períodos de pesca, la temporada se puede alargar, pudiéndose alcanzar producciones de 1.600 Kg/ha (Miltner y Avault, 1981).

La utilización de **pienso compuesto** se presenta como el paso necesario para la intensificación del cultivo de esta especie (D'Abramo y Niquette, 1991). Diferentes dietas han sido empleadas con buenos resultados en distintas experiencias, siendo el mayor inconveniente el alto precio de las mismas, que condiciona la subida de los costes de producción. Por este motivo, los mejores rendimientos se alcanzan al combinar la siembra de arroz con la adición al final de la temporada de pesca, cuando ya no queda forraje que alimento a la cadena detritívora en el medio, de pienso compuesto adecuadamente formulado para la alimentación de esta especie, llegándose a capturar 2.100 Kg/ha (Cange y col., 1982).

2.3.3. Calidad y cantidad del agua de cultivo

La calidad y cantidad del agua suele ser el factor más limitante en la acuicultura del cangrejo rojo. El *P. clarkii* puede vivir casi en cualquier ambiente húmedo, siempre que la temperatura en el interior de las guaridas no descienda por debajo de los 0 °C, la temperatura del agua en verano no debe ser muy superior a los 35 °C, la salinidad debe ser menor de 5‰, y las concentraciones de oxígeno deben de ser superiores a 3 mg/l (Romaine, 1985).

Para mantener las condiciones adecuadas de calidad de agua, Baker (1987) recomienda un mínimo de diez renovaciones en cada temporada, lo que supone un gasto de 50.000 m³/año/ha, manteniendo una profundidad media de 50 cm.

**POTENCIALES ACUÍCOLAS DE LAS MARISMAS DEL GUADALQUIVIR:
CULTIVO ASOCIADO CANGREJO-ARROZ**

PARÁMETRO	ÓPTIMO	MÍNIMO LETAL	MÁXIMO LETAL
Temperatura	22-28 °C	10 °C	35 °C
Oxígeno Disuelto	>3 mg/l	1 mg/l	
pH	7-8	6	9
Dureza	50-200 mg/l	40 mg/l	250 mg/l
Amonio			2 mg/l
Nitrito			4 mg/l
Salinidad			5 mg/l

Tabla 2. Características del agua de cultivo

2.4. EL CANGREJO ROJO EN LAS MARISMAS DEL GUADALQUIVIR; INTRODUCCIÓN, PESCA Y SITUACIÓN ACTUAL

La breve historia de la vida de este crustáceo en Las Marismas está marcada por grandes contrastes; apenas cinco años después de 1974 en que se liberaron 500 kilos, originarios de Luisiana, para iniciar una actividad acuicultora controlada en la finca Casablanca, término municipal de La Puebla del Río, el cangrejo se había extendido por todas las marismas, poblando las 30.000 ha. de superficie arrocera y otras zonas naturales colindantes (Robles y col., 1982).

Por un lado, la captura de los cangrejos supuso una nueva fuente de riqueza a través de las distintas etapas de su aprovechamiento industrial: pesca, depuración, clasificación, procesado y comercialización (Algarín y Libreros, 1988).

Los pescadores se agruparon en cooperativas, que aprovechaban la producción natural de cangrejos en canales de riego y tablas arroceras, sin realizar ningún control sobre el medio, a expensas de las variaciones climáticas, llegándose a obtener 5.000 Tm en 1987. En caso de sequías prolongadas, como la actual, las poblaciones naturales se ven afectadas, bajando las capturas al mínimo, lo que ha provocado el cierre de la mayoría de cooperativas y la importación masiva de cangrejo para satisfacer la demanda de las empresas procesadoras locales (Junta de Andalucía, 1981).



Foto 2. Nasas para la pesca del cangrejo rojo colocadas en un canal de riego de un arrozal.
Foto: Manuel Otero.

Por otro lado, el agricultor arrocero vio como sus parcelas se veían invadidas tanto de estos pequeños crustáceos, que proliferaban a velocidades increíbles agujereando los terrenos y modificando los cursos del agua, como por las nasas de los pescadores profesionales e incluso de aficionados que invadían las propiedades amparándose en el derecho a ejercer la actividad pesquera. Este perjuicio sin recompensa económica llevó a considerar al cangrejo como una auténtica plaga para la agricultura.

No obstante, este gran desarrollo de la pesca no se vio acompañado de una investigación científica seria que aportara la tecnología y el conocimiento necesario para el desarrollo de modelos de acuicultura integrada en la agricultura.

Además, al depender exclusivamente de la pesca natural, el precio del kilo de cangrejo tiene fuertes oscilaciones a lo largo del año, dependiendo de los períodos de inundación de Las Marismas, pudiendo multiplicar su valor varias veces en épocas de escasa pesca natural.

Sin embargo, en otras zonas, como hemos indicado anteriormente, esta especie es objeto de un cultivo controlado en terrenos donde se alterna, en ciclos anuales o bianuales, la cosecha de cangrejos con cultivos agronómicos como arroz, soja, cebada ..., asegurándose una producción estable de cangrejo a lo largo de los años, aprovechando los subproductos de la agricultura para la alimentación de los mismos y pescando en épocas en que no son posibles las capturas en el medio natural. Las Marismas del Guadalquivir presentan unas condiciones óptimas para el desarrollo de esta actividad acuícola.

3. BIBLIOGRAFÍA

- ALGARÍN S., M. LIBREROS. 1988. Biología general de los cangrejos rojos de marismas *Procambarus clarkii*, en Las Marismas del Guadalquivir. I Jornadas de Acuicultura de Castilla-La Mancha. Ponencia n 6.
- AVAULT J.W., HERNÁNDEZ R., M. GIAMALVA. 1978. Sugarcane waste products and chicken manure as supplemental feed for crawfish. Sugar y Azúcar 73(6):42. AVAULT J.W., M.W. BRUNSON. 1990. Crawfish forage and feeding system. Aquatic Sciences 3:1-10.
- BAKER F. 1987. Pumps and pumping efficiency. Proc. 1st Louisiana Aquacult. Conf., Ed: R. Reight. Louisiana Coop. Ext. Serv., Baton Rouge. 70-73 pp.
- BRUNSON M.W. 1989 (A). Forage and feeding systems for comercial crawfish culture. J. of Shellfish Research 8(1):277-280.
- BRUNSON M.W. 1989 (B). Double cropping crawfish with sorghum in Louisiana. Louisiana Agricultural Experimental Station Bull. N 808:1-18.
- CANGE S.W., MILTNER M., J.W. AVAULT. 1982. Range pellets as supplemental crawfish feed. Prog. Fish-Cult. 44(1):23-24.
- CHIEN Y., J.W. AVAULT. 1980. Production of crayfish in rice fields. Prog Fish-Cult. 42(2):67-70.
- D'ABRAMO L.R., D.J. NIQUETTE. 1991. Seine harvesting and feeding formulated feeds as new management practices for pond culture of red swamp crawfish, *Procambarus clarkii*, and white river crawfish, *P. acutus acutus*. J. of Shellfish Research, 10(1): 169-177. DE LA BRETONNE L.W., R.P. ROMAIRE. 1989. Commercial crawfish cultivation practices:a review. J. of Shellfish Research 8(1):267-275.
- HUET M. 1983. Tratado de piscicultura. Ed: Mundi Prensa. 3Ed.
- HUNER J.V. 1989. Overview of international and domestic freshwater crawfish production. J. Shellfish Res. 8(19):259-265.
- JUNTA DE ANDALUCÍA. 1981. El cangrejo rojo de la marisma. Jornadas de estudio. Ed: Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.
- MILTNER M., J.W. AVAULT. 1981. An evaluation of rice, *Oriza sativa*, and Japanese millet, *Echinochloa frumentacea*, as forage for red swamp crawfish, *P. clarkii*. Louisiana Agriculture 24(3):8-10.
- O'CLEE D., J.F. WICKINS. 1972. Crustacean farming. Blackwell. Oxford. 392 pp.
- ROBLES J.A., MOLINA, F. y col. 1982. Estudios sobre la viabilidad a corto, medio y largo plazo de la puesta en practica de las conclusiones acordadas en las jornadas de estudio sobre el cangrejo rojo de Las Marismas. 2 volum. 152 pp y 199 pp.
- ROMAIRE R.P. 1985. Water quality. En: Crustacean and Mollusk Aquaculture in the U.S. Ed: E.E. Brown. AVI Publishing, Westport.CN.

PROBLEMÁTICA FITOSANITARIA DEL CULTIVO DEL ARROZ EN ESPAÑA

MANUEL OTERO LEÓN

*Consejería de Agricultura y Pesca.
Junta de Andalucía.*

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ZONAS DE CULTIVO DEL ARROZ EN ESPAÑA

Las zonas tradicionales del cultivo del arroz en España son: Valencia (16.000 has), Tarragona (20.000 has) y Sevilla (32.000 has), situadas respectivamente en parajes tan peculiares como la Albufera, el Delta del Ebro y las Marismas del Guadalquivir respectivamente. A estas se suman las de Huesca (8.000 has), Zaragoza (1.300 has), Badajoz (19.000 has), Cáceres (2.500 has), Navarra (2.000 has) y Murcia (300 has) en la zona de Calasparra. Estas superficies pueden verse reducidas en años de sequía.

1.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS

Las características de los suelos influyen de forma determinante, así los suelos salinos, sobre los cuales el arrozal es el único cultivo económicamente viable, dan origen a monocultivos como sucede en Sevilla. En el resto de las zonas, los suelos son aptos para varios cultivos, aunque sea el arrozal el cultivo dominante.

1.3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE LAS ZONAS ARROCERAS

La diferente localización geográfica, da origen a distinta climatología. Así, las temperaturas máximas (T), mínimas (t) y medias (m) para las diferentes zonas en el mes de Mayo son:

	Extremadura	Zaragoza	Sevilla	Valencia	Tortosa
T	25.0	23.0	26.7	22.5	23.8
t	10.8	10.6	12.4	13.8	13.0
m	17.9	16.8	19.6	18.2	18.3

Estas cifras muestran sensibles diferencias que influirán de manera determinante en las diferentes Integrales Térmicas que determinarán el ciclo de las variedades a sembrar.

Más significativas y quizás más deter-

minantes sean las diferencias entre las máximas diarias, si tenemos en cuenta que temperaturas próximas a ellas, alrededor de un grado menos, se mantienen durante las dos-tres horas anteriores y posteriores a la máxima que a continuación se reflejan:

	Badajoz	Valencia	Tortosa	Zaragoza	Sevilla
T ^a Máxima	46.3	41.8	43.0	42.6	45.0

Las temperaturas aquí reflejadas fueron tomadas según condiciones normalizadas de obtención de datos en casetas meteorológicas, y si hay algún cultivo donde la correlación entre estos datos y las temperaturas reales del cultivo pre-

sentan una gran desviación, este es el del arrozal. Esta desviación sin duda está ocasionada por el colchón térmico que supone la lámina de agua que cubre la parcela donde se cultiva el arroz.

1.4. VARIETADES SEMBRADAS

La distinta climatología y la demanda de los fabricantes de las distintas zonas determinan las variedades sembradas en cada una de ellas. Aragón, Navarra, Tarragona y Valencia siembran prácticamente variedades japónicas como son Bahía, Lido, Balilla x Solana, Tebre, Senia, etc. En Extremadura y Sevilla, la práctica totalidad de siembra se realiza con Thaibonnet, de tipo índica, y algo de Thainato.

1.5. EL GRUPO DE TRABAJO DEL ARROZ

Cuando se constituyó el grupo de trabajo del arroz, los problemas para luchar contra las plagas del arrozal estaban mejor o peor resueltos. Desde entonces la filosofía del Grupo ha sido realizar una agricultura "blanda", tanto por convencimiento propio, como porque así lo demandaban las circunstancias. No hay que olvidar la localización de algunas zonas en humedales de fama mundial.

Por otra parte, las características especiales del cultivo, la influencia de las actividades culturales, fecha de siembra, secas para aplicaciones de herbicidas, retrasos vegetativos por aplicaciones de insecticidas, abonados, etc, ligan el estado del cultivo con el estudio de la biología de las plagas, por lo que es preceptivo el conocimiento de las prácticas culturales. De ahí, que aunque la actividad principal del grupo se centre en lo concerniente a plagas y enfermedades, el resto de los problemas del cultivo no son ajenos a los trabajos a desarrollar, como son, ensayos de abonado, herbicidas o métodos de lucha contra el arroz "salvaje", también conocido como arroz "bastardeado".

2. PLAGAS DEL ARROZAL

La aparición de las diferentes plagas del cultivo del arroz por orden cronológico de ataque es la siguiente:

- Larvas de Chironomus sp. (gusanos rojos y blancos del arroz).
- Larvas de efíridos (tijeretas).
- Mythimna unipuncta (orugas defoliadoras).
- Chilo supresalis (barrenador).
- Sesamia sp. (taladro).
- Eusarcoris inconspicuus (pudenta).
- Aphis sp. (pulgones).

No todas las plagas están presentes en todas las zonas, al menos como tales plagas objeto de tratamientos insecticidas directos.

En Extremadura y Sevilla no se ha detectado hasta el momento la presencia de Chilo, probablemente porque las condiciones climáticas no son las idóneas para su desarrollo, ya que es de suponer tráfico de toda suerte de material vegetal entre Valencia y Sevilla, pues no hemos de olvidar que los primeros arrozeros de Sevilla fueron valencianos. La pudenta no constituye plaga en las zonas donde existe Chilo, aunque está constatada su presencia, pero los efectos colaterales de las aplicaciones insecticidas contra el Chilo impiden su desarrollo. Lo mismo ocurre con las orugas defoliadoras.

En cuanto a su importancia, reflejada en la superficie tratada, el chilo (con tres tratamientos) el gusano rojo y la pudenta ocupan el primer lugar, recibiendo la totalidad de la superficie sembrada entre 1.5 y 2 tratamientos. La rosquilla, con ataques muy variables de un año a otro, recibe un tratamiento en el 70 % de la superficie, siendo muy escasos los ataques de pulgón y barrenador, que no llegan a tratarse.

3. GUSANOS ROJOS Y BLANCOS DEL ARROZ

3.1. DESCRIPCIÓN

Pertencen a los géneros chironomus sp., Ortocladius sp. (larvas rojas) y Crico-

topus sp. (larvas blancas parduscas). Familia chironomidae, dípteros nematóceeros.

Los adultos son de pequeño tamaño, 8-12 mm, muy parecidos a los mosquitos, conocidos por los agricultores como mosquitos zumbadores. Tienen las mandíbulas atrofiadas y su aparato bucal escasamente desarrollado lo cual les impide picar, de ahí lo de zumbadores. No toman alimentos, presentando el tubo digestivo contraído y vacío.

Las antenas de los machos son plumosas y las de las hembras monoliformes con escaso número de artejos. Las patas anteriores, más largas que el resto, están provistas de órganos sensoriales.

3.2. BIOLOGÍA

Los chironomus pasan el invierno en estado de larva, pudiendo observarse algunos adultos después de unos días calurosos en el inicio de la primavera, presentándose los adultos de la primera generación.



Foto 1: Adulto de Gusano Rojo (Chironomus)

Los adultos son gregarios, formando columnas que siempre parecen estar oscilando al final de la carretera, emparejándose y posteriormente abandonando la columna.

La hembra realiza la puesta sobre aguas mansas y claras. La puesta es mucilaginosa y aunque en el período de siembra es difícil de localizar, cuando el arroz está emergido, las puestas se quedan adheridas a los tallos donde se las encuentra fácilmente.

Desde la puesta hasta el estado de adultos transcurren 18-20 días, ocurriendo esto en el mes de Mayo. Este período se acorta hasta los 10-12 días en los meses de máximas temperaturas como Julio y Agosto.

Las larvas, apnéusticas acuáticas, pasan por cuatro estadios y llegan a alcanzar los 12-16 mm de longitud. Se caracterizan por el color rojo debido a la hemoglobina, Chironomus, y pardo sucio, Cricotopus.

Estas larvas viven dentro de unos tubos que fabrican con detritus, algas, etc., dentro del fango. En caso de fuertes ataques, estos pequeños tubos llegan a cubrir la superficie del suelo de la parcela. Sucede esto, cuando el cultivo se está desarrollando y ya no hacen daño al mismo.

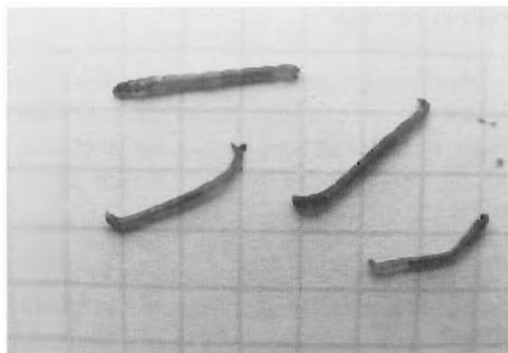


Foto 2: Larvas de Gusano Rojo

La ninfa, se mueve mediante bruscas contracciones y está provista a veces de dos pequeños "cuernos" respiratorios. En los meses de calor, la duración del estado de ninfa oscila entre las 24 y las 36 horas. Los adultos emergen mediante una hendidura dorsal con la cabeza y las alas e inician el vuelo desplazándose sobre el agua. La tensión superficial del agua y el rozamiento hace que los despojos de la ninfa queden sobre el agua, y el adulto emprenda el vuelo.

3.3. IDENTIFICACIÓN

El método de determinación de la 1ª generación es simple. Basta observar las ninfas o los restos de estas en una piqueta de salida del agua de una parcela que no haya sido tratada, ya que antes de emerger el adulto, estas ninfas son poco móviles y son arrastradas por el agua.

Otro método más simple es el de poner una red de tela en las piqueras, preferiblemente a sotavento.

En estados más avanzados del cultivo, 20-30 cm, las puestas se quedan adheridas a los tallos y son relativamente fácil de identificar. Al amanecer, son más visibles las larvas de chironomus de 3ª y 4ª edad, de color rojo, ya que las de edades anteriores son rosadas, casi transparentes. Estas larvas se encuentran brujuleando entre dos aguas. También se puede detectar la presencia de esta plaga por la existencia de los pequeños tubos que construyen en el suelo que les sirven de refugio, pudiendo estos llegar a recubrir toda la parcela.

Aunque en los primeros estadios, las larvas no se pueden observar a simple vista, el sistema más simple es la observación del sistema radicular de las plántulas.

Un método fácil de determinar la duración del tiempo que transcurre entre la puesta y la emergencia de los adultos, consiste en colocar bandejas con tierra

"nueva" y agua de canal, de forma intermitente en las proximidades de una parcela. De esta forma, y dado que las ninfas nadan en el agua y se ven a simple vista, puede determinarse el tiempo transcurrido.

3.4. DAÑOS

Son las larvas de 3ª y 4ª edad de chironomus las que ocasionan fuertes daños a las siembras, comiendo las raicillas de las plántulas, en estado de 3-4 hojas. Estas plántulas, arrastradas por el viento se depositan formando cordones sobre los márgenes de la parcela, haciendo que se tenga que resembrar.



Foto 3: Daños de Gusano Rojo

Otro daño que suele pasar inadvertido para el agricultor es el llamado "encamado precoz".

Suele ocurrir cuando los tratamientos no alcanzan una eficacia suficiente o ha empezado el ataque de la 1ª generación. Si tomamos una planta que no se desprendió, se observa un pobrísimo sistema radicular. Las hojas aparecen acostadas sobre el agua, sin superar la fuerza que la tensión superficial del agua ejerce sobre ellas. Es de hacer notar que en las plantas con 20-25 cm, la longitud de la raíz y de la parte aérea es prácticamente la misma.

Estos daños directos; pérdidas de plantas y debilitamiento del cultivo se traducen en pérdidas de cosecha, tanto por la disminución de la misma como de la calidad, ya que al alargarse el ciclo aumenta, por encima de lo deseado, el número de granos verdes. Al mismo tiempo, aquellas variedades sensibles a enfermedades están sometidas a un mayor período de tiempo en estado receptivo para dichas enfermedades.

Las larvas de cricotopus de color blanquizco, y con biología similar a las de chironomus, devoran el interior del grano. El daño pasa desapercibido para el agricultor, que ve como pasan los días y su arroz no nace. Debido a que los tratamientos contra gusano rojo, que son preceptivos, también controlan a las larvas de cricotopus, es muy raro encontrar daños debidos a esta plaga.

3.5. SEGUIMIENTO DE LA PLAGA

En las zonas endémicas son preceptivas las aplicaciones insecticidas durante la época de siembra. Conocida la evolución de la plaga, el momento de la aplicación viene determinado por el tiempo transcurrido entre la inundación de la parcela y la siembra. Así, para siembras efectuadas entre los 7-10 días siguientes a la inundación, podremos esperar este período de tiempo para realizar el tratamiento. En siembras efectuadas con posterioridad será necesario tratar inmediatamente, ya que el tiempo transcurrido ha permitido a la plaga alcanzar niveles de población y desarrollo que afectarán grandemente al cultivo.

Una segunda aplicación será necesaria en la mayoría de las siembras, en las más adelantadas. Esta segunda aplicación suele hacerse a los 7-15 días después de la primera.

En los tratamientos tardíos, se forman cadenas de manchas rojizas de larvas muertas en últimos estadios que se depositan en las depresiones del terreno. Esto

indica que el tratamiento debía haberse realizado con anterioridad, ya que el daño indirecto (debilitamiento, retraso) ya ha sido inferido.

La determinación del momento de esta segunda aplicación se realiza mediante la observación directa de una muestra de tierra de la superficie del terreno usando una bandeja, y repitiendo esta operación en varios puntos de la parcela.

Un método más práctico es aplicar un caldo insecticida mediante un pulverizador manual sobre una superficie de 3-5 m² y dependiendo de la dosis aplicada, transcurridos unos quince minutos, aparecerán las larvas en las depresiones del terreno o se las verá nadando entre dos aguas arrastradas por la corriente.

En aquellas zonas donde hay recirculación de aguas hay posibilidad de reinfestación por el agua de riego. Pueden introducirse de nuevo en la parcela debido a aplicaciones defectuosas que no llegan a eliminar totalmente la plaga, pudiendo provocar daños.

Otro método para observar la presencia e intensidad de la plaga, aunque algo laborioso y difícil de llevar a la práctica por el agricultor, consiste en extender sobre una bandeja pequeñas muestras superficiales de tierra, pudiendo observarse entonces la existencia o no de larvas, las edades de las mismas, así como, por extrapolación, la intensidad del ataque. Será necesario repetir las observaciones para tener una idea del estado general de la parcela.

3.6. APLICACIONES INSECTICIDAS

Dependiendo de las costumbres de las zonas, condicionadas entre otros factores por el tamaño de las parcelas, las aplicaciones se realizan bien por medios aéreos o terrestres.

Las aplicaciones aéreas se realizan a cubrición total con un volumen de caldo

de 25-30 litros por hectárea, no influenciando el tamaño de la gota.

En las terrestres, se emplea un consumo de caldo algo mayor, según el criterio del agricultor, pero que ronda los 60 - 80 litros/hectárea.

A veces, los pequeños agricultores realizan la aplicación defectuosa atravesando la parcela vertiendo el producto puro mediante dos orificios practicados en el fondo de la lata. El producto aplicado aparece a modo de mancha de aceite que se desplaza impulsada por el viento a lo ancho de la parcela.

En ambos casos es preceptivo impedir la circulación del agua al menos durante las 24 horas siguientes a la aplicación.

Numerosas materias activas tienen, a las dosis adecuadas, eficacia contra las larvas de chironomus. Algún autor señala la aparición de resistencia a determinados insecticidas usados de forma reiterada. En nuestra experiencia y después de más de diez años empleando Triclorfon 80 % y Malathion 90 % no hemos observado resistencia alguna.

Dado el altísimo nivel de población que puede y de hecho alcanza esta plaga, los productos recomendados han de poseer una eficacia del 100 %.

Solamente en casos excepcionales, para cultivos especiales (biológicos) aumentando la dosis de siembra, realizando un manejo apropiado del agua y adelantando al máximo la siembra, se logrará evitar los daños directos causados por las larvas de chironomus. No ocurre igual con los daños indirectos que pueden paliarse mediante el uso de insecticidas como el Bacillus, con una eficacia del 80 - 85 %.

En las zonas donde existe la explotación comercial del cangrejo rojo *Procambarus clarkii* los productos a emplear deben ser los menos nocivos para esta especie, entre los que además de los

anteriormente señalados se encuentra también el Temefos.

En relación a la dosis, hay que señalar que desgraciadamente aún es corriente recetar 2 litros/hectárea, sin tener en cuenta la altura del agua en la parcela, ya que con esta dosis y una altura de la lámina de agua de unos 15 cm, la eficacia del tratamiento será prácticamente nula.

En ensayos de laboratorio, comprobados posteriormente en campo, para las materias activas señaladas, las dosis recomendadas son 2-2,5 l-k/ha, para una altura de agua en la parcela de 5 cm, dosis equivalente a cuatro partes por millón.

3.6. MÉTODO DE ENSAYO

Detectada en una parcela una zona con larvas en abundancia, se extrae, con una lámina de metal o una azada una lámina superficial de tierra de unos 5 cm, procurando alterarla lo menos posible, y se deposita en el fondo de una cubeta con bordes de 8 a 10 cm, donde se añade agua de la misma parcela y se transporta cuidadosamente al laboratorio. Una vez en el laboratorio, se rellena la cubeta de agua de la parcela por una esquina de la misma, originándose una depresión.

En estas operaciones se habrán producido algunas bajas, que se retirarán al día siguiente, utilizando una pipeta de 7-10 cc.

Con un tubo de plástico se extrae todo el agua que se repone. De este modo, y midiendo la altura del agua conoceremos el volumen sobre el que va a actuar la materia activa. Se procede a realizar una pulverización. Pasadas 24 horas, se retiran las larvas muertas, realizando un conteo, y se vuelve a esperar otras 24 horas, por si aparecieran nuevas bajas. Esto nos dará una idea del tiempo necesario que debe estar el agua estancada en la parcela.

Para conocer la eficacia del producto, es necesario conocer si han muerto todas las larvas presentes en la bandeja. Para ello se realiza un tratamiento con la dosis adecuada con un producto de reconocida eficacia, contándose las nuevas bajas si las hay.

Conocida la población total, las bajas debidas al transporte, las ocasionadas por el producto a ensayar y las producidas por el standard, se calcula la eficacia.

Hay que señalar que deben emplearse en ambos tratamientos las dosis apropiadas, ya que si son superiores pueden obtenerse resultados falseados, al morir las larvas dentro de sus refugios.

4. LA PUDENTA O CHINCHE DEL ARROZAL

Bajo el nombre de pudenta o chinche del arroz se conoce a los insectos denominados *Eusarcoris inconspicuus* y *Eusarcoris perlatus* que causan daños en el cultivo del arrozal. Algunos de estos daños se manifiestan visiblemente en el arroz elaborado.

Actualmente, se presenta como plaga, con gran intensidad, en los arrozales de las Marismas del Guadalquivir (Sevilla) y en los de Badajoz. En ambas zonas se hace necesaria la aplicación de insecticidas para combatirla. En las restantes zonas arroceras, como Valencia, Tarragona y Huesca, se conoce la existencia del insecto aunque no llega a constituir plaga, posiblemente por los efectos colaterales de los tratamientos contra *Chilo supresalis*.

La pudenta, pertenece al orden Heteróptero, Familia Pentatomidae. Otros miembros de esta familia, como la paulilla o chinche del trigo -*Aelia rostrata*- o la chinche verde de la huerta -*Nezara viridula*- se encuentran esporádicamente sobre el arrozal.

4.1. DESCRIPCIÓN

4.1.1. Adultos

Los adultos de *Eusarcoris inconspicuus* miden entre 5 y 6 mm de longitud por 3,5 a 4 mm de ancho. De aproximadamente 1 mm menos son los adultos de *Eusarcoris perlatus*. Ambas tienen una forma que recuerdan a la de un escudo.

La coloración del adulto, recién realizada la muda, es rosa pálido, Al cabo de unas horas y dependiendo de la exposición a la luz, adquieren su color definitivo; pardo oscuro, pardo o pardo rojizo (sólo en casos ejemplares).

El abdomen presenta una banda longitudinal central, formada por las partes medias de los segmentos abdominales de color negro brillante.

A simple vista, se distinguen tres pares de patas, las antenas y la cabeza que sobresale del resto del cuerpo. En la parte anterior del tórax, a continuación de la cabeza, se distingue una orla blanquecina con cuatro ensanchamientos circulares y posteriormente una placa triangular con base sobre la orla blanquecina con un punto blanco en cada vértice.

Tanto los adultos como las ninfas poseen en la parte ventral del tórax, entre el segundo y tercer par de patas, unas aberturas con una amplia superficie de evaporación que son las glándulas odoríferas o repugnatorias. Estas glándulas segregan una sustancia muy volátil, de olor desagradable que expulsan cuando se molesta a estos insectos.

Poseen dos pares de alas; las anteriores, endurecidas en su mitad anterior y las posteriores totalmente membranosas. Ambas se superponen y sobresalen de la zona terminal del abdomen.

El aparato bucal, como corresponde al Orden a que pertenecen estos insectos, se ha transformado en un pico o rostro,

estilete, de unos 3 mm de longitud, provisto de dos finísimos canales. Por uno de estos canales fluye la saliva y por el otro succiona los jugos de la planta. En estado de reposo oculta este estilete bajo el cuerpo, llegando hasta el tercer par de patas.

Las hembras son de mayor tamaño que los machos, llegando a pesar un 20 % más que éstos. En cuanto a su forma y debido a la proporción de sus dimensiones, dan la impresión de ser más alargadas que los machos. El macho, en su armadura genital posee dos "ganchos" o "estilos" con los que sujeta a la hembra durante la cópula que la realiza en posición opuesta y en un mismo plano.

4.1.2. Puestas

Los huevos tienen forma de tonel, con unas dimensiones de 1 mm de altura y 0,5 mm de anchura. Recién realizada, la puesta tiene un color blanquecino, oscureciéndose a medida que se acerca el momento de la eclosión en el que pasa a ser gris oscuro o negro sucio. Esto es debido a la aparición, durante este proceso, de dos bandas laterales horizontales y a una corona circular sobre el opérculo, de color negro mate. En el borde superior de la superficie lateral, rodeando al opérculo, se observan veinte pequeños pelos engrosados, blancos traslúcidos, que permanecen sobre el huevo una vez desprendido el opérculo.

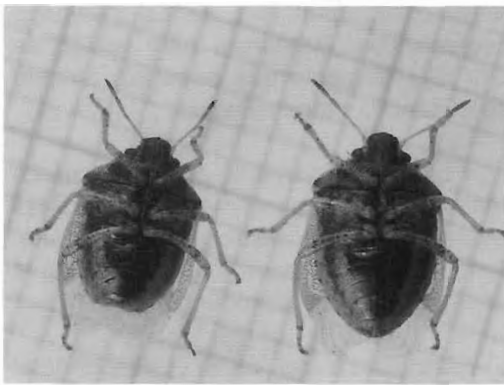


Foto 4: Adultos de Pudenta -*Eusarcotis inconspicuus*-. Hembra (de mayor tamaño) y macho

La puesta la realiza la hembra en varias veces sobre las partes aéreas, hojas y espigas de la planta de arroz, o de algunas hierbas adventicias presentes en los arrozales, unidos los huevos en dos líneas paralelas, quedando al tresbolillo. Este tipo de puesta es el más frecuente, oscilando el número de huevos entre 12 y 20. El período de incubación dura entre 5 y 7 días.

4.1.3. Estados larvarios

La pupa pasa por cinco estados larvarios, todos ellos desprovistos de alas funcionales. Las larvas de primer estado, parecen a simple vista pequeños puntos brillantes, de 1 mm de diámetro, muy móviles, pudiendo llegar al segundo estado sin alimentarse, y más raramente hasta el tercero. En los tres primeros estados no se presentan vainas o estuches alares, que no se observarán claramente hasta el quinto estado. Las larvas de primera edad suelen permanecer en las proximidades de la puesta para dirigirse hacia las espigas de las que se alimentan, donde permanecen hasta complementar su desarrollo excepto en las horas de máximo calor. En este período causan graves daños debido a la necesidad de alimentos para completar su desarrollo.

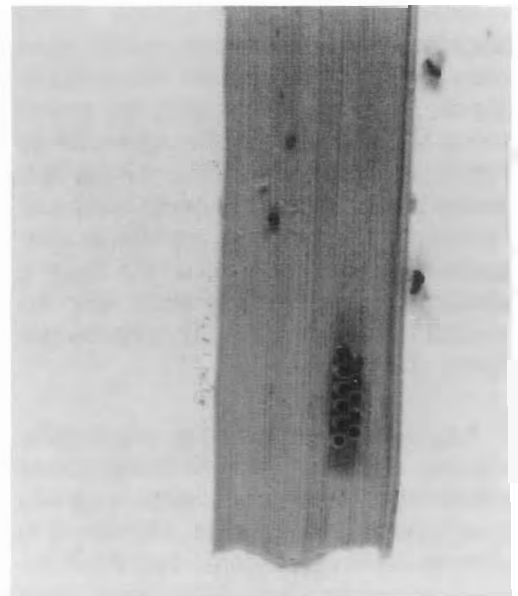


Foto 5: Puesta de Pudenta avivada, parasitada por himenópteros. Foto: Daniel Grau.

Tanto la coloración como su aspecto externo van evolucionando hasta el quinto estado en que ya recuerda al adulto, e incluso pueden distinguirse las que darán origen a hembras y a machos. Durante la última fase de la quinta edad, las ninfas aparecen hinchadas, con lentos movimientos hasta que se inmovilizan, transformándose en adultos.



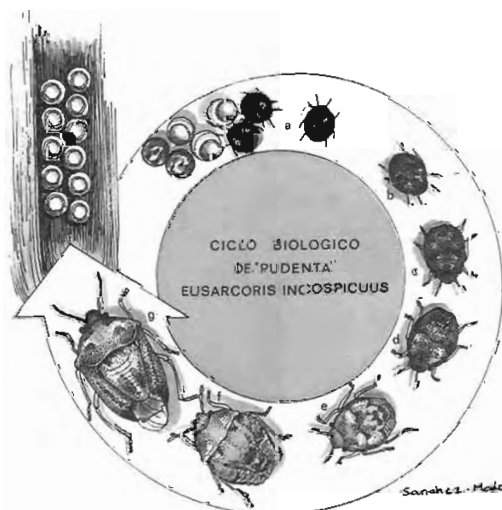
Foto 6: Estados larvarios de Pudenta.
Foto: Daniel Grau.

La duración de cada estado y medidas aproximadas son las siguientes:

Estado	Tiempo	Longitud aproximada
1er estado larva	2-3 días	1 mm
2º estado larva	3-4 días	1,5-2 mm
3er estado larva	4-5 días	2,5-3 mm
4º estado ninfa	4-5 días	3,5-4 mm
5º estado ninfa	4-6 días	5-5,5 mm

Figura 1. Ciclo biológico de pudenta.

- a) eclosion
- b) ninfa 1ª
- c) ninfa 2ª
- d) ninfa 3ª
- e) ninfa 4ª
- f) ninfa 5ª
- g) imago ♂



Así pues, desde la eclosión hasta su transformación en adulto transcurren entre 18 y 23 días, dependiendo dicho período de la climatología y de la alimentación.

4.2. HÁBITOS DE COMPORTAMIENTO

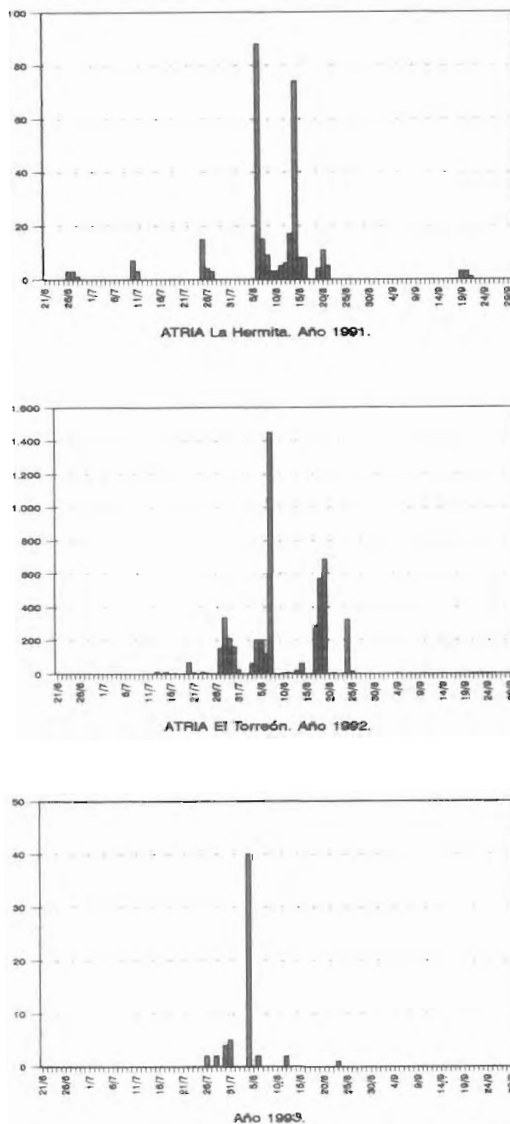
La pudenta es un insecto migratorio. La emigración comienza a finales de Septiembre hasta mediados de Noviembre, según el insecto va llegando a estado de adulto, habiendo adquirido las reservas necesarias para la época invernal, época en la que la alimentación es más difícil y las temperaturas no les son favorables. Los insectos más tardíos y débiles permanecen en las inmediaciones del arrozal fuera de las zonas inundables.

Llegada la primavera (Abril-Mayo) se produce el avivamiento escalonado de los insectos invernantes que se dirigen a las zonas de riego, tanto al cultivo del arrozal como a cultivos lindantes como algodón, maíz, etc., asentándose principalmente sobre la grama *-Paspalum disticum-* existente en los canales, desagües y cunetas encharcadas de toda la zona próxima al arrozal. Sobre esta flora espontánea se desarrollan al menos tres generaciones hasta que a finales de Julio y primeros de Agosto parte de los adultos realizan un vuelo migratorio desde estos lugares hasta el cultivo, asentándose, con preferencia cerca de los márgenes de las parcelas más avanzadas, donde desarrolla-

rá, una o dos generaciones. Esto es importante ya que en el momento de los tratamientos sobre las parcelas atrasadas no las encontraremos, por lo que no será necesario su tratamiento.

En caso de grandes poblaciones de adultos, el desplazamiento a las parcelas de arroz se produce por oleadas (Figura 2) pudiendo llegarse hasta las 1400 capturas/día. El número de capturas no ha de ser interpretado como representativo de la posible intensidad de la plaga, ya que la distinta ubicación de las trampas, las circunstancias del cultivo y la disminución de la superficie cultivada, pueden influir en el número de capturas obtenidas.

Figura 2. Capturas de pudenta (*Eusarcoris inconspicuus*).



Excepto para los vuelos migratorios, se trata de un insecto poco volador, gregario y aparece por focos en los que permanece. Se extiende cuando aumenta la población, mediante vuelos cortos, aprovechando la brisa de la tarde y volando a favor del viento, por ello se localizan en los márgenes de las parcelas.

Desarrolla su máxima actividad al amanecer, si no hay rociada, y principalmente al atardecer. En las horas de mayor luminosidad y temperatura, se esconde en las partes bajas de la planta, cerca de la superficie del agua, donde las temperaturas son más suaves, debido al colchón térmico.

4.3. DAÑOS

Los daños son causados principalmente por las larvas de 4ª y 5ª edad y por los adultos que extraen mediante su estilote los jugos de las partes verdes de las plantas, de forma totalmente accidental, siendo su principal fuente de alimentación los granos de las plantas huéspedes, en este caso el arroz.

Hemos reflejado que la invasión al arrozal se asienta sobre parcelas en floración, donde realizan las puestas y muriendo los adultos posteriormente. Dependiendo del estado del grano en el momento de la succión, aparecerán daños diferentes. Así, si se produce cuando el grano está en estado lechoso, en la recolección estos granos aparecerán "chupados", deformes, de menor peso que el resto que desaparecen en el proceso de elaboración. Si se produce el ataque en estados más avanzados, como cuando el grano está en estado pastoso, las deformaciones son más ligeras y casi imperceptibles. En el grano maduro, al igual que en los casos anteriores, no se aprecia orificio alguno producido por la picada. En este último caso, una vez elaborado se aprecia una depresión esférica de 0,2-0,3 mm. No en todos los casos y dependiendo de la climatología alrededor de la lesión se desarrollan hongos saprofitos que originan una coloración pardusca apreciable a simple vista. Esta coloración se desarrolla con más intensidad con altas humedades relativas.

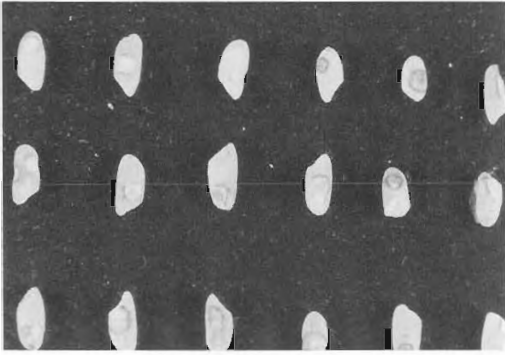


Foto 7: Distintos grados de daño de Pudenta sobre el grano de arroz. Foto: Daniel Grau.

Aunque en peso no afecta prácticamente a la cosecha, sí lo hace en cuanto a calidad y rendimiento-porcentaje de granos elaborados susceptibles de comercializar, ya que al alterar la estructura mecánica del grano origina un incremento de granos partidos durante la elaboración. Cuando los granos manchados, aunque abundantes, no son de gran intensidad, en el proceso de molienda, puede apurarse esta, haciendo desaparecer los daños aunque a costa de menor rendimiento.

4.4. SEGUIMIENTO DE LA PLAGA PARA SU CONTROL

Para el agricultor individual, conocida la fecha de invasión del arrozal, es útil iniciar las observaciones de campo, para determinar la intensidad del ataque. Este es un aspecto muy conflictivo y aún por determinar, ya que el método de observación, capturas de adultos mediante manga caza-insectos, varía de forma significativa según la intuición y la efectividad en el manejo de la manga. Igualmente, conocer la distribución de la plaga en la parcela será determinante para elegir el sistema de aplicación.

Haciendo todas las salvedades, es admisible la noción de clasificar el ataque en fuerte, mediano y leve. En caso de ataque fuerte es aconsejable tratar, si es posi-

ble, por rodales, antes de que se realice la puesta, ya que estas serían viables y originarían una nueva generación, debido a la poca persistencia de los productos.

Cuando la intensidad del ataque de adultos no ha justificado el tratamiento y la población se va multiplicando, se esperará para tratar a que la totalidad de la puesta esté avivada. El resto de la población estará incluso en estado de adultos pertenecientes ya a la generación ivernante. Con esta aplicación además de eliminar la plaga, dentro de los límites aceptados, se elimina también parte de la generación ivernante.

En el caso de tratamientos colectivos sobre grandes superficies, la metodología a seguir dependerá del personal disponible para realizar el seguimiento de la plaga. En superficies del orden de 5.000 hectáreas, unidos los agricultores por algún vínculo como cooperativa, comunidad de regantes u otra forma de asociación, es frecuente realizar dos tratamientos colectivos a toda la superficie, obteniéndose en general resultados satisfactorios. Hay que tener en cuenta que en una aplicación aérea de estas características es fácil que ocurra que alguna parcela quede sin tratar por error, por lo que se considera normal la aparición de algunas partidas con daños ocasionados por pudenta.

Si se dispone de personal suficiente, (un observador por cada 1.000-1.500 hectáreas, dependiendo del tamaño de las parcelas), se deben muestrear todas las parcelas en una semana y se procederá de la siguiente manera:

Se iniciarán los trabajos unos días antes de la invasión de los adultos de pudenta sobre el arrozal. Cuando se dispone de suficiente tiempo, el seguimiento de las parcelas se inicia desde la inundación y siembra, anotando tanto el estado fenológico, como las aplicaciones tardías contra rosquilla, ya que dichos tratamientos controlan colateralmente a la pudenta.

Mediante este seguimiento se determinarán los tratamientos a realizar, teniendo en cuenta que con las superficies que se manejan no se puede descender al detalle de rodal de parcela, tomando a efectos de tratamientos a la parcela como rodal.

4.5. UMBRALES DE TRATAMIENTOS

Es de hacer notar que muchas veces, muestreos realizados por observadores distintos en el mismo lugar arrojan capturas diferentes. Es necesaria la realización de observaciones conjuntas así como establecer un baremo para la valoración de los muestreos de cada observador.

Al inicio de los muestreos son necesarias al menos cuatro estaciones; una por cada orientación de la parcela, que nos indicará el nivel de población de pudenda existente así como su estado. Estos datos se anotarán en la ficha o cuaderno de campo para posteriormente pasarlos a la ficha de la parcela, donde se anotan todas las incidencias de la misma.

En estos primeros muestreos, aunque el índice de capturas de adultos procedentes de las adventicias sea bajo (2-3 por estación), se recomienda tratar. Dadas las dificultades de encontrar adultos provenientes de las adventicias, es por lo que el umbral de tratamiento indicado puede disminuirse aun más si en repetidas observaciones aparece en la mayoría de los muestreos al menos un adulto por conteo.

Dada la evolución de la plaga, se recomienda realizar un seguimiento sistemático parcela a parcela, iniciándose este control siempre por las parcelas más adelantadas. Mientras se observen larvas de 1ª edad no se debe intervenir. Se aconseja esperar a que sólo aparezcan larvas de 2ª y 3ª edad a adultos, a fin de tener la máxima probabilidad de que la totalidad de la puesta está avivada.

Cuando las fechas de siembra sean las normales, tomaremos como umbral de tratamiento 4-6 capturas por conteo. En caso de cifras inferiores, se repetirá a los

7 días. Si aparecieran en la mayoría de los conteos 2-3 capturas, será prudente tratar. En caso de obtenerse conteos dispares, si resultaran intermitentes en diferentes posiciones dentro de la parcela, se aconseja realizar un tratamiento.

En el caso de grandes extensiones, es conveniente, si las circunstancias lo permiten, disminuir la población sobre las adventicias mediante aplicaciones aéreas o terrestres, antes de que los individuos se desplacen al arrozal. Estos tratamientos no son posibles en arrozales próximos a los humedales descritos anteriormente, como el Parque Nacional de Doñana, Albufera de Valencia, etc.

También es aconsejable que el agricultor realice este tipo de tratamientos sobre sus desagües, canales secundarios de riego, almorriones, los cuales no pueden ser tratados mediante aplicaciones colectivas debido a su dispersión.

4.6. TRATAMIENTOS

Los tratamientos contra pudenda son generalmente aéreos, excepto en pequeñas parcelas, donde el agricultor puede realizar tratamientos con mochila (tratamiento de focos en rodales).

Si la invasión de adultos invernantes es intensa, se efectuarán dos aplicaciones; una contra esta 1ª generación sobre el cultivo, a finales de julio o primeros de agosto y una segunda aplicación a primeros de septiembre, sobre la 2ª generación.

Las Comunidades de Regantes o Cooperativas realizan tratamientos colectivos, mientras que los agricultores con grandes superficies suelen realizar los tratamientos de forma autónoma.

Sistema diferente es el que sigue el Plan Atria (Asociación Tratamientos Integrados en Agricultura) donde se asigna un técnico, subvencionado por la Administración, a una superficie variable, que ronda las 800-1000 hectáreas, para que realice el seguimiento de las plagas en cada parcela actuando en cada plaga de acuerdo

con su estado individual y no en función del estado de la zona, con lo cual se reducen los tratamientos en el caso de la pudenta hasta en un 25 % sobre actuaciones anteriores generalizadas.

Existen múltiples materias activas que controlan perfectamente esta plaga, piretroides, organofosforados, etc., estando determinada su autorización por las diferentes localizaciones geográficas del arrozal y por la sensibilidad del medio ambiente, o por problemas específicos de cada zona, como puede ser la conveniencia o no de eliminar el cangrejo rojo -*Procambarus clarkii*.

Es de hacer notar, que en ensayos realizados en las Marismas del Guadalquivir, la toxicidad para la fauna acuícola de la A-Cipermetrina a dosis que controlaba la pudenta fue nula, tal vez debido a las arcillas en suspensión que contienen las aguas de riego, ya que en el caso del ensayo, se utilizaron aguas de recirculación.

5. CHILO SUPPRESSALIS WALK

5.1. DESCRIPCIÓN

Este insecto es conocido como el taladrador del arroz. Es un lepidóptero perteneciente a la superfamilia Pyraloidea, familia Crambidae.

Originario de los países asiáticos, hoy día es la plaga más importante de las

zonas arroceras del norte de España, donde puede considerarse endémica. Esta plaga fue detectada en 1933 por Gómez Clemente y será considerada plaga a partir de los años cuarenta. Se distribuye por todas las zonas arroceras, excepto Sevilla y Extremadura, donde las condiciones climáticas no deben ser las apropiadas para su existencia. En inventarios de insectos realizados en las Marismas del Guadalquivir mediante el análisis continuado de las capturas en lámparas luminosas para el seguimiento de otras plagas como Pudenta o Rosquilla, ponen de manifiesto su ausencia.

Los adultos son pequeñas mariposas de longitud que oscila entre los 11 y los 25 mm. siendo su envergadura de 20-25 mm. Las hembras tienen coloración más clara y de mayor tamaño que los machos. Están provistos de dos pares de alas de color blanco amarillento con un punteado distribuido de manera irregular. Destacan siete puntos negros en el borde de las alas anteriores, así como flecos de pelos que bordean ambas alas, pero principalmente a las alas posteriores.

Poseen un par de antenas y parece ser que se orientan por el olfato o por otros mecanismos aún desconocidos.

Los adultos viven entre ocho y diez días, apareándose a los dos días de su transformación en adultos. La puesta la efectúa en plastones, dos o tres, con un número de huevos que oscila entre ochenta y cien, siendo muy rara la puesta

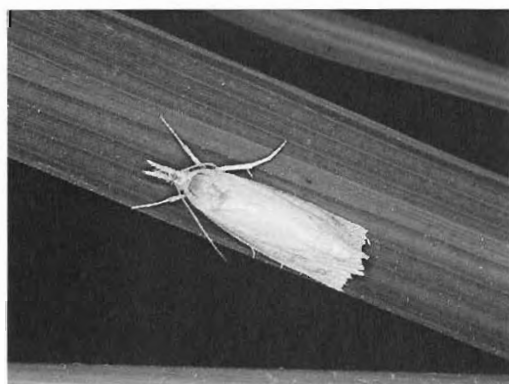


Foto 8: Adulto de Chilo -*Chilo suppressalis*

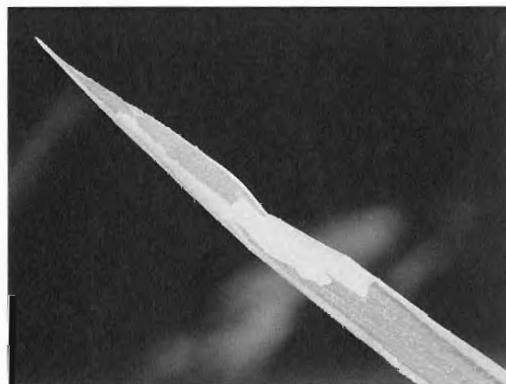


Foto 9: Puesta de Chilo

como huevos sueltos. La puesta se realiza preferentemente en el envés de las hojas y más raramente en el tallo, siempre a la sombra, protegida de la luz y de los vientos secos.

Los huevos recién puestos tiene una dimensión de entre 0,4 y 0,6 mm, y tienen forma aplastada, elíptica, hialino, adquiriendo coloración amarillenta para oscurecerse finalmente antes de avivar en un plazo que oscila entre los seis y los nueve días.

Las larvas, que se desarrollan totalmen-

te sobre el cultivo, mudan cinco veces, transcurriendo entre cada muda unos cinco o seis días. En el primer estadio, tienen la cabeza negra y viven en el exterior de la planta, para posteriormente penetrar en ella. El resto de los estadios se caracteriza por la coloración de la cabeza, pardusca, y la presencia de cinco bandas longitudinales pardas sobre el dorso.

De los trabajos realizados en Valencia por A. Olmos et al. se obtiene el siguiente cuadro.

CAPSULAS CEFÁLICAS

Estado	L1	L2	L3	L4	L5	L6
Cabeza	0,25	0,35-0,4	0,5-0,7	0,7-0,9	0,9-1,35	1,35-1,6
Días	7-6	6-7	6-7	6-7	6-7	6-7
Long. larva	3 mm	6 mm	9 mm	12 mm	15 mm	18 mm

La crisálida, de longitud comprendida entre 11 y 15 mm, tiene coloración blanquecina al principio, pasando a ser posteriormente de color rojizo. Puede localizarse en los entrenudos de la planta de arroz encontrándose cubierta de una sustancia sedosa. Puede también encontrarse en el interior de los tallos. En las generaciones que se desarrollan en el arrozal, suelen ser viables un 90 %, de las cuales el 60 % son hembras.



Foto 10: Larva de Chilo

5.2. BIOLOGÍA

Se describen tres generaciones completas de Chilo sobre el arrozal, según se deduce de los índices de capturas (trampas Funnel 1991-1992) que presentan tres máximos de vuelos de adultos.

A primeros de mayo aparecen los adultos procedentes de las larvas invernantes, tercera generación y parte de las larvas de la segunda que no completaron sus ciclo, presentándose los máximos de capturas en los meses de Junio, Julio y Agosto, presentando desplazamientos en el tiempo, correlacionado con las integrales térmicas que afectan tanto al desarrollo de la plaga como al del cultivo.

Del seguimiento realizado a través de los años, puede tomarse como media los tiempos transcurridos para cada generación:

- Primera generación: 50-55 días.
- Segunda generación: 40-45 días.
- Tercera generación: 40-45 días.

Para determinar el momento de aplicación de los tratamientos, se realizan un seguimiento del ciclo mediante:

- Trampas de luz con bombillas de mercurio, las cuales atraen a los adultos y por acción de un insecticida, mueren, cayendo estos en un recipiente. De esta forma, los adultos no se mutilan y pueden ser observados más fácilmente.

- Trampas Funnel. Se emplea feromona sintética (a razón de 1 mg por trampa) así como insecticida para evitar que se inutilicen las capturas.

- Observación directa. Se deben abrir los tallos que presenten síntomas o aquellos que intuye el observador con su experiencia, como pueden ser los tallos más gruesos. De este modo se determina el estado de las larvas y de las crisálidas. Este tipo de observación se realiza, bien periódicamente, bien en las proximidades de las fechas críticas anteriormente señaladas.

Para facilitar las observaciones se fuerza la presencia de adultos en las parcelas de seguimiento mediante la instalación de lámparas.

5.3. COSTUMBRES

El Chilo se ve afectado por la luz, por ello realiza las puestas huyendo de ella. Aunque las puestas son abundantes, rara vez se encuentra más de una larva por tallo, ya que las larvas se trasladan de una planta a otra ayudadas por el viento o por el agua.

La invasión se produce desde los márgenes hacia el interior de la parcela y aunque no está determinada la causa que atrae a la hembra a realizar las puestas sobre determinadas plantas, de hecho tiene preferencia sobre aquellas que presentan un tallo más grueso.

Las larvas entran en diapausia a partir de los 10 °C, dato que se toma también a efectos de cálculo de las integrales térmicas.

Las temperaturas entre 25 y 35 °C y humedades relativas de entre 60 y 70 % son las condiciones más favorables para su desarrollo óptimo.

La distribución de la población de Chilo en la primera generación es aleatoria. Una vez establecida la plaga es poco móvil, dispersándose poco, dando origen a una distribución agregada, solapándose las generaciones.

5.4. DAÑOS

Los daños causados por las larvas de la primera generación no son demasiado importantes, ya que se trata de ligeras mordeduras que no afectarán al desarrollo posterior de la planta. No ocurre lo mismo con los daños de las siguientes generaciones, especialmente la segunda, que es la causante de los daños más graves, ya que al perforar y penetrar en los tallos llega a afectar a la granazón, originando fallados. Según el momento en que se produzca el daño, este varía desde leves defectos de maduración hasta fallido total de la panícula que permanece erecta y con un color blanquecino.



Foto 11: Daños de Chilo

Con las técnicas empleadas es la actualidad: determinación idónea del momento de aplicación, productos y dosis recomendadas, los daños máximos producidos en una parcela no alcanzan el 10 %, llegando a disminuir el rendimiento en enteros hasta un 4 %. Téngase en cuenta que se trata de aplicaciones colectivas, con disparidades fenológicas en el cultivo.

5.5. MÉTODOS DE LUCHA

5.5.1. Lucha química

Se realizan dos o tres tratamientos aéreos, uno por generación, siendo el primero de ellos U. B. V. (ultra bajo volumen), y el resto con 25-30 l/ha, en las fechas determinadas por los respectivos Servicios de Protección de Vegetales, mediante seguimientos de la plaga por zonas. En algunas zonas se realizan tratamientos colectivos.

Un tratamiento eficaz contra la primera generación, además de eliminar lo posibles daños, disminuirá el nivel de población de las siguientes generaciones.

Dado que las pequeñas larvas de la primera generación se alimentan de hojas, este primer tratamiento suele ser muy eficaz. Más dificultades ofrecen el segundo y el tercero, ya que las larvas que están en el interior de los tallos, sólo serán eliminadas si emigran a otras plantas y se ponen en contacto o ingieren partes verdes de plantas tratadas, o si inhalan vapores desprendidos por el insecticida. En todo caso la eficacia de este tratamiento es inferior que la del primero.

Los productos más empleados son:

- Piridafention, en las zonas más próximas a los humedales.
- Fenitrotion, en el resto. Ambos a una dosis de 1,7-1,8 l/ha.

5.5.2. Lucha biológica o bioracional.

Debido a la especial situación de los arrozales respecto a humedales de gran

valor ecológico, en las distintas zonas arroceras y por parte de las diferentes administraciones se estudian métodos y técnicas que permitan, bien un mejor empleo de insecticidas, bien la sustitución de éstos por otros inócuos, como son:

- Suelta de parásitos naturales de Chilo. Se ha ensayado la suelta de los parásitos naturales de los géneros *Trichogramma* y *Apanteles*, sin resultados satisfactorios.

- Empleo de feromonas. A partir de los trabajos realizados por Olmos et al. (Grupo de trabajo del arroz) se puso a punto la síntesis de un atrayente sexual compuesto por tres aldehídos olegínicos, en base a disponer de la feromona cuando se ponen a punto la lucha mediante trampeo masivo y confusión sexual.

El trampeo masivo se basa en eliminar los machos mediante su captura de forma que las hembras queden sin fecundar. Este método se ensayó en Huesca, Tarra-gona y Valencia, mediante la colocación de tres trampas por hectárea dispuestas lo más regularmente posible, con difusores cargados con 0,1 mg de feromona. Su realización lleva consigo grandes dificultades: zona apropiada, conocimiento por parte del agricultor, elevado coste de mano de obra, renovación de difusores, etc. En la actualidad se sigue trabajando para lograr su puesta a punto.

El confusión sexual se basa en la disrupción del comportamiento sexual de los machos de la especie, por la elevada concentración de vapores de feromonas sintéticas en la atmósfera próxima al cultivo, de forma que éstos no pueden detectar separadamente las feromonas emitidas de forma natural por las hembras y por tanto les impide su localización y consiguiente apareamiento.

El método consiste en colocar los difusores (de PVC o caucho) impregnados con la feromona, la cual se desprende en un tiempo conocido para cada carga de feromona, que al fundirse en el ambiente obtiene el efecto deseado.

La eficacia del método es totalmente comparable a las aplicaciones insecticidas, aunque de indiscutibles ventajas: no contamina, gran especificidad, sin acciones nocivas para la fauna útil, compatible con la lucha biológica y sin problemas de posible fitotoxicidad y retraso del cultivo, ofrece también inconvenientes: elevado coste, aplicaciones muy laboriosas, posibilidad de encontrar una superficie adecuada, aceptación por parte de los agricultores y no tiene acciones colaterales contra otras plagas.

Iniciados los trabajos de puesta a punto a mediados de los ochenta, en la actualidad y desde hace varios años y sobre zonas muy características de Tarragona y Valencia, se lucha contra el Chilo mediante confusión sexual.

6. TIJERETAS DEL ARROZAL

6.1. DESCRIPCIÓN

Responden al nombre de tijeretas las pupas de los dípteros braquiceros, familia Ephydriidae. Se trata de una plaga endémica de las Marismas del Guadalquivir.

Dichas pupas son fácilmente observables, bien fijadas a las hojas de las plántulas de arroz en sus primeros estadios (3-5 hojas), bien fijadas a las raíces de dichas plántulas.

Los adultos son moscas de color negro de 5-6 mm de longitud, alas transparentes y brillantes, con nerviaciones típicas de la familia a la que pertenecen, observándose en la foto sólo una de las dos fracturas de la costal. Poseen cavidad bucal grande, presentando el segundo artejo de las antenas una fuerte espina.

Son gregarias, apareciendo amontonadas sobre las algas y restos de vegetación que se deposita en las orillas de la parcela, donde el agua es más tranquila.

Al igual que los Chironomus, realizan la puesta el tiempo que se inunda la parcela, aunque de forma más escalonada.

Las larvas, amphipnéusticas, acuáticas, son de color gris sucio, y vistas por el dorso recuerdan un tablero de ajedrez, debido a la diferente coloración que presenta, debido a una protuberancia existente en cada segmento, de color más



Foto 12: Adulto de Tijereta

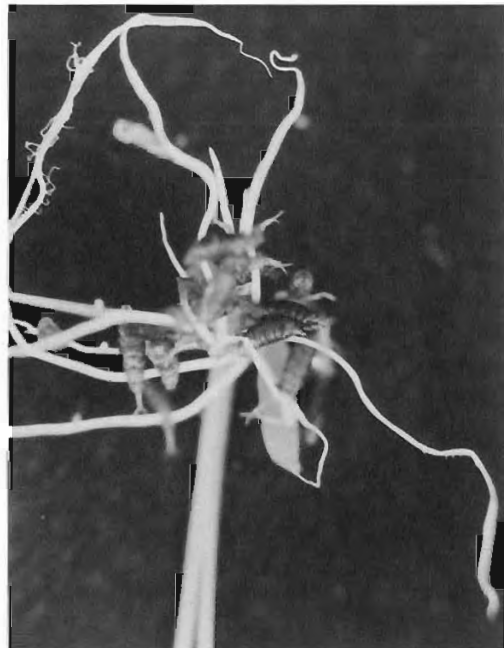


Foto 13: Pupas de Tijeretas sobre raíz de planta de arroz

oscuro y provista de una especie de pequeñas espinas de color negro, que recuerdan a unos pequeños garfios. Las más desarrolladas pueden llegar a medir hasta 8-10 mm. Pueden observarse a cualquier hora, nadando entre dos aguas. Se alimentan de materia orgánica en descomposición, restos vegetales, algas, etc.

Lo más característico de las tijeretas, a lo que debe su nombre, es la presencia de un apéndice quitinoso bifido, que permanece cuando se fija a la raíz mediante un órgano prensil formado por los tres últimos segmentos.

Al iniciar la fase de pupa o ninfa, la larva engrosa, se fija en el soporte y va cambiando de coloración, de gris sucio pasa a tonos amarillentos y se oscurece según se aproxima la salida del adulto. Este período dura, según las temperaturas, cuatro o cinco días.

6.2. DAÑOS

La presencia de tijeretas es más aparatosa que dañina, perjudicando el desarrollo del cultivo sólo cuando se fijan en grandes cantidades, no provocando daños propiamente dichos, sino más bien incomodando a la planta, lo cual quizá afecte mínimamente a su desarrollo.

6.3. TRATAMIENTOS

Dado que su ciclo coincide con el de los gusanos rojos, al tratar estos, se eliminan las tijeretas, no siendo frecuentes tratamientos específicos. Como curiosidad es de señalar su sensibilidad al *Bacillus Thuringiensis*.

7. LA ROSQUILLA. ORUGAS DEFOLIADORAS

7.1. DESCRIPCIÓN

En el cultivo del arrozal se conoce como rosquilla a las orugas de *Mythimna unipuncta*, clasificada también como *Leucania unipuncta*, endémica y característica del arrozal en las Marismas del Guadalquivir y Extremadura, aunque accidentalmente otras orugas polífagas, como la "gardama" *Laphigma exigua* y la "oruga de la col" *Pieris brassicae* o la "rosquilla negra" *Spodoptera litoralis* pueden desplazarse desde otros cultivos o adventicias hasta el arrozal donde también devoran las partes aéreas de las plantas, siendo características de cada especie el inicio de los ataques.

Todas las especies mencionadas son Lepidópteros, Familia Noctuidos.

Los adultos de *Mythimna* son mariposas poco vistosas de color más o menos ocre, de unos cuatro centímetros de envergadura, caracterizándose por un punto blanco subrayado en negro sobre el disco. Las alas posteriores son de color blanquecino. Permanecen ocultas durante el día, volando al atardecer y acuden con dificultad a la lámpara de luz.

Las larvas que llegan a alcanzar los cuatro centímetros de longitud completan su desarrollo en 25 - 30 días. Presentan coloración variable, pardo verdosa, con tres líneas dorsales blanquecinas. La crisálida es de color pardo rojiza, de 25-30 mm. de longitud.

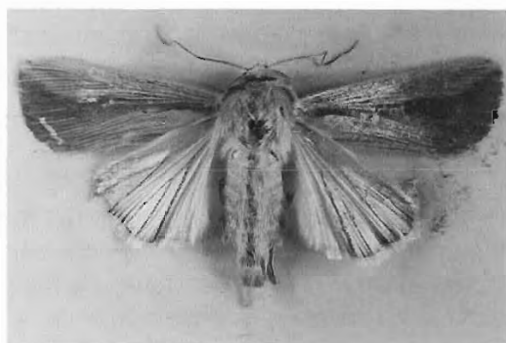


Foto 14: Adulto de Rosquilla -*Mythimna*

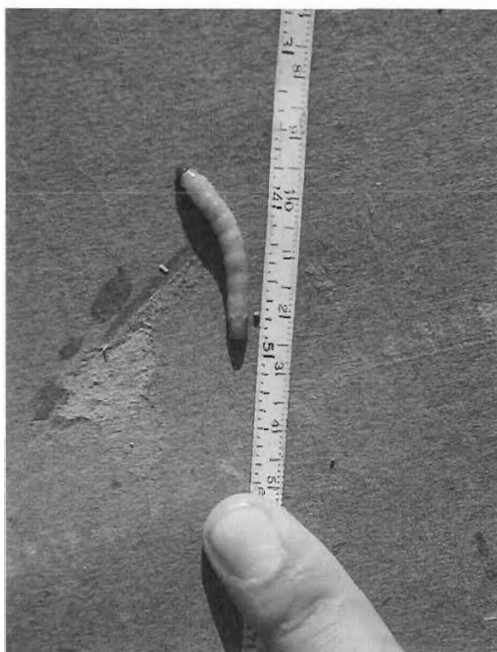


Foto 15: Larva de Rosquilla

7.2. BIOLOGÍA

Especie de origen americano con gran distribución geográfica. En España constituye plaga en Extremadura y Sevilla, no así en el resto de las zonas donde probablemente, los efectos colaterales de los tratamientos contra Chilo, no permiten la evolución de las orugas.

Pasan el invierno, bien en estado de crisálida o de oruga, existiendo al menos una generación, sobre adventicias. A primeros de Julio las hembras realizan las

puestas sobre el envés de las hojas. Este período abarca unas tres semanas cuando el cultivo es receptivo para la puesta. Es de hacer notar que en Sevilla y Extremadura, la práctica totalidad del cultivo es de una misma variedad, lo cual acorta sensiblemente este período con respecto a otras regiones donde se siembran variedades de distintos ciclos, lo cual origina un mayor espacio de tiempo en estado receptivo para la puesta.

Las larvas alcanzan su máximo desarrollo a los 25 - 30 días, formando la cri-

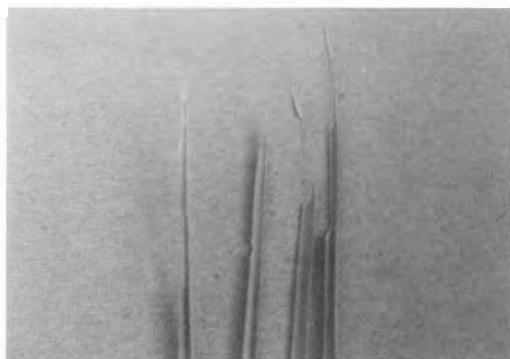


Foto 16: Daños iniciales de Rosquilla en hoja



Foto 17: Daños de Rosquilla

sálida entre el tallo y la vaina de las hojas próximas al agua, no detectándose una nueva generación sobre el arrozal ya que no hay nuevos ataques de rosquilla. Durante el día se refugian en la parte inferior de la planta cerca del agua, para al atardecer iniciar su actividad. Son muy buenas nadadoras, pudiéndose desplazar de unas plantas a otras, aunque mientras exista vegetación en una parcela no se desplazan a otras.

7.3. DAÑOS

La sintomatología de los daños es característica. Las orugas comienzan devorando las hojas a unos dos centímetros del ápice, dejando a veces la nerviación lateral, para continuar devorando la planta, llegando en casos extremos a dejar reducido el cultivo a los tocones.

Normalmente los ataques comienzan desde los márgenes de la parcela. También pueden comenzar en el interior de la parcela en rodales de *Echinochloa* sp. o rodales en los que el arroz está más receptivo para la puesta.

La sintomatología de las otras polígas son totalmente diferentes, las "mordeduras" son más pequeñas, perforan las hojas o la comen respetando la epidermis. Si no se realizan tratamientos insecticidas, los daños causados por *Mythimna* pueden ser enormes.

7.4. MÉTODOS DE LUCHA

7.4.1. Lucha química

Dada la voracidad de la plaga, muy diversas materias activas la controlan perfectamente, siendo frecuente en los arrozales de Sevilla una aplicación a dosis de 1,5-2 kg/ha de Triclorfon y 30 l de caldo mediante aplicación aérea. Si se realizaron aplicaciones con Propanil para el control de *Echinochloa*, en el caso que se emplee un insecticida órgano-fosforado,

habrá que respetar un plazo de seguridad de al menos quince días para no provocar fitotoxicidad en el cultivo.

7.4.2. Lucha biológica

Ha sido ensayado con éxito el B.T.K. teniendo la particularidad de no ser incompatible con las aplicaciones de Propanil y no detener el crecimiento de la panícula, hecho que sí ocurre con el Propanil, aunque exteriormente no presente sintomatología alguna. En el momento de la aplicación, la panícula aún junto al nudo tenía una longitud de 2-3 mm., continuando las tratadas con B.T.K. su desarrollo normal, mientras que las tratadas con insecticida se paralizaron 4 -5 días.

8. PULGONES

8.1. DESCRIPCIÓN

Los pulgones, insectos hemípteros, Familia Aphidae, que constituyen plaga en numerosos cultivos, en el arrozal se presentan esporádica y transitoriamente. Hasta la fecha, no se ha encontrado ningún pulgón específico del arrozal, perteneciendo, los que se han detectado, a las especies propias de los cultivos próximos, como *Rhopalosiphum padi*, *Sitobion avenae*, y *Schizaphis graminum*.

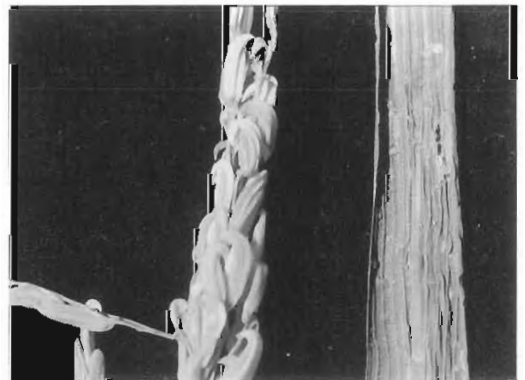


Foto 18: Daños de pulgones sobre hoja y espiga

8.2. DAÑOS

Aparecen en el arrozal a partir de la floración, por rodales más o menos extensos, pudiendo ser observados sobre hojas y espigas. Los daños pasan desapercibidos para el agricultor, hasta que el cultivo presenta coloración pardusca-rojiza y un claro retraso vegetativo que delimita perfectamente el rodal o zonas donde se encuentran.

En ataques en estado lechoso del arroz, se producen deformaciones en las espigas y granos.

8.3. MÉTODOS DE LUCHA

Hemos dicho que su presencia es transitoria. Así sucede que en ataques tardíos llega un momento en que el cultivo ya no es receptivo para la plaga y cuando el agricultor decide realizar una aplicación insecticida, generalmente aérea con Malathión 2-2,5 l/ha, ya no existen pulgones que tratar.

EL ARROZ SALVAJE: PROBLEMÁTICA, IDENTIFICACIÓN Y CONTROL

M^a DEL MAR CATALÀ FORNER
*IRTA / Estación Experimental del
Ebro. Amposta, Tarragona.*

1. ORIGEN DEL ARROZ SALVAJE

El arroz salvaje pertenece a la misma especie que el arroz cultivado, *Oryza sativa* L. Aunque no hay mucha información al respecto, generalmente el origen del arroz salvaje se atribuye a la utilización de semilla contaminada, pero tendríamos que preguntarnos ¿de donde proviene esta semilla de arroz salvaje?. Probablemente se trate de una degeneración, según la cual las plantas de arroz salvaje están adoptando los caracteres de sus parentales ancestrales. Una vez existen campos contaminados, la proliferación de los mismos está asegurada: maquinaria de nivelación y preparación del terreno general, segadoras, aves...

La legislación comunitaria permite un máximo de 3 a 5 granos rojos en medio kilo de semilla, según se trate de semilla R1 ó R2 respectivamente. Tomando el caso más favorable, es decir, 3 granos rojos en medio kilo de semilla, a una dosis de 150 Kg/ha, supondría un total de 900 plantas por hectárea.

Una vez el campo está infestado, las hibridaciones entre los arroces cultivados y el arroz salvaje, oscila entre el 1% y el 52%, siendo dichos híbridos más altos, y con mayor capacidad de ahijamiento que los arroces salvajes. La hibridación entre las variedades y los arroces salvajes puede potenciar la adaptabilidad de los arroces salvajes al medio, mediante la fuerte diversidad genética que se produce (Langevin et al., 1990).

Según un análisis isoenzimático realizado en el International Rice Research Institute (Filipinas) en 1990 para el IRTA/EEE (datos no publicados), de los distintos biotipos de arroz salvaje encontrados en el Delta del Ebro y de un conjunto de variedades cultivadas en mayor o menor grado también en el Delta, dio como resultado que las variedades Lemont, Lido, Niva, Thaibonnet y Thaina-

to son genéticamente diferentes entre ellas y, a su vez, del arroz salvaje, por lo que puede concluirse que ninguna de estas variedades de momento ha producido plantas de arroz salvaje, aunque habría que destacar que el uso de estas variedades es claramente minoritario en la zona.

Senia y Tebre mostraron el mismo modelo enzimático (en los 18 loci estudiados). Bahía y Pelut también mostraron el mismo modelo enzimático (en los 18 loci estudiados). Estas últimas cuatro variedades difieren muy poco de los biotipos de arroz salvaje.

En 1992, otro estudio realizado por el Sr. Jordi Ballesté en el IRRI (datos no publicados), en el que se analizaron 12 isoenzimas, dio como resultado que las variedades Niva, Lido, Tebre, Senia y Bahía mostraban exactamente el mismo modelo isoenzimático y no podían diferenciarse entre ellas. Las variedades Bomba, Thaibonnet, Lemont y Thainato se podían diferenciar entre ellas y, a su vez, de las anteriores. Todos los individuos de arroz salvaje analizados por siete sistemas enzimáticos son idénticos entre ellos y, a la vez, con las variedades Bahía, Senia, Tebre, Lido y Niva. El parental más utilizado para la obtención de Bahía, Senia, Tebre y Niva es la variedad Balilla, la cual se analizó y presentó el mismo modelo enzimático.

2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y FISIOLÓGICAS DEL ARROZ SALVAJE

El llamado arroz salvaje es *Oryza sativa* L, igual que las variedades que se cultivan, pero posee unas características morfológicas y fisiológicas que lo convierte en una mala hierba indeseable en el cultivo del arroz. Algunas de estas características son:

2.1. DESGRANE PRECOZ

El carácter de desgrane es uno de los más importantes y temidos de estos arroces salvajes, carácter sin duda alguna ancestral que aseguraba la supervivencia de la especie.

2.2. PORTE

Generalmente las plantas de arroz salvaje presentan un porte mayor al de nuestros cultivares; se trata de plantas más altas y con mayor capacidad de ahijamiento, de ahí que resulten altamente competitivas.

2.3. ASPECTO DE LA ESPIGA

Suelen tener una arista más o menos larga de colores blanco, rojo o morado con todas las combinaciones posibles. Sin embargo, en el Delta del Ebro están proliferando biotipos con caracteres de mayor mimetismo a nuestras variedades, es decir, plantas más bajas, de grano redondo y sin arista, a las que al agricultor le resulta muy difícil distinguir.

2.4. COLOR DE LA PLANTA

El color suele ser verde-grisáceo, en general algo más claro que nuestros cultivares. Algunos biotipos presentan coloración rojiza en el nudo.



Foto 1: Presencia de arroz rojo (*Oryza sativa* L) en un arrozal

2.5. COLOR DEL PERICARPIO

Generalmente las plantas de arroz salvaje poseen el pericarpio rojo, carácter dominante frente al color blanco-cremoso de nuestras variedades.

Sin embargo, aunque se está siempre relacionando el arroz salvaje a las plantas de grano rojo, esto no es del todo cierto ya que no todos los biotipos de arroz salvaje tienen el pericarpio rojo. En un estudio realizado por el IRTA/EEE (datos no publicados), en 1990 se comprobó que el 75% de los biotipos eran rojos, mientras que el 25% restante era blanco; en 1991, sólo el 13% fueron blancos. Según Pons (1994), el 11% de los granos fueron rojos.

2.6. GERMINACIÓN

Según Copo, Sarasso (1990) el poder germinativo del arroz salvaje se sitúa en niveles muy elevados, con valores raramente inferiores al 90%.

En una prueba de germinación realizada en laboratorio a 28°C sobre semilla recogida del campo a los 18 días de la floración, la germinación del arroz salvaje oscilaba entre 3,75 y 31% mientras que en la variedad Lido era de 0%. A los 30 días de la floración otro ensayo similar dio como resultado que el porcentaje de germinación del arroz salvaje oscilaba entre 50,50 y 94,38%, mientras que en Lido era del 2,49%.



Foto 2: Detalle de espigas de arroz rojo (*Oryza sativa* L)

Según estos mismos autores, si se entierra la semilla durante el otoño y se estudia la germinación en la primavera siguiente, se observa una fuerte disminución en la germinación, así como si durante el período invernal la semilla permanece enterrada en condiciones de inundación, el porcentaje de germinación es en el 100% de los casos nulo (Coppo, Sarasso 1990). Sin embargo otras referencias citan la capacidad de permanecer viables en el suelo durante más de 12 años (Diarra et al., 1985b). En el Delta del Ebro es práctica habitual el enterrado de la paja después de la siega, permaneciendo muchos campos inundados durante el período invernal y, sin embargo, el problema del arroz salvaje no se ha visto reducido.

Según Dunand (1988), a los cuatro días de la emergencia de la espiga, todas las semillas fueron viables, aunque las plántulas tuvieron un aspecto anormal; a los seis

días de la emergencia de la espiga, el número de plántulas normales aumentó, como también lo hizo el de semillas con dormición. A los 22 días la incidencia de plántulas normales aumentaba mientras que decrecía el de anormales.

Algunos ensayos realizados en el IRTA/EEE (datos no publicados) dieron como resultado que el porcentaje de germinación medio de granos de arroz salvaje recogidos en estado lechoso fue del 60,6%, mientras que cuando estaban maduros fue del 79,8%.

2.7. CRECIMIENTO Y DESARROLLO

Los cultivares presentan una emergencia más lenta que los biotipos de arroces salvajes. En general, los arroces salvajes florecen antes que nuestros cultivares.

RESULTADOS DE UN ESTUDIO REALIZADO POR EL IRTA/EEE SOBRE LA CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE LOS DISTINTOS BIOTIPOS DE ARROZ SALVAJE EN EL DELTA DEL EBRO. (DATOS NO PUBLICADOS)

AÑO 1990

Se realizó una prospección en el Delta del Ebro recogiendo todos los biotipos de arroz salvaje que se encontraron. De cada planta se **estudiaron** los caracteres de: presencia o ausencia de arista, **color** de la arista, color del nudo, altura de la planta, **longitud** de la espiga, longitud de la hoja bandera, anchura de la hoja bandera, y color y biometría de la cariósida.

Los resultados obtenidos se pueden resumir de la siguiente manera:

A. Espiga aristada

a.1. arista blanca.

a.1.1. Nudo blanco: 3 biotipos (2 de grano rojo y 1 blanco).

a.1.2. Nudo oscuro: 2 biotipos (todos de grano rojo).

a.2. arista coloreada.

a.2.1. Nudo blanco: 5 biotipos (todos de granos rojo)

a.2.2. Nudo oscuro: 7 biotipos (4 rojos, 1 blanco, 2 no se pudieron cosechar)

B. Espiga no aristada.

b.1. Con punto.

b.1.1. Nudo blanco: 5 biotipos (todos rojos)

b.1.2. Nudo oscuro: 2 biotipos (1 blanco, el otro no se pudo cosechar)

AÑO 1991

Todos los biotipos encontrados en 1990 se sembraron en 1991 junto con 10 cultivares. Tratando de hacer una clasificación similar a la del año anterior se consiguieron un total de 49 biotipos distintos. Los resultados obtenidos se pueden resumir de la siguiente manera:

A. Espiga aristada.

a.1. arista blanca.

a.1.1. nudo blanco: 6 biotipos (14 % de las plantas con grano blanco)

a.1.2. nudo oscuro : 2 biotipos (0% grano blanco)

a.2. arista coloreada.

a.2.1. nudo blanco: 10 biotipos (14% grano blanco)

a.2.2. nudo oscuro: 11 biotipos. (18% grano blanco)

B. espiga no aristada.

b.1. Con punto.

b.1.1. nudo blanco: 12 biotipos (32 % grano blanco)

b.1.2. nudo oscuro: 3 biotipos (5% grano blanco)

b.2. Sin punto.

b.2.1. nudo blanco: 4 biotipos (14% grano blanco)

b.2.2. nudo oscuro: 1 biotipo (5% grano blanco)

De este estudio tal vez habría que incluir que la segregación del arroz salvaje es muy amplia y por ello no debemos pensar en un aspecto de la planta en concreto, sino que debemos considerar como arroz salvaje toda planta de arroz que se desgrane con facilidad y suela presentar granos rojos (aunque no siempre).

PROYECTO PRESENTADO POR LYDIA PONS
SOBRE LA CARACTERIZACIÓN
MORFOLÓGICA DE LAS DIFERENTES TIPOLOGÍAS DE ARROZ SALVAJE EN EL DELTA DEL EBRO

Se llegaron a definir cinco tipologías básicas que presentaban una continuidad en los individuos y una relación de unos grupos con otros. Estos cinco grupos son:

Grupo I. Nudo oscuro, longitud de tallo, lígula, número de tallos y longitud de

la espiga medios. Pericarpio rojo y ápice colorado mayoritariamente aristado.

Grupo II. Tallo corto, nudo oscuro, hoja bandera larga y ancha. Espiga bastante larga y aristada (blanca o negra) con lígula larga y verde. Ahija poco.

Grupo III. Planta baja, nudo oscuro con hoja bandera larga y estrecha. Espiga corta y arista bastante larga. Lígula muy larga y de color oscuro.

Grupo IV. Altura media y nudo de color verde. Poseen muchos tallos con hojas bandera larga y ancha. Espiga muy larga con arista corta no muy abundante. Lígula a menudo larga.

Grupo V. Son las plantas de tallo más alto con muchos tallos y arista larga. Hoja bandera larga y ancha con valores medios de espiga. Lígula bastante larga de color variable.

3. DAÑOS ECONÓMICOS

El arroz salvaje, al igual que otras malas hierbas, causa dos tipos de daños: un efecto directo, resultado de la competencia en campo; y otro efecto indirecto, por una reducción en la calidad.

Cuando la infestación en el campo es elevada, la presencia de arroz salvaje puede aumentar el coste de la siega, ya que en muchas ocasiones produce el encamado total del campo.

Se han realizado estudios para cuantificar las pérdidas en campo producidas por la competencia del arroz salvaje, por citar algunos ejemplos:

- Una infestación de 20 plantas de arroz salvaje/m² produjo unas pérdidas del 58% y del 34% en las variedades Lemont y Newbonnet respectivamente (Kwon et al., 1991c).

- Pérdidas de 178 Kg/ha y 272 Kg/ha por planta de A.S. en Newbonnet y Lemont respectivamente (Kwon et al., 1991b).

- Una planta de A.S. redujo la producción de la variedad Mars como si se tratara de 4 de Mars (Pantone, Baker, 1991).

- Cinco plantas de A.S./m² redujeron la producción en 22%. 108 plantas de A.S./m² redujeron la producción en 77% (Diarra et al., 1985a).

La presencia de granos rojos deprecia el valor del producto final, ya que la tolerancia de este tipo de granos está muy limitada, por lo que estos deberán eliminarse. Actualmente existen diferentes métodos para tal propósito:

a. *En molino.* Mediante un molido más intenso del arroz descascarillado se logra eliminar en parte la cobertura rojiza del grano, con lo cual este grano podrá comercializarse junto con el resto. Sin embargo, este sistema incrementa considerablemente el porcentaje de granos partidos, con lo cual la calidad final se ve también mermada, ya que en general los granos partidos no son destinados al con-

sumo humano, por lo que su precio es muy inferior.

b. *Por cribas.* En general, las semillas de arroz salvaje suelen ser de calibre inferior; mediante el uso de unas cribas adecuadas gran parte de los granos rojos pueden ser eliminados.

c. *Por separadores por color.* Los granos rojos son eliminados del resto por su diferente color, aspecto que es detectado por una célula fotoeléctrica. El bajo rendimiento de este tipo de instalaciones y el elevado coste de las mismas hace que la implantación de ellas sea mínima.

En la mayoría de los casos se realiza una combinación de los dos sistemas primeros.

4. CONTROL DEL ARROZ SALVAJE

El principal problema en el control del arroz salvaje estriba en que, en este caso, la variedad y la adventicia son la misma especie.

4.1. CONTROL INTEGRADO DEL ARROZ SALVAJE

El arroz salvaje puede controlarse mediante un enfoque de manejo integrado que combine prácticas preventivas, culturales, mecánicas y biológicas.

4.1.1. Medidas preventivas

El primer paso para controlar el arroz salvaje es la prevención. La limpieza de maquinaria (niveladoras, tractores, aperos, cosechadoras...) y el uso de semilla certificada que garantiza una pureza mínima, son dos armas imprescindibles para combatir el arroz salvaje.

4.1.2. Rotación de cultivos

El cultivo continuado del arroz provoca de manera inevitable la contaminación por

arroz salvaje. Sin duda alguna, la forma más eficaz de controlar el arroz salvaje es mediante la rotación de cultivos combinada con tratamientos herbicidas efectivos.

Las rotaciones de soja y sorgo con arroz están ampliamente referenciadas (Nastasi, Smith, 1989 b) (Rissone, 1992) (Smith, 1981) (Barrentine et al., 1984), pero en cualquier caso, la rotación más adecuada dependerá de las condiciones edafoclimáticas de la zona donde exista el problema del arroz salvaje, así como de la rentabilidad del cultivo alternativo.

4.1.3. Dosis de siembra

El aumento de la dosis de siembra puede reducir la competencia debida al arroz salvaje. Doblando la dosis de siembra de 100,8 a 201,6 Kg/ha la producción de semilla de arroz salvaje se redujo en 31-56%.

4.1.4. Elección del cultivar

Si se desea proceder a la limpieza del campo mediante la escarda manual, en algunos casos puede ser aconsejable el uso de variedades claramente diferentes a los biotipos de arroz salvaje.

El uso de variedades de porte bajo ha permitido el uso de unas "mechas" empapadas de glifosato que se pasan por el campo a una altura mayor que el cultivar, produciendo la "quema" del arroz salvaje. En otros casos puede ser más interesante el uso de variedades de gran porte porque resultan más competitivas en el arroz salvaje.

4.1.5. Control biológico

La infestación del arroz salvaje se puede reducir no enterrando el rastrojo después de la siega y permitiendo el acceso al campo de algunas aves.

Un ensayo realizado en Arkansas demostró que la cantidad de semilla de arroz salvaje se reducía en un 97% des-

pués de una invasión de patos (Smith, 1991)

4.1.6. Manejo del agua

En aquellas zonas productoras de arroz donde el cultivo se realiza mediante inundación alternada -especialmente cuando la inundación se realiza a partir del establecimiento de las plantas-, el uso de inundación continua ha reducido considerablemente el daño ocasionado por el arroz salvaje (Dunand, et al., 1983), (Dunand, et al., 1984), (Noldin, 1988), (Smith et al., 1986).

4.1.7. Prácticas culturales

Ver apartado 6.

El fangueado, método tradicional de preparación del terreno para el trasplante, fue en el Delta del Ebro el tratamiento que dio mejores resultados (Català, 1992, 1993, 1994a, 1994b) (Català, Torres, 1993).

- En 1991: La infestación media de los testigos fue del 25%, mientras que cuando se fangueó se redujo hasta el 1,65%.

- En 1992: En un campo con textura arcillosa el número medio de plantas de AS/m² en el testigo fue de 29,5 mientras que cuando se fangueó se redujo a 3,3. En otro campo de textura más arenosa, se pasó de 6,2 plantas de AS/m² en la parcela testigo, a 0,2 en la parcela fangueada.

- En 1993: Un fangueado dio un nivel de infestación de 11,9, 11,0 y 7,8 plantas de AS/m² a los 15, 20 y 25 días de la inundación respectivamente. Con dos fangueados realizados a los 15 y 25 días de la inundación, se consiguió reducir la infestación a 0,9 plantas de AS/m². En el ensayo no se incluyeron testigos.

4.2. CONTROL QUÍMICO DEL ARROZ SALVAJE

En este apartado se citarán algunos de los tratamientos químicos señalados por la bibliografía (Albertí et al., 1993; Baker et al., 1986; Dunand et al., 1988; Kwon et al., 1988; Kwon et al., 1991a; Nastasi,

Smith, 1989a; Pons, 1994; Salzman et al., 1989; Smith, 1992; Sonnier et al., 1982), parte de los cuales han sido ensayados en el Delta del Ebro.

4.2.1. Tratamientos en presiembr

Exceptuando el molinato y el tiobencarb, que son herbicidas selectivos para el arroz y que tradicionalmente se emplean para el control de la *Echinochloa spp*, los demás no son selectivos, y generalmente el modo de utilización es el siguiente: se inunda el campo para provocar la germinación del arroz salvaje y otras malas hierbas, se suele eliminar el agua del terreno y se procede al tratamiento herbicida, al cabo de unos días se procede a la siembra.

El modo de aplicación y la tolerancia del herbicida, así como el control sobre el arroz salvaje, son muy variados, algunos de estos herbicidas han sido muy fitotóxicos en nuestras condiciones.

Los herbicidas más utilizados para el control del arroz salvaje son:

- Cicloxidim.
- Dalapon.
- Glifosato.
- Molinato.
- Oxifluorfen.
- Paraquat.
- Oxadiazon.
- Tiobencarb.

4.2.2. Tratamientos en postsiembra

La bibliografía los cita como tratamientos más o menos selectivos cuyo modo de acción es el siguiente: se trata de sembrar una variedad de ciclo corto, la aplicación herbicida dependerá del producto utilizado, siendo desde el estado de 4 hojas hasta el de la floración de la variedad; el efecto de los herbicidas es el de suprimir la espiga del arroz salvaje.

Los herbicidas utilizados son, entre otros:

- Amidochlor.
- Fenoxaprop.

5. LEGISLACIÓN SOBRE LA CERTIFICACIÓN DE SEMILLAS DE ARROZ

BOE núm. 257. Miércoles 26 Octubre 1988.

Anejo número 1. Requisitos de los procesos de producción.

Las parcelas de producción de semilla de arroz se rechazarán cuando el número de plantas reconocidas como plantas silvestres o plantas de grano rojo sea superior a:

- 0 para la producción de semilla base.
- 1 por cada 50 metros cuadrados para la producción de semilla certificada.

Anejo número 2. Requisito de las semillas.

Granos rojos de arroz (máximo):

- Semilla de prebase y base: 1 grano por muestra.
- Semilla certificada R1: 3 granos por muestra.
- Semilla certificada R2: 5 granos por muestra.

Peso máximo del lote: 25.000 Kg.

Peso máximo de la muestra a tomar de un lote: 500 gramos.

6. ENSAYO PARA EL CONTROL DEL ARROZ SALVAJE REALIZADOS POR EL IRTA/EEE EN EL DELTA DEL EBRO (TARRAGONA).

1^{er} año de ensayos (1991):

Planteamiento de la experiencia.

A. Parcelas elementales de 1000 m².

3-4 repeticiones.
2 tipos de terreno: arenoso y arcilloso.
Diferentes grados de infestación natural por arroz salvaje.

B. Parcelas elementales de 30 m².

3 repeticiones.
2 tipos de terreno: arenoso y arcilloso.

Infestación alta.

Los tratamientos estudiados fueron:

a. En presiembra.

1. Incorporación con rotovator de molinato a 6,7 kg ma/ha. (A)
2. Pulverización de tiobencarb a 6,7 kg ma/ha. (A)
3. Incorporación con rotovator de molinato a 4,5 kg ma/ha y pulverización de tiobencarb a 4,5 kg ma/ha. (A)
4. Incorporación con rotovator de molinato a 4,5 kg ma/ha. (B)
5. Incorporación con rotovator de molinato a 10 kg ma/ha. (B)
6. Pulverización de tiobencarb a 10 kg ma/ha. (B)
7. Incorporación con rotovator de molinato y tiobencarb a 6,7 kg ma/ha. (B)
8. Incorporación con rotovator de molinato y tiobencarb a 4,5 kg ma/ha. (B)
9. Incorporación con rotovator de molinato a 6,7 kg ma/ha y posterior pulverización de tiobencarb a 6,7 kg ma/ha. (B)
10. Fanguear con fango. (A)
11. Fanguear con una capa de agua de 15-20 cm. (A)
12. Rotovatar en fangueo. (A)
13. Aplicar molinato a 6,7 kg ma/ha y después fanguear. (A)
14. Fanguear y después pulverizar tiobencarb a 6,7 kg ma/ha. (A)
15. Aplicar molinato más tiobencarb a 4,5 kg ma/ha de cada uno y después fanguear. (A)
16. Pulverización con paraquat. (A)
17. Pulverización con glifosat. (A)
18. Fanguear dos veces. (A)
19. Fanguear y pulverizar con paraquat. (A)

b. En postsiembra.

20. Amidochlor a 0,84 kg ma/ha al 75% de la floración. (B)
21. Amidochlor a 0,84 kg ma/ha al 100% de la floración. (B)
22. Amidochlor a 1,70 kg ma/ha al 75% de la floración. (B)
23. Amidochlor a 1,70 kg ma/ha al 100% de la floración. (B)
24. Fenoxaprop a 0,17 kg ma/ha a las 4 hojas. (B)
25. Fenoxaprop a 0,17 kg ma/ha a la iniciación de la espiga. (B)
26. Fenoxaprop a 0,22 kg ma/ha a las 4 hojas. (B)
27. Fenoxaprop a 0,17 kg ma/ha a la iniciación de la espiga. (B)
28. Testigo no tratado.

Resultados.

Los tratamientos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 16 no difirieron del testigo no tratado.

Los tratamientos 11, 18 y 19 no pudieron llevarse a cabo, debido a que las condiciones climáticas impidieron la germinación y nascencia del arroz salvaje.

Los tratamientos 14 y 15 dieron un buen control del arroz salvaje, pero en suelo arenoso fueron muy fitotóxicos.

El tratamiento 17 no difirió del testigo y fue muy fitotóxico.

Los tratamientos 20, 21, 22, 23, 25 y 27 no difirieron del testigo.

Los tratamientos 24 y 26 controlaron el 86% del arroz salvaje, pero fueron fitotóxicos, disminuyendo en un 40% la densidad de espigas del cultivar respecto al testigo no tratado.

Los tratamientos 10 (fangueado) y 13 (molinato a 6,7 kg ma/ha y fangueado) controlaron eficazmente el arroz salvaje y no fueron fitotóxicos.

El fangueado controló el 87% del arroz salvaje y cuando se añadió molinato el control fue del 90%.

2º año de ensayos (1992):

Se insistió en aquellos tratamientos que en 1991 dieron en todos los casos

buenos resultados y cuya difusión podía ser inmediata.

Planteamiento de la experiencia:

A. Parcela elemental de 1500 m².

Dos tipos de suelo: arenoso y arcilloso.
Parcelas nuevas con natural, alta y uniforme infestación de arroz salvaje.

Cuatro repeticiones.

B. Parcelas donde en 1991 ya se habían realizado ensayos de control del arroz salvaje (por lo tanto la infestación era variable, en función de los resultados del año anterior).

Dos tipos de suelo: arenoso y arcilloso.
Parcelas elementales de 1000 m².
Tres o cuatro repeticiones.

Los tratamientos estudiados fueron:

1. Fanguedo.
2. Aplicación de molinato a 6,7 kg ma/ha y después fanguedo.
3. Aplicación de molinato a 5,4 kg ma/ha y después fanguedo.
4. Testigo no tratado.

Resultados.

A. El molinato a cualquiera de las dos dosis no aumentó la eficacia del fanguedo, con el agravante que la gestión del agua debe ser muy precisa; en caso contrario, en suelos con textura arenosa pueden aparecer problemas de fitotoxicidad. El fanguedo controló el arroz salvaje entre un 89 y un 97%.

B. Con dos años consecutivos sin ningún control del arroz salvaje se alcanzaron más de 200 espigas/m², mientras que en dos años consecutivos fanguedo, la infestación fue de unas 10 espigas de AS/m². Un año de fanguedo no controla definitivamente el arroz salvaje, ya que en el segundo años la infestación se dispara. Por ejemplo, en uno de los campos de ensayo en 1991 la densidad de espigas de AS/m² alcanzada después de fanguedo fue de 10; el segundo año, en el que no

se realizó ningún control, esa densidad fue de 109 espigas.

3^{er} año de ensayos (1993):

La clave para el control del arroz salvaje es, sin duda alguna, el fanguedo, por lo que este tercer año de ensayos fue dirigido a optimizar la técnica.

Planteamiento de la experiencia:

Parcela elemental de aproximadamente 1 ha.

Dos tipos de suelo: arenoso y arcilloso.
Parcelas con infestación natural alta y uniforme.

Cinco repeticiones.

Los tratamientos estudiados fueron:

1. Fanguedo a los 15 días de la inundación.
2. Fanguedo a los 20 días de la inundación.
3. Fanguedo a los 25 días de la inundación.
4. Fanguedo a los 15 y 25 días de la inundación (coincidiendo con los tratamientos 1 y 3).

Resultados.

No hubo diferencias en eficacia entre los tratamientos 1, 2 y 3, ni tampoco en el estado de desarrollo de las plántulas de arroz salvaje en el momento del fanguedo. El número de plantas de AS/m² tras el tratamiento fue de 11,9, 11,0 y 7,9 para los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente. La correlación entre el banco de semilla de arroz salvaje con la infestación final fue: $y=0,015x$, ($r=1^{**}$).

El tratamiento 4 sí difirió del 1, 2 y 3 con 0,9 plantas de AS/m². La correlación entre el banco de semillas de arroz salvaje y la infestación final fue: $y=0,316$, ($r=0,09$ ns).

Puesto que el fanguedo nunca controla el 100% del arroz salvaje, una limpieza total del campo sólo puede conseguirse con la ayuda de la escarda manual.

La limpieza total del campo tendría que ser una práctica imprescindible, ya que de lo contrario la reinfestación está asegurada.

En el Delta del Ebro la escarda manual no se realiza hasta el momento del espigado, entonces, si bien es cierto que la identificación del arroz salvaje es fácil, éste ya ha competido con la variedad.

En el IRTA/EEE se realizó un estudio para comprobar y demostrar el momento más óptimo para realizar dicha escarda. Si se fangua, puede realizarse una escarda a los 15-20 días, en este momento el arroz salvaje se distingue con facilidad del cultivar debido a su mayor desarrollo.

Por término medio, realizando la escarda precoz, se aumentó entre un 16% (en el caso de un fanguado, tratamientos 1, 2 y 3) y un 4% (en el caso de dos fanguados, tratamiento 4) la producción, en este momento el arroz salvaje todavía no había competido con la variedad, con la ventaja adicional de que el coste de la escarda es muy inferior a la tradicional.

7. BIBLIOGRAFÍA

ALBERTÍ, J.; CAMPILLO, R.; NAVARRO, A. 1993. Control químico de arroz salvaje (*Oryza sativa* L.) con cicloxidim. Delta del Ebro. 1993. Congreso 1993 de la Sociedad Española de Malherbología, Lugo: 196-204.

BAKER, J.B.; SONNIER, E.A.; SHREFLER, J.W. 1986. Integration of molinate use with water management for red rice (*Oryza sativa*) control in water-seeded rice (*Oryza sativa*). *Weed Science*, vol. 34: 916-922.

BARRENTINE, W.; STREET, J.E.; KURTZ, M.E. 1984. Postemergence control of red rice (*Oryza sativa*). *Weed Science*, vol. 32: 832-834.

CATALÀ, M. 1992. Estudio del uso de molinato, del tiobencarb y del fanguado

para el control del arroz salvaje (*Oryza sativa* L.) en los campos de arroz (*Oryza sativa* L.) del Delta del Ebro. Congreso 1992 de la Sociedad Española de Malherbología, Lérida 247-254.

CATALÀ, M. 1993. Control del arroz salvaje en los arrozales del Delta del Ebro con o sin adición de molinato mediante la técnica del fanguado. Congreso 1993 de la Sociedad Española de Malherbología, Lugo: 205-211.

CATALÀ, M.; TORRES, A. 1993. Control of red rice (*Oryza sativa* L.) in rice in Ebro Delta (Spain). 8th EWRS Symposium "Quantitative approaches in weed and herbicide research and their practical application", Braunschweig: 275-284.

CATALÀ, M. 1994. Chemical and cultural practices for red rice control in rice fields in Ebro delta (Spain). *Crop protection*. (en prensa).

CATALÀ, M. 1994. Red rice (*Oryza sativa* L.) control in rice fields (*Oryza sativa* L.) with the puddling technique. *Crop protection*. (en prensa).

CLAVIJO, J.; BAKER, J.B. 1986. Early development of red rice and four rice cultivars. Abstract of the Proceedings 39th Annual meeting of the Southern Weed Science Society. Nashville, Tennessee, USA: 478.

COPPO, B.; SARASSO, G. 1990. Il riso crodo. Problemi agronomici e di stima dei danni nell'infestazione della risaia. *Quaderno Agricolo* no. 22, Istituto Federale di Credito Agrario, Piemonte Liguria Valle d'Aosta: 9-57.

DIARRA, A.; SMITH, R.J.; TALBERT, R.E. 1985b. Growth and morphological characteristics of red rice (*Oryza sativa*) Biotypes. *Weed Science*, vol. 33: 310-314.

DIARRA, A.; SMITH, R.J.; TALBERT, R.E. 1985a. Interference of red rice (*Oryza sativa*) with rice (*O. sativa*). *Weed Science*, vol. 33: 644-649.

- DUNAND, R.T. 1988. Red rice. Its impact on grain quality and its cultural control: A review of research in Louisiana, 1960-1982. Louisiana Agricultural Experiment Station, Bulletin no. 792: 2-18.
- DUNAND, R.; BAKER, J.B.; DILLY, R. 1983. Red rice studies. Cultural management for red rice suppression. (A preliminary report). 75th Annual Progress Report, Louisiana Agricultural Experiment Station, Crowley, Louisiana: 202-207.
- DUNAND, R.; BAKER, J.B.; DILLY, R. 1984. Cultural practices for red rice suppression. (A preliminary report). 76th Annual Progress Report, Louisiana Agricultural Experiment Station, Crowley, Louisiana: 158-164.
- DUNAND, R.; BAKER, J.; DILLY, R.; MECHE, G. 1988. Control of red rice seed production in rice fields. Louisiana Agricultural Experiment Station, vol. 31, no. 3: 14-15.
- FONSECA, C.M.; TERRES, A.L.; RIBEIRO, A.S. 1991. Avaliação de características agronômicas de híbridos entre arroz cultivado e arroz "daninho". Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, vol. 44, no. 398: 13-19.
- KWON, S.L.; SMITH, R.J.; TALBERT, R.E. 1988. Control and seedhead suppression of red rice (*Oryza sativa*) in rice. Abstract of the 27th Annual Meeting of the Arkansas Agricultural Pesticide Association, Arkansas: 15-16.
- KWON, S.L.; SMITH, R.J.; TALBERT, R.E. 1989. Comparative growth and development of red rice (*Oryza sativa*) and rice (*O. sativa*). Abstract of the 1989 Meeting of the Weed Science Society of America, Dallas, Texas, vol. 29: 293.
- KWON, S.L.; SMITH, R.J.; TALBERT, R.E. 1991a. Red rice (*Oryza sativa*) control and suppression in rice (*O. sativa*). Weed Technology, vol. 5: 811-816.
- KWON, S.L.; SMITH, R.J.; TALBERT, R.E. 1991b. Interference of red rice (*Oryza sativa*) densities in rice (*O. sativa*). Weed Science, vol. 39: 169-174.
- KWON, S.L.; SMITH, R.J.; TALBERT, R.E. 1991c. Interference durations of red rice (*Oryza sativa*) in rice (*O. sativa*). Weed Science, vol. 39: 363-368.
- KWON, S.L.; SMITH, R.J.; TALBERT, R.E. 1992. Comparative growth and development of red rice (*Oryza sativa*) and rice (*O. sativa*). Weed Science, vol. 40: 57-62.
- LANGEVIN, S.A.; CLAY, K.; GRACE, J.B. 1989. The incidence and effects of hybridization between cultivated rice and its related weed red rice (*Oryza sativa* L.). Evolution, vol. 44 no. 4: 1000-1008.
- MONTEALEGRE, F.A.; VARGAS, J.P. 1989. Efecto de algunas prácticas culturales sobre la población de arroz rojo y los rendimientos del arroz comercial. Arroz, vol. 38, núm. 359: 19-24.
- MONTEALEGRE, F.A.; CLAVIJO, J. 1990. Tipos de arroz rojo en Colombia. Arroz, vol. 40, núm. 375: 16-23.
- MONTEALEGRE, F.A.; VARGAS, J.P. 1991. Manejo y caracterización del arroz rojo en Colombia. Arroz en América Latina: Mejoramiento, manejo y comercialización. Colombia, CIAT: 127-149.
- NASTASI, P.; SMITH, R.J. 1989a. Fenoxaprop (Whip) for red rice control. Proceedings 42nd Annual Meeting of the Southern Weed Science Society. Nashville, Tennessee, USA: 5.
- NASTASI, P.; SMITH, R.J. 1989b. Red rice (*Oryza sativa*) control in soybeans (*Glycine max*). Weed Technology, vol. 3: 389-392.
- NOLDIN, J.A. 1988. Controle de arroz vermelho no sistema de semeadura em solo inundado. Lavoura Arrozeira, vol. 41, no. 377: 11-13.
- PANTONE, D.J.; BAKER, J.B. 1991. Reciprocal yield analysis of red rice

(*Oryza sativa*) competition in cultivated rice. *Weed Science*, vol. 39: 42-47.

PEDROSO, B.A.; GADEA, A.D. DE C.; FREITAS, D.A.C.; SILVA, F.J.E.; CEZAR, W.S.; SEGAT, L.C. 1985. Controle do arroz vermelho com semente pré-germinada. *Anais da 14a Reuniao da Cultura do Arroz Irrigado*: 156-159.

PONS, L. 1994. Caracterització morfològica de les diferents tipologies d'arròs salvatge (*Oryza sativa* L.) present en els campos d'arròs del delta de l'Ebre. Setembre. Proyecto de investigación presentado en la ETS de ingeniería agraria de Lleida. 106 pp.

RISSONE, W. 1992. E quella barra vinse il crodo. 1992. Il risicoltore.

SALZMAN, F.P.; SMITH, R.J.; TALBERT, R.E. 1989. Control and seedhead suppression of red rice (*Oryza sativa*) in soybeans (*Glycine max*). *Weed Technology*, vol. 3: 238-243.

SMITH, R.J. 1981. Control of red rice (*Oryza sativa*) in water-seeded rice (*O. sativa*). *Weed Science*, vol. 29: 663-666.

SMITH, R.J. 1989. Cropping and herbicide systems for red rice (*Oryza sativa*) control. *Weed Technology*, vol. 3: 414-419.

SMITH, R.J. 1992. Integrated red rice management. *Rice in Latin America. Improvement, management and marketing*. CIAT-IRRJ; 143-158.

SMITH, R.J.; KHODAYARI, K.; BLACK, H.L. 1986. Integrated control of red rice (*Oryza sativa*) in rice. *Proceedings 39th Annual Meeting of the Southern Weed Science Society*, Nashville, Tennessee, USA, vol. 39: 64.

SONNIER, E.A.; BAKER, J.B.; WHITE, L.M. 1982. Red rice studies. Cultural management experiment. 74th Annual Progress Report. Louisiana Agricultural Experiment Station, Crowley, Louisiana: 234-239.

STEHLLING, S.J.; KAUFMANN, J.E. 1986. Selective reproductive control of red rice in rice with Amidochlor. *Proceedings Southern Weed Science Society, 39th Annual Meeting*: 57-62.

ENFERMEDADES DEL ARROZ

FRANCISCO A. ELAZEGUI
*I.R.R.I. Los Baños. Laguna,
Philippines.*

1. INTRODUCCIÓN

El arroz, al ser un cultivo que es la base más importante de la alimentación en el mundo, debe protegerse del ataque de varias patologías una de las cuales es el grupo de enfermedades del arroz. La importancia económica de las enfermedades del arroz como por ejemplo la Pyricularia, Rhizoctonia, Tungro y otros han sido estudiados y han conducido al desarrollo y evaluación de diferentes métodos de manejo. Actualmente, están siendo desarrolladas estrategias de manejo de las enfermedades que mejoren los mecanismos de control inherentes y aseguren bajos niveles de infectación en lugar del control químico, el cual contamina el medio ambiente, causa desequilibrios ecológicos y mejoran el desarrollo de resistencias de los patógenos.

Algunos temas de esta conferencia, como el daño en el cultivo y las estrategias de ciertas enfermedades estarán basados en informes de situación procedentes de los proceedings de las más recientes conferencias y grupos de trabajo. La discusión de los temas restantes está basada en publicaciones recientes y en el texto "Rice Diseases" del profesor Dr. S. H. Ou.

2. PYRICULARIA (BLAST, *Pyricularia oryzae* Cav.)

2.1. IMPORTANCIA ECONÓMICA

La Pyricularia ha sido considerada como la principal enfermedad del arroz debido a su amplia distribución y su poder destructivo bajo condiciones favorables. Desde la última década, las infecciones de Pyricularia se han producido solamente en regiones o áreas aisladas, como consecuencia del uso de variedades resistentes.

Las plántulas o plantas en estado del inicio del ahijado atacadas por la enfermedad, con frecuencia son destruidas.

Infecciones graves en la panícula causan una considerable disminución en el rendimiento.

2.2. SINTOMATOLOGÍA

El hongo produce manchas o lesiones en las hojas, nudos y en las diferentes partes de la panícula y los granos.

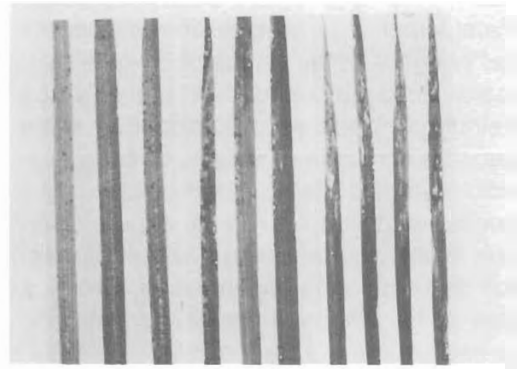


Foto 1: Hojas de plantas de arroz con diferentes reacciones a Pyricularia (BLAST, *Pyricularia Orizae*), de resistentes a sensibles. F. obtenida de : Rice diseases

Como Pyricularia de la hoja, los síntomas consisten en unas manchas típicamente elípticas con terminaciones en punta, frecuentemente con el centro gris o blancuzco, y con un borde marrón o rojizo. El tamaño y la forma de la mancha varía dependiendo de las condiciones ambientales, la edad de la mancha, el grado de susceptibilidad del cultivar y del abastecimiento de nitrógeno de la planta.

Como Pyricularia del nudo, tanto este como la raíz se pudren y se vuelven negros. Al secarse, el nudo infectado se rompe con frecuencia, permaneciendo conectado por el septum nodal. Como consecuencia, mueren todas las partes de la planta que se encuentren por encima del nudo.

En la panícula, la infección puede atacar cualquier parte de la misma, produciendo lesiones marrones o negras. Con frecuencia, son atacadas las zonas cercanas a la base de la panícula y la panícula

a veces cae. También pueden observarse lesiones en las glumas y en las brácteas.

2.3. AGENTE PATÓGENO

El hongo de la *Pyricularia* produce un enorme número de esporas, 2000-6000 conidias/lesión típica/día las cuales pueden causar una severa infección repentina, por eso, se considera esta enfermedad como una enfermedad explosiva. Para suprimir la producción de esporas del hongo y limitar el potencial epidemiológico de la enfermedad se requiere una estrategia de anti-esporulación. Esto debe hacerse mediante el análisis de la regulación genética de la esporulación. Los genes responsables de la esporulación son el objetivo para evaluar los compuestos que inhiben la esporulación. Una vez que se ha aislado el gen responsable de la esporulación, podría ser factible desarrollar un sistema para valorar *in vitro* la actividad biológica de los agentes de control químico o biológico. Se pueden evaluar los efectos en la esporulación de los metabolitos fungicidas producidos por la asociación de alguna bacteria. Si se pue-

den aislar componentes o genes apropiados, podría ser posible incorporarlos a la planta de arroz para que esta expresara una actividad de anti-esporulación.

2.4. EPIDEMIOLOGÍA, VALORACIÓN DE DAÑOS Y MANEJO

Usando dos modelos de simulación, CERES-RICE y BLASTSIM, se han estudiado los efectos de la temperatura y de la humedad en diferentes zonas para valorar el riesgo de un ataque de *Pyricularia*, así como usando historiales de datos meteorológicos de diferentes países. Se ha observado que en las zonas subtropicales frías, como Japón y el Norte de China, las temperaturas más altas causan un aumento en la curva que describe la evolución de la enfermedad (AUDPC) y la máxima severidad de la enfermedad; por tanto, el mayor riesgo de infección se produce con temperaturas altas. En las zonas subtropicales húmedas y cálidas, (sur de China, Filipinas, Tailandia y Malasia), las bajas temperaturas causan el mayor riesgo de infección; estando inhibida la enfermedad cuando se producen



Foto 2: Daños de *Pyricularia* (BLAST, *Pyricularia Orizae*) en la base de la panícula; obsérvese las panículas secas con decoloración por encima de la base de las panículas.

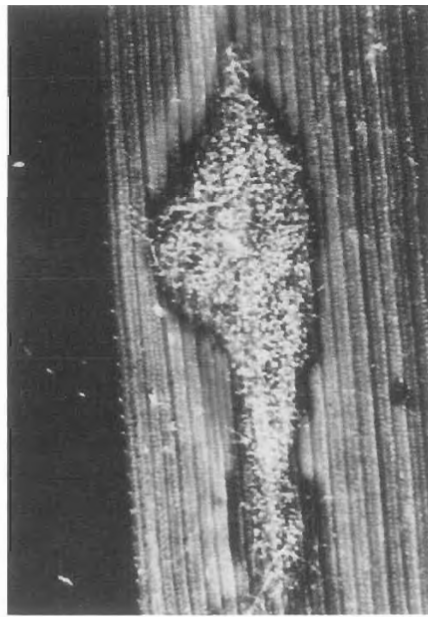


Foto 3: Detalle de la esporulación de una lesión de *Pyricularia*. Foto obtenida de: Compendium of rice diseases.

altas temperaturas. Un aumento en la curva no siempre está asociada con unas pérdidas más importantes.

2.4.1. La experiencia China. El incremento de la importancia de la Pyricularia se atribuye a lo siguiente:

1. Propagación de nuevas variedades. Antes de 1960, la agricultura china estaba basada en métodos tradicionales y en el empleo de variedades autóctonas. La Pyricularia estaba confinada en áreas de montaña con bajas temperaturas y alta humedad. A partir de 1960, con la sustitución de estas variedades tradicionales por otras de altos rendimientos, decreció la diversidad varietal y la Pyricularia se convirtió en una enfermedad económicamente importante.

2. Cambios en los sistemas de cultivo. Las variedades modernas son de ciclo corto y permiten al agricultor obtener dos cosechas por año. En los años 70 se desarrolló un sistema de tres cosechas como el compuesto por arroz, arroz y cultivo para abono en verde, o arroz, arroz, trigo. La fuente de inóculo es continua debido a que se solapan los ciclos de uno y otro cultivo de arroz, además de que coinciden con períodos muy húmedos y con poca iluminación solar, factores que favorecen el desarrollo de la enfermedad.

3. Cambios en las prácticas culturales. Las nuevas variedades requieren altos niveles de "inputs" como fertilización nitrogenada, las cuales favorecen el desarrollo de esta enfermedad. El acortamiento del período de cultivo, la alta densidad de plantas, y la expansión de las zonas donde se cultiva el arroz en regadío, contribuyen a la incidencia de Pyricularia. Desde el final de los años 70, comienzan a ocurrir las epidemias de Pyricularia.

Los estudios preliminares realizados en Filipinas muestran que las pérdidas del rendimiento con tres intensidades diferentes de la enfermedad, en variedades sensibles IR8 fueron 7.0, 8.4 y 15.2 % en la estación húmeda y 8.0, 14.0 y 15.2 % en la estación seca. Hubo una disminución significativa de los rendimientos. Estudios

realizados en India han revelado que existe una alta correlación negativa entre la incidencia del porcentaje de Pyricularia del cuello y el rendimiento en grano de variedades de arroz sensibles a la enfermedad. A través del análisis de la regresión, se ha elaborado un modelo predictivo lineal, mediante el cual, una pérdida del 29 % se produce con una infección del 36 %. De estudios de seis ensayos realizados en Corea y en Filipinas en los años 1987-89, se deduce que la disminución del rendimiento está positivamente correlacionado con ataques severos de Pyricularia, y cuando las infecciones son de poca importancia, las pérdidas producidas son inapreciables, sobre todo en variedades resistentes. En las zonas poco favorables para el desarrollo de la enfermedad, para controlar la enfermedad, se puede usar una resistencia parcial; bajo condiciones favorables, sólo es efectivo el uso de variedades con un alto nivel de resistencia. Los cultivares que presentan poca resistencia a esta enfermedad requieren el uso de tácticas culturales y químicas adicionales.

La mayoría de las estrategias de manejo y control contra la Pyricularia están basados en la obtención de variedades resistentes.

2.5. RESISTENCIA DE LA PLANTA HUÉSPED

La resistencia monogénica con frecuencia se torna vulnerable, debido a la adaptación genética del patógeno y se vuelve inefectiva después de 1-3 años. Debido a esta poca durabilidad, el énfasis se ha puesto en el desarrollo de resistencia incompleta o parcial que tolera algún grado de infección. La resistencia específica previene la enfermedad por reacción hypersensitiva al ataque del patógeno en contraste con la resistencia parcial que retarda el desarrollo de la enfermedad a través de:

- reducción del número de lesiones
- reducción del tamaño de las lesiones
- reducción de la esporulación del hongo en la planta.

Permitiendo algún grado de infección, se disminuye la presión selectiva de nuevos tipos virulentos del patógeno.

El objetivo a alcanzar es desarrollar una resistencia mediante ingeniería genética que pueda disminuir la evolución de nuevas virulencias, y que puedan mantener a la enfermedad por debajo del umbral económico. Los compuestos mencionados con anterioridad que inhiben la esporulación o la resistencia anti-esporulación tienen mecanismos equivalentes a una resistencia horizontal reduciendo la cantidad de inóculos en la parcela.

La *Pyricularia* está considerada una enfermedad criptogámica compleja debido a la variabilidad patogénica y la rapidez con la que este hongo vence la resistencia de la planta de arroz.

La resistencia a *Pyricularia* puede obtenerse por:

- genes mayores, los cuales ofrecen una resistencia completa a ciertos tipos del hongo,
- genes menores, que actúan de forma poligénica para proveer una resistencia cuantitativa o parcial.

Actualmente se está prestando mucha atención al mapa genético en orden a integrar estos genes en las mejores variedades. Estrategias basadas en la información procedente del mapa genético facilita la clonación de los genes de la resistencia como un primer paso para entender las bases moleculares de la resistencia a esta enfermedad.

2.6. DESARROLLO DE LA RESISTENCIA DE LA PLANTA HUÉSPED

2.6.1. Análisis filogenético de la población de *Pyricularia*

De forma repetitiva, se ha aislado un elemento del genoma del hongo. Cuando este elemento fue hibridado con DNA de 18 razas de hongos procedentes de los

Estados Unidos, se observó una asociación muy firme entre las muestras de las bandas de la hibridación y las agrupaciones de razas. Usando este elemento repetitivo, se definieron razas del patógeno. Cuando se testaron elementos aislados de las razas en un grupo de líneas isogénicas, estas mostraron genes de resistencia a *Pyricularia*. Se comprobó que los aislados de una raza fueron incompatibles con CO39, un patrón susceptible que además es el parental de las líneas isogénicas. mientras que el aislado de la otra raza fue compatible con CO39. En la mayoría de los huéspedes, no se observaron diferencias entre razas y no se mostró ninguna asociación entre estas y el patotipo.

Se ha utilizado la secuencia del DNA para analizar a 151 campos aislados de una investigación sobre *Pyricularia* situada en Colombia. Los campos de los que se recolectaron 15 cultivares de arroz, mostraron 56 razas diferentes del patógeno, agrupadas en 6 linajes. Cada linaje fue asociado a un grupo específico de patotipos y a un particular subgrupo de cultivares huéspedes.

Estudios realizados en Filipinas sobre 263 campos aislados testados con 20 plantas huéspedes han mostrado que los linajes muestran interacciones constantes con unas plantas huésped y no con otras. Algunas plantas fueron resistentes a todos las muestras de un linaje específico, sin embargo, otras fueron resistentes a unos pero sensibles a otros. Sólo las plantas que son resistentes a todos los miembros de un linaje pueden considerarse resistentes al linaje. Basados en los patotipos, pueden seleccionarse genes resistentes a todo el espectro de linajes del patógeno mediante el uso de un programa genético piramidal.

Mediante el uso de marcadores moleculares, se ha encontrado que la subpoblación del hongo que ataca el arroz y las plantas adventicias adyacentes son genéticamente distintos. Este resultado sugiere que la población de *Pyricularia* que

ataca a las hierbas adyacentes al cultivo del arroz no provee de inóculos al cultivo en sí.

2.6.2. Análisis de la resistencia en plantas de arroz

En el desarrollo de cultivares con resistencia permanente, estos cultivares están siendo analizados utilizando un mapeo cuantitativo de los loci en otros cultivos. Moroberekan es un cultivar autóctono africano, que es conocido por tener una resistencia permanente a *Pyricularia*. Este cultivar, que es de tipo japónica, se cruzó con el cultivar CO39 de tipo indica, produciéndose 281 F7 líneas endogámicas que fueron producidas por semillas. Se analizaron cada una de las líneas R1 con 100 marcadores RFLP, previamente localizados en el genoma del arroz. Los resultados obtenidos sugieren que el cultivar Moroberekan contiene más genes mayores que están siendo actualmente identificados. La resistencia permanente a *Pyricularia* podría estar asociada con múltiples genes mayores y menores, que combinándolos, se podría obtener una resistencia muy duradera.

3. RHIZOCTONIA (*SHEATH BLIGHT*, *Rhizoctonia solani* Kuhn)

3.1. IMPORTANCIA ECONÓMICA

3.1.1. China

En el período comprendido entre 1985 y 1990, el 47 % de los arrozales estaban afectados por *Rhizoctonia*. Los ensayos realizados entre 1984 y 1985 mostraron que las pérdidas de rendimiento obtenidas con esta enfermedad, y con relación al grado de infectación (escala: 1, 2, 3, 4 y 5) fue de 3.0, 5.2, 11.8, 16.4 y 22.2 % respectivamente. El coeficiente de correlación obtenido entre la enfermedad (X) y las pérdidas (Y) fue de 0.99 con una ecuación de regresión: $Y=4.487x - 1.418$. Las lesiones en las hojas más bajas comien-

zan en la punta de la cuarta hoja causando pequeñas pérdidas en los rendimientos. En las variedades resistentes, con un valor 2 en la escala, las pérdidas fueron sólo del 3 %. Al alcanzar las lesiones las hojas altas, las pérdidas se incrementan hasta llegar a más de un 20 % que se produce cuando llega la infección a la hoja bandera.

3.1.2. Malasia

Del 15 al 20 % del arrozal de este país está afectado por esta enfermedad. Las pérdidas sufridas en la estación húmeda de 1993 fueron del 17-25 %. La *Rhizoctonia* se ha convertido en una enfermedad importante debido a que ha aumentado hasta el 80 % el área en el que se utiliza la siembra directa. El uso intensivo de fertilizantes nitrogenados También ha contribuido a la importancia de esta enfermedad.

3.1.3. Tailandia

Las infecciones de *Rhizoctonia* se producen en Tailandia todos los años desde 1986. Las pérdidas en rendimiento en 1986 durante la estación seca fueron de 0.5 %/cm de lesión a las dos semanas antes de la cosecha. La enfermedad afectó enormemente en 1988 debido al uso generalizado de la variedad RD23 y a las lluvias abundantes.

3.1.4. Corea

En más de la mitad de los arrozales coreanos se producen ataques de esta enfermedad. Las pérdidas estimadas ascienden a más del 90 %.

3.1.5. Filipinas

La enfermedad ataca con severidad principalmente a varias regiones del país. No se mencionan las disminuciones del rendimiento.

3.1.6. Vietnam

Esta enfermedad está considerada como la segunda en importancia econó-

mica después de la *Pyricularia*. Las áreas afectadas con una disminución del rendimiento entre el 15 y el 30 % pasaron de ser 21000 ha en 1985 a ser 200000 ha en 1990 y 1991. En 1990, 4000 ha sufrieron daños del 90 %. El incremento de la importancia es debido al incremento en la intensidad del cultivo, el amplio uso de variedades tempranas o semi-tempranas y el aumento en el uso de urea, como fertilizante nitrogenado.

3.2. SINTOMATOLOGÍA

La enfermedad produce una lesión, principalmente en la vaina, aunque también puede resultar afectada la hoja bandera. Las lesiones son en un principio de forma elipsoide u ovoide algo irregulares, de color gris verdoso, con una longitud que varía entre 1 y 3 cm de largo. El centro de la lesión se torna blanco-grisácea, con un margen marrón. El tamaño y color de las lesiones varían dependiendo de la edad de la lesión y de las condiciones ambientales. La presencia de diferentes lesiones que lleguen a unirse causando la muerte de un gran porción de las hojas o la muerte del total de la misma. La escleriosis se forma en la lesión o cerca de ella,

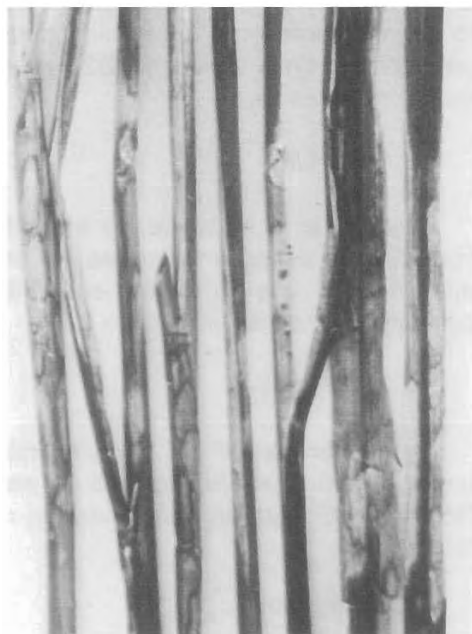


Foto 4: Rhizoctonia (SHEATH BLIGHT, *Rhizoctonia oryzae*).
Foto obtenida de: Field problems of tropical rice.

dependiendo la formación de esta escleriosis del tipo de parásito.

3.3. EPIDEMIOLOGÍA

La enfermedad se vuelve severa bajo condiciones de alta humedad y temperatura. La humedad está muy influenciada por la densidad de siembra, por ello altas densidades de siembra y elevadas dosis de aplicación de fertilizantes, tienden a incrementar el efecto de esta enfermedad. Por la misma razón, es muy frecuente observar la enfermedad en los arrozales después de alcanzar el estado de máximo ahijamiento.

La enfermedad puede desarrollarse verticalmente, propagándose hacia arriba hasta llegar a la hoja bandera, y horizontalmente, infectando a los hijos cercanos. Las últimas investigaciones del I.R.R.I., han demostrado que la infección horizontal es más rápida y generalmente más grave en la estación húmeda y en parcelas con un aporte elevado en nitrógeno.

3.4. MANEJO DE LA ENFERMEDAD

3.4.1. Control químico

En China, se aplica el fungicida Jinggamycin cuando muestra síntomas de la enfermedad la tercera o cuarta hoja de la parte superior de la planta. La frecuencia depende del porcentaje afectado y del estado de crecimiento. Además de las aplicaciones de fungicidas, las prácticas culturales, tales como la recolección de las plantas afectadas y el manejo del agua, drenando el terreno 5-7 días en el estado de máximo ahijado, son prácticas usadas en numerosas regiones para la lucha contra la Rhizoctonia.

En Vietnam, Tailandia, Corea y Japón, el Validamycin es un fungicida muy utilizado por los arroceros. En Corea y Japón, las aplicaciones de fungicidas se llevan a cabo en un período determinado, entre primeros de Julio y finales de Agosto. En

Tailandia, se realiza el tratamiento cuando la cuarta o quinta hoja de la parte alta de la planta muestra los síntomas. En Malasia, el fungicida más utilizado es Monceren, y se aplica tres veces durante el ciclo del cultivo.

3.4.2. Control mediante prácticas culturales

En China se realiza la aplicación de superfosfato de calcio para disminuir la severidad de la enfermedad, así como el drenado del arrozal en momento preciso. En Indonesia, el potasio aplicado en dosis de 30, 60 y 90 kg/ha reduce la severidad en un 17, 38 y 50 % respectivamente; se presume que la siembra en líneas, en lugar de la tradicional siembra a marco real disminuye la humedad relativa y la temperatura en el cultivo, incrementa la evapotranspiración y la penetración de los rayos del sol, factores que son desfavorables a la enfermedad. En Vietnam, debido al buen balance en la aplicación de los elementos esenciales, NPK, y a la baja densidad de plantación, tanto en la siembra directa como en el transplante, el efecto de esta enfermedad se reduce o previene retirando del campo aquellas hierbas infectadas.

3.4.3. Control biológico

Este método de control está aún en fase experimental. Se están realizando ensayos en laboratorio, invernadero y campo para evaluar la eficacia de bacterias antagonistas contra la Rhizoctonia.

3.5. DESARROLLO DE RESISTENCIA

Algunos animales, plantas y microorganismos producen proteínas que son tóxicas para ciertas bacterias y hongos. Los genes de algunas de esas proteínas han sido clonados y se están empleando en técnicas para la obtención de plantas resistentes a Rhizoctonia. Plantas transgénicas de tabaco muestran resistencia a *R. solani*. Teniendo en cuenta que no se ha hallado aún resistencia a Rhizoctonia,

dicha resistencia podría alcanzarse mediante el uso de plantas transgénicas.

R. solani ataca a todas las partes de gran variedad de plantas. Las paredes de las células del hongo dependen de la presencia de quitina; tratamientos con quitinasa hacen estallar a las células de este hongo. Las plántulas de tabaco que presentan altos niveles de quitinasa sobreviven en suelos altamente infectados con *R. solani*. El alcance de la resistencia observada en las plantas con quitinasa varían dependiendo del inóculo del hongo, característica específica de la resistencia cuantitativa.

4. PODREDUMBRE DEL TALLO (SHEATH ROT, *Fusarium moliniforme* / *Sarocladium oryzae*)

4.1. UN HECHO RECIENTE

Daños realmente severos causados por *Fusarium moniliforme* se observaron por primera vez en la India en 1991, sobre plantas masculinas estériles de híbridos y líneas de arroz.

En muestras de semillas procedentes de la Estación Experimental de Corrientes del INTA (Argentina) se encontró *Sarocladium oryzae* en 1992.

4.2. SINTOMATOLOGÍA

La podredumbre se produce en la hoja que envuelve a la panícula. La podredumbre causada por *Sarocladium oryzae* se caracteriza por la presencia de manchas cuadrangulares o de forma irregular con una longitud de 0.5-1.5 cm, con márgenes marrones y centro gris. Estas manchas pueden crecer y llegar a unirse pudiendo cubrir la mayor parte de la superficie de la hoja. Las panículas permanecen sin podredumbre o sólo muestran una podredumbre parcial. Puede observarse un abundante polvo blanquecino dentro de la

vaina y en la panícula. Se observaron síntomas similares con la podredumbre causada por *Pseudomonas* spp. en Colombia. También puede esta enfermedad estar causada por *Cochliobolus lunatus* presentando las panículas un color negro. La podredumbre causada por *Curvularia lunata* fue documentada por Tami Nadu, (India, 1992) y presenta lesiones de color oscuro (marrón o negro) en la vaina o en la hoja bandera.

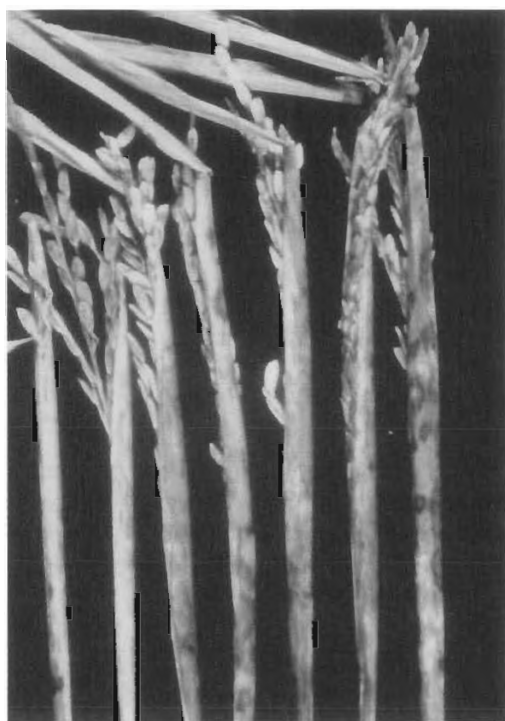


Foto 5: Podredumbre del tallo del arroz (SHEATH ROT, *Sarocladium oryzae*).
Foto obtenida de: Field problems of tropical rice.

4.3. ASOCIACIÓN CON OTRAS PLAGAS

La infección se ve facilitada por las heridas que puedan producirse en las plantas. Casi todas las plantas infectadas en el sureste de Asia lo fueron por ataques de taladro o por otro tipo de daño. Un alto porcentaje de plantas infectadas está asociado con la presencia de taladros. El hongo tiende a atacar la vaina que recubre a la panícula y cuando se produce algún daño, se retarda la emergencia de dicha panícula. La enfermedad ha sido observada también en asociación con un ácaro.

Mediante la inoculación con una suspensión de esporas de *Sarocladium oryzae* en la chinche *Leptocorisca acuta*, las plantas infectadas en el estado de iniciación de la panícula produjeron los síntomas típicos de la podredumbre del tallo. No se produjeron síntomas de podredumbre en plantas no infectadas. La severidad de la enfermedad incrementó con la población de chinche (India, 1992).

4.4. MANEJO DE LA ENFERMEDAD

La nueva variedad obtenida por Bihar, India, llamada Vandana, es resistente a la podredumbre de tallo. Las líneas IR sufrieron una infección moderada mientras que los cultivares Indica fueron resistentes. Algunos cultivares procedentes de la evaluación de material genético resultó ser resistente a la podredumbre del tallo tanto en condiciones de infección natural como artificial, y podrían ser utilizados en programas de mejora.

Los fungicidas Tridemorph + Phosphamidon protegen al arroz de la podredumbre causada por *Sarocladium oryzae*, tanto en invernadero como en los campos de ensayo planteados.

En condiciones de invernadero, se redujo la longitud de la lesión en un 54 % mediante el uso de plantas tratadas con *Pseudomonas fluorescens*; en campo, este tratamiento redujo la severidad del ataque en un 20-42 %. Este tratamiento aumenta la altura de la planta, el número de hijos y el rendimiento en grano de un 3 a un 160 %.

5. MANCHA MARRON (BROWN SPOT, *Cochliobolus miyabeanus* / *Drechslera oryzae*)

5.1. SINTOMATOLOGÍA

Las manchas producidas cuando la enfermedad está completamente desarrollada son de forma oval y de color marrón,

con un centro blanquecino o gris. Las manchas jóvenes son pequeñas y circulares y pueden aparecer con un color marrón oscuro o con un punteado purpúreo. En aquellos cultivares sensibles son mucho mayores y pueden alcanzar 1 cm o más de longitud. Algunas veces, numerosas manchas en una hoja causan que se vuelva de color blanco. Las manchas pueden observarse en las hojas aunque también en las glumas, hojas, vaina así como también pueden verse afectadas las brácteas de la panícula.

Los cuerpos fructíferos del hongo patógeno pueden desarrollarse a partir de las manchas de las glumas y darle una apariencia aterciopelada. En tales casos, el hongo debe penetrar las glumas y producir manchas negras en el endospermo.

5.2. IMPORTANCIA ECONÓMICA

Las semillas gravemente infectadas pueden dañar las plántulas, causando una mortandad de hasta el 60 %.

Los granos infectados tienen menor calidad, siendo además de menor peso.



Foto 6: Mancha marrón del arroz (BROWN SPOT, *Cochiobolus miyabeanus*).

Foto obtenida de: Field problems of tropical rice

5.3. CICLO DE LA ENFERMEDAD Y EFECTO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES

La enfermedad se transmite principalmente a través de semillas. Durante la germinación de las semillas, también germinan las esporas del hongo en las raíces de la plántula o en el coleoptilo. Conforme la planta crece, se van formando esporas en las manchas de la hoja que se expanden a hojas y panículas de otras plantas, germinando e infectándolas. El grano resulta infectado cuando se desarrolla la enfermedad en la panícula.

La mancha marrón "Brown spot" es frecuente en suelos con poco drenaje o con deficiencia de nutrientes. Son más susceptibles las plantas cultivadas en suelos poco drenados carentes de silicio, potasio, nitrógeno, manganeso o magnesio. En todo caso, las condiciones del suelo son muy importantes a la hora de regular la severidad de la enfermedad.

5.4. MANEJO DE LA ENFERMEDAD

La forma más efectiva para controlar la mancha marrón es cultivar en suelos adecuados y suministrar a las plantas un aporte adecuado de fertilizantes.

6. TUNGRO

En el Sureste de Asia, la enfermedad denominada Tungro es una de las enfermedades del arroz más destructivas. De forma periódica se producen infecciones en numerosos países, afectando a cientos de hectáreas.

6.1. SINTOMATOLOGÍA

El Tungro ocasiona una atrofia en las plantas de arroz, volviéndose las hojas de diferentes tonos de amarillo o naranja, dependiendo de lo sensible que sea el cultivar. El amarilleamiento comienza por el extremo de la hoja, extendiéndose hacia abajo por el borde de la hoja. Los

síntomas severos aparecen en las plantas infectadas en los primeros estados de crecimiento.

6.2. AGENTE PATÓGENO

Esta enfermedad está causada por el complejo vírico del Tungro del arroz, el cual lo componen el virus esférico (RTSV) y el virus baciliforme (RTBV). El RTBV sólo produce síntomas leves de la enfermedad, pero facilita la transmisión del RTSV que es más virulento y que no infecta en ausencia del RTBV.

6.3. EPIDEMIOLOGÍA

El virus del Tungro es transmitido por varias especies de homópteros siendo *Nilaparvata virescens* el más importante. El insecto puede adquirir el virus al alimentarse de la planta por un tiempo de 30 min, pudiendo transmitir el virus inmediatamente después. El virus no persiste en el insecto. El insecto puede transmitir el virus solamente en los cinco días después de que el insecto coma de la planta infectada. El insecto debe comer de la planta infectada repetidas veces para poder infectar de forma continua. Las ninfas pierden su capacidad para infectar después de cada muda.

El arroz salvaje y las malas hierbas pueden ser fuentes de infección para el cultivo siguiente.

La siembra muy temprana o muy tardía está asociada con la ausencia de Tungro. En aquellas zonas donde se producen infecciones todos los años, el incremento de la incidencia de la enfermedad está asociado con el incremento en la población del vector. En zonas donde se produce la enfermedad de forma ocasional, la incidencia moderada o alta está asociada con la población moderada o alta de vector.

6.4. AUMENTO DE LA RESISTENCIA TRANSGÉNICA AL TUNGRO

El virus esférico del Tungro (RTSV) es de una sola hebra de RNA y el virus baciliforme (RTBV) es de doble hebra. Ambos virus codifican proteínas de cubierta y otras proteínas. Los experimentos están destinados a transformar los genes que codifican las proteínas de cubierta de ambos virus. Debido al relativo bajo grado de resistencia del arroz al Tungro, resultaría muy útil un mecanismo transgénico de protección cruzada.

7. ENFERMEDADES DEL ARROZ CAUSADAS POR NEMATODOS

7.1. DIVERSIDAD DE NEMATODOS

Son muchos los géneros de nematodos parásitos en los ecosistemas de los arrozales "upland" de Filipinas y Senegal, mientras que el número está muy limitado en los arrozales irrigados propios de países como Vietnam. La especie predominante en ambos tipos de arrozales es la *Hirschmaniella oryzae*. La población de nematodos en los arrozales "lowland" es más amplia que en los "upland". Todos los géneros observados en los arrozales "upland" e irrigados están presentes en los "lowland".

La diversidad de especies observadas en los arrozales irrigados y en los "upland" se debe a la variedad de otras especies que se cultivan en asociación con el arroz. Las diferencias en la distribución de *Pratylenchus* y *Hirschmaniella* en Filipinas puede explicarse por los diferentes tipos de inundación del suelo. *Pratylenchus* spp. no sobrevive en suelos inundados, mientras que *Hirschmaniella* spp. sólo se encuentra en suelos inundados al menos durante un tiempo. La ausencia de *Hirschmaniella* spp. en arrozales "upland" hace pensar que la inundación del terreno es necesaria para que el nematodo complete

su ciclo o que la competencia con otros nematodos impide su desarrollo. Las condiciones hídricas, especialmente la duración de la inundación del suelo, son el principal factor que afecta a la distribución de los nematodos en la raíz del arroz.

La distribución del nematodo *Ditylenchus angustus* depende del medio ambiente, ya que su presencia se produce principalmente en arrozales de aguas profundas (deepwater) del sureste de Asia. En el delta de Mekong en Vietnam, el desarrollo de riego suplementario ha supuesto el progresivo abandono del cultivo del arroz en aguas profundas, de baja producción en favor de uno o dos cosechas de arroz de altos rendimientos. Este cambio de prácticas culturales ha supuesto una reducción drástica de la presencia de *Ditylenchus angustus*.

7.2. NEMATODOS COMUNES A TODOS LOS ECOSISTEMAS. APHELENCHOIDES BESSEYI

El nematodo denominado *Aphelenchoides besseyi* está presente en todos los ecosistemas del arroz. No se trata de un parásito obligatorio, debido a que puede alimentarse y reproducirse sobre hongos. Tiene un amplio rango de plantas huéspedes. Durante el estado vegetativo de la planta de arroz, se alimenta de forma ectoparasitaria del meristemo apical del tallo. Más tarde, emigra a la paní-

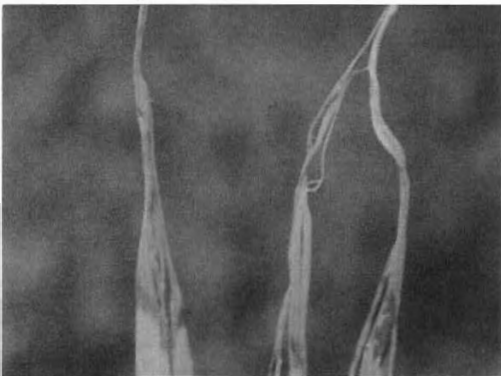


Foto 7: Hojas infectadas del nematodo *Aphelenchoides besseyi*. Foto obtenida de: Compendium of rice diseases.

cula en desarrollo, penetrando en las espiguillas antes de la antesis alimentándose de los ovarios y los estambres. Después de la antesis cesa la reproducción pero continua el desarrollo de los individuos jóvenes. Durante la maduración del grano, los nematodos entran en estado de anaerobiosis. Pueden sobrevivir en los granos hasta más de tres años.

El síntoma más característico es el color blanquizco que presenta la hoja más joven. Esa hoja más tarde se seca y se desmenuza. Otro síntoma es la torsión de la hoja bandera que impide la emergencia de la panícula, atrofiándola, generando flores estériles y reduciendo el número y el peso de los granos.

Este nematodo puede controlarse mediante prácticas culturales como la eliminación de restos de cosechas anteriores, transplante temprano o realizando la siembra sobre agua. Resultó efectivo el tratamiento de las semillas, las plántulas y el suelo con productos químicos, pero no ha sido evaluado aún su rentabilidad económica. El tratamiento de las semillas con agua caliente a 52-57 °C por un período de 15 min después de haber remojado la semilla en agua fría durante 3 h es un método eficiente de control del nematodo. Hay variedades que son resistentes y muchos cultivares son tolerantes.

7.3. NEMATODOS DE ECOSISTEMAS "UPLAND"

Los nematodos de mayor importancia económica en los ecosistemas de arroz "upland" son *Meloidogyne* y *Pratylenchus*.

7.3.1. *Meloidogyne* spp

Meloidogyne graminicola, *M. incógnita*, *M. javanica* y *M. arenaria* son las especies más importantes de nematodos de raíz en los ecosistemas "upland". *M. graminicola* es típico del sur y sureste de Asia, mientras que el resto se encuentra principalmente en África y el sur de América.

Estos nematodos tienen un amplio rango de plantas huésped. Son parásitos de raíz. Inducen hiperplasia e hipertrofia de los tejidos de la raíz. Los síntomas incluyen clorosis, reducción del crecimiento en altura y en número de hijos, retraso de la floración y aumento en el número de granos vacíos.

Las pérdidas producidas por *M. graminicola* en la India fueron del 16-32 %. Una infectación de 120 nematodos por planta de diez días de vida, produjo una pérdida del 10 %. Se observó una pérdida del 40 % con 8.000 individuos jóvenes de *M. incognita* por dm^3 de suelo. Se necesitaron más de 1000 huevos de *M. javanica* por planta para reducir los rendimientos.

Los tratamientos de suelo con Carbofuran, 1,3-dicholopropano-1,2-dicloropropeno (DD) u oxamil, proporcionan un control efectivo contra estos nematodos pero no se ha determinado su rentabilidad económica. Algunos cultivares de arroz "upland" son resistentes o tolerantes al ataque de nematodos de raíz. Los cultivares de *Oryza glaberrima* son resistentes a *M. incognita*, mientras que los cultivares de *Oryza sativa* son sensibles. Se han obtenido algunos cultivares tolerantes como IRAT 109, IRAT 112, IRAT 106 e IRAT 133.

7.3.2. *Pratylenchus* spp

Pratylenchus indicus es típico de los arrozales "upland" de la India y de Pakistán, mientras que *Pratylenchus zeae* lo es de África, Norte y Sudamérica y el sureste de Asia. Estos nematodos causan lesiones en la raíz y son endoparásitos migratorios. Las lesiones causadas en la raíz se necrosan y más tarde se unen. Los síntomas específicos que pueden apreciarse en las plantas infectadas son la reducción del crecimiento, de la altura y del número de hijos. Los rendimientos están correlacionados con la población de nematodos en cosecha. Una pérdida significativa del rendimiento del 34 % fue causada por *P. indicus* con un conteo ini-

cial de 30 nematodos por plántula. Debido a que una población inicial baja de nematodos puede producir considerables disminuciones del rendimiento, sería difícil realizar un control a no ser que se realice la rotación de cultivos para aumentar el rendimiento.

7.4. NEMATODOS DEL ARROZAL IRRIGADO

7.4.1. *Hirschmaniella* spp

El nematodo de raíz del arroz *Hirschmaniella* spp. es un endoparásito migratorio que produce cavidades en la raíz y manchas de color marrón. Puede producir amarilleamiento de la planta, reducir el número de hijos y retrasar la floración.

Este nematodo está presente en el 94 % de los arrozales irrigados de Filipinas y en el 99 % de los arrozales del Delta de Mekong en Vietnam. Es la especie de nematodo más frecuente en los arrozales inundados. En ensayos realizados mediante el uso de micro parcelas y realizando una infectación artificial mostraron que la población de *H. oryzae* puede reducirse en un 23 % cuando se aplican los fertilizantes de forma adecuada y un 42 % cuando no se aplican fertilizantes. Bajo condiciones agronómicas favorables no deben producirse daños causados por *H. oryzae*. Con 1000 nematodos por planta de las especies *H. imamuri*, *H. oryzae* y *H. spinicauda* se producen reducciones del rendimiento del 31 al 34 %.

La rotación de cultivos puede reducir los niveles de población. Algunos cultivos usados para incorporarlos como abono en verde como *Aeschynomene afraaspera* y *Sesbania rostrata* actúan como trampas matando a los nematodos al entrar en la raíz, mientras que *Sphenoclea zeylanica* produce unos exudados tóxicos que también pueden ser usados como métodos de control de *Hirschmaniella* spp.

7.4.2. *Meloidogyne graminicola*

El nematodo denominado *Meloidogyne graminicola* puede invadir las raíces causando agallas, reproduciéndose y emigrando de una raíz a otra cuando hay una inundación permanente de aproximadamente 10 cm. Puede ser una plaga en aquellas áreas donde el agricultor riega por aspersión o donde se utilizan cultivos sensibles como rotación con el arroz. No se han estimado aún los daños producidos por *M. graminicola* en arrozales irrigados. Por otro lado, numerosos cultivares presentan resistencia a este nematodo.

7.5. NEMATODOS DE ECOSISTEMAS DE ARROZ DE AGUAS PROFUNDAS (DEEP-WATER)

7.5.1. *Ditylenchus angustus*

El nematodo del tallo del arroz, *D. angustus*, es el agente que ocasiona el enfermedad denominada "ufra" en varios países asiáticos. Se trata de un ectoparásito que se instala en las hojas que aún no han emergido, en los pedúnculos y en las espiguillas en desarrollo. La infección de la planta, el desarrollo de la enfermedad y su difusión están favorecidos por la humedad relativa mayor al 80 %, temperatura del aire de 30 °C, la inundación del terreno y las lluvias abundantes.

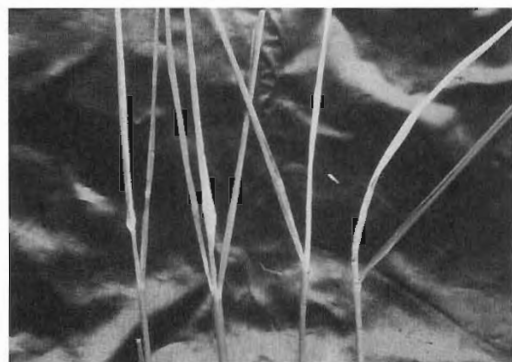


Foto 8: Plantas infectadas por el nematodo del tallo (*Ditylenchus angustus*); obsérvese las hojas más jóvenes de color blanquizco.
Foto obtenida de: Field problems of tropical rice.

En la fase vegetativa del cultivo, el síntoma más claro es la clorosis que se produce en la base de las hojas jóvenes. La hoja bandera y la panícula aparecen retorcidas y en casos severos las espiguillas aparecen vacías.

Las pérdidas del rendimiento oscilan entre el 5 y el 100 % en diversos países asiáticos.

Los métodos de control más efectivos son la destrucción de las malas hierbas y la quema de la paja, aunque esta última medida a veces es difícil de realizar ya que la presencia de agua en la parcela puede impedir esta operación. La aplicación de zinc y silicato cálcico reduce la presencia de estos patógenos. Los tratamientos químicos con Benomil, Carbofuran, etc, no son económicamente rentables. Mediante cruces se han obtenido cultivares resistentes.

7.5.2. *Meloidogyne graminicola*

Los síntomas de este nematodo son similares a los que se producen en arrozales "upland". Las plantas infectadas frecuentemente permanecen sumergidas al no crecer. Las pérdidas del rendimiento observadas en Bangladés oscilan entre el 9 y el 22 %, llegando en ocasiones el 65 %. Los métodos de control son los mismos que los usados en arrozales "upland".

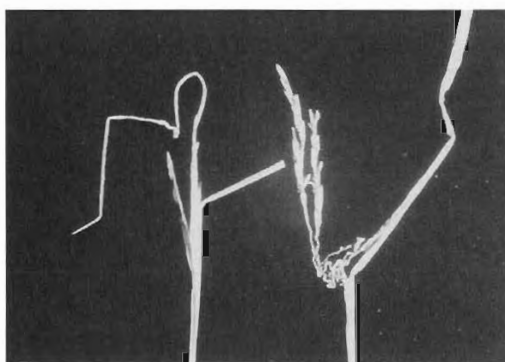


Foto 9: Panículas infectadas por el nematodo del tallo.
Foto obtenida de: Field problems of tropical rice.

CALIDAD DEL ARROZ

RAMÓN MARÍA CARRERES ORTELS
Departamento del Arroz.
I.V.I.A. Valencia.

1. ESTRUCTURA DEL GRANO DE ARROZ

El conocimiento de la estructura y composición del grano de arroz es importante para comprender sus propiedades bioquímicas y fisicoquímicas durante el proceso de elaboración y cocción. El grano de arroz está formado por la cascarrilla y la cariósida (aproximadamente el 80% del peso del arroz cáscara). Según fracciones y como media: cascarrilla (20%), salvado (5%), cilindro (2%) y germen (3%); rendimiento total: 70%.

La cáscara está formada por la palea, la más pequeña, que recubre la parte dorsal y la lemma que recubre la parte ventral, donde se encuentra el germen.

El pericarpio está formado por varias capas (6-7) de células parenquimáticas: **epicarpio o epidermis, mesocarpio y endocarpio.**

La cubierta de la semilla está formada por el **tegmen** y el **exospermo**.

El endospermo: **Aleurona y endospermo amiláceo** con dos zonas: Subaleurona y endospermo central. Consiste en células llenas de gránulos compuestos de almidón con partículas de proteína entre ellos.

2. COMPOSICIÓN Y CONSTITUYENTES DE LA CARIÓSIDA

La variabilidad es muy amplia y depende de la variedad y de las condiciones ambientales del cultivo. Los compuestos que constituyen el arroz son esencialmente: almidón, proteínas, grasas, pentosanas, ligninas y cenizas, con la presencia de indicios de numerosos minerales y vitaminas. Con excepción del almidón, todos los demás compuestos se encuentran fundamentalmente en las capas externas de la cariósida y en el germen.

2.1. HIDRATOS DE CARBONO

2.1.1. Almidón

Es el compuesto que se encuentra en mayor cantidad en el arroz. Supone el 90% del peso seco del arroz elaborado y el 83% en el brown. Aumenta de la periferia al centro.

2.1.2. Azúcares

La mayor proporción en el embrión y en el endospermo es de sacarosa, con pequeñas cantidades de azúcares libres: rafinosa, glucosa y fructosa, que se concentran en la capa de aleurona. La concentración de azúcares totales disminuye hacia el centro del grano. El arroz brown tiene 1% de azúcares totales y el elaborado 0,5%.

2.1.3. Fitina

Fitina o sal del mio-inositol hexafosfato es un importante constituyente de la capa de aleurona y del germen.

2.1.4. Fibra bruta

El contenido es mayor en la periferia y decrece hacia el centro; en el brown del 1,1% y en el elaborado del 0,4%.

2.1.5. Pentosanas, hemicelulosas, lignina

Constituyen, junto con las pectinas, celulosa y proteínas no digeribles la fibra dietética, o sea, aquellos componentes alimenticios que no se digieren por los enzimas en el tracto intestinal. Su contenido también es mayor en la periferia y decrece hacia el centro del grano.

2.2. COMPUESTOS NITROGENADOS

El contenido medio en proteínas es del 8,7% (peso seco) en el arroz descascarrillado frente al 7,8 % en el elaborado. La proteína del arroz elaborado está compuesta por 5% de albúmina, 10% de glo-

bulina, >80% de glutelina y <5% de prolamina. La proteína del salvado y del germen tiene mayor proporción de albúmina y globulina que la del arroz elaborado. Como quiera que la albúmina tiene un mayor porcentaje de lisina, el contenido en lisina del arroz descascarillado es mayor que el del arroz elaborado.

2.3. LÍPIDOS

Se encuentran en forma de esferosomas (gotitas de grasa) en el germen y en la capa de aleurona. En el endospermo se encuentran asociados con las partículas de proteína y los gránulos de almidón. Su contenido disminuye hacia el centro.

2.4. MINERALES

La composición mineral del grano de arroz depende considerablemente de la disponibilidad de nutrientes del suelo en el que la planta se cultiva. El fósforo y el potasio son los principales elementos minerales del arroz brown seguidos por el silicio y el magnesio.

2.5. VITAMINAS

Se encuentran en mayor proporción en el arroz brown que el elaborado. Tiamina y niacina son las vitaminas más importantes en el arroz.

3. CALIDAD

La calidad de un alimento se define como el conjunto de atributos que identifican los lotes individuales del producto y determinan el grado de aceptación del mismo por el comprador. Para determinar la calidad global de un producto se tiene que analizar cada uno de sus atributos.

3.1. ESTANDARIZACIÓN DE LOS ATRIBUTOS DE CALIDAD

La medida de la calidad y los sistemas de control, carecen de uniformidad entre los países. La estandarización de los sistemas de clasificación nacional como un medio de facilitar el comercio mundial ha sido uno de los primeros objetivos perseguidos por el Grupo Intergubernamental sobre el arroz de la FAO. Mientras que es posible tener una equivalencia internacional para los standards, la calidad alta o baja debe ser tratada en el contexto de un mercado concreto.

3.2. CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO MUNDIAL DEL ARROZ

La calidad de arroz estimada por una comunidad puede ser inaceptable para otra. Hay que conocer las características del mercado mundial del arroz. Los principios básicos son: el mercado del arroz es pequeño, muchos tipos de arroz, preferencias de calidad del consumidor variables según países, la calidad depende del producto de arroz de que se trate: elaborado largo de alta calidad, elaborado largo de calidad media, elaborado medio y corto, parboiled, aromático, etc.

4. ATRIBUTOS DE CALIDAD DEL ARROZ

Las propiedades del grano determinantes de la calidad variarán en función de la preferencia de colectivos diferentes: agricultor, molinero, tendero, consumidor, especialista en nutrición, etc. De esa forma se deberán de evaluar los atributos requeridos en cada caso.

Los atributos de la calidad se pueden clasificar en cuatro grandes grupos (Barber y Benedito de Barbaer, 1975):

- A. De proceso
- B. Sensoriales
- C. De composición
- D. Relacionados con la Salud

5. ATRIBUTOS DE CALIDAD SEGÚN EL PROCESO

5.1. CALIDAD DE MOLIENDA

El proceso de elaboración es necesario para evaluar la aptitud del arroz para el consumo humano, mejorando su digestibilidad y palatabilidad, ya que extrae ciertos tóxicos naturales y sustancias fibrosas contenidas en el salvado y germen. Al hablar de calidad a la molienda nos referimos a la medida del comportamiento del grano durante el proceso de elaboración.

5.1.1. Evaluación

Se evalúa en base al rendimiento total y al rendimiento en enteros.

5.1.2. Factores que influyen

I. Relacionados con las propiedades del grano: genéticas y condiciones durante el cultivo, recolección, secado, almacenamiento, transporte y manejo.

II. Relacionados con las condiciones de elaboración: temperatura y contenido de humedad del arroz, temperatura y humedad del ambiente en la instalación de elaboración, grado de elaboración y condiciones mecánicas del molino.

5.1.3. Valoración

Molinos de laboratorio que simulen las principales operaciones del proceso industrial. Hay que determinar factores de conversión de laboratorio a industria. Por las condiciones dispares del proceso serán particulares para cada laboratorio. En cada laboratorio hay que realizar test preliminares para hacer ajustes, controlar las condiciones del laboratorio y elaborar hasta un grado de elaboración comparable.

5.1.4. Determinación del grado de elaboración

En la práctica se utilizan métodos objetivos que no son del todo claros. Existen métodos científicos más exactos: químicos

y físicos (Barber, Benedito de Barber, 1977, 1979; Pomeranz et al. 1975).

5.2. CALIDAD PARA LA COCCIÓN

Viene dada por los atributos del grano que definen su comportamiento durante la cocción.

5.2.1. Problema

Los métodos de cocción varían según el país, localidad y el tipo de plato y por otra parte el comportamiento durante la cocción dependerá del método empleado. Los métodos no están suficientemente normalizados. Por otra parte se encuentran diferencias en el agua empleada.

5.2.2. Método standard

Por todo lo anterior se intenta utilizar un método patrón de cocción del arroz.

5.2.3. Atributos de la calidad a la cocción

5.2.3.1. *Tiempo de cocción*: Tiempo necesario para la gelatinización completa de los gránulos de almidón.

a. Determinación directa: Método de Ranghino (1966) y mediante panel de catadores (Primo et al., 1960)

b. Determinación indirecta mediante la temperatura de gelatinización: amilógrafo de Brabender (Halick, Kelly, 1959), BEPT (Schoch, Maywald, 1956), ensayo de desintegración en álcali (Little et al., 1958), método de fotometría con álcali (Ebata, 1968), medida de la absorción de agua a temperatura baja (Halick, Kelly, 1959; Bhattacharya, 1979).

5.2.3.2. *Absorción de agua*: Se expresa en g/100 g de arroz o en g de agua/cm², con lo cual se elimina el efecto de la superficie distinta según variedad (Bhattacharya, Sowbhagya, 1971).

5.2.3.3. *Sólidos disueltos en el agua de cocción:* Mide la resistencia a la cocción. Se determina por desecación en estufa a 105°C (Primo et al., 1960).

5.2.3.4. *Aumento de la longitud del grano después de la cocción:* Se mide como la longitud media de 10 granos cocidos/longitud media de 10 granos crudos (Carreres, 1982).

5.2.3.5. *Aumento de volumen con la cocción:* Se expresa como la relación de volumen de arroz cocido/volumen de arroz crudo (Fossati, Fantone, 1982).

5.2.4. Factores que influyen en la calidad a la cocción

Envejecimiento del arroz, grado de elaboración.

5.3. CALIDAD PARA VAPORIZACIÓN

El arroz vaporizado es el parcialmente cocido, en la forma de arroz cáscara.

5.3.1. Cambios que produce en el grano

El grano crudo blanco y opaco pasa a ser vítreo, translúcido y duro con un color ámbar ligero, aumenta el porcentaje de enteros, aumenta el contenido de vitamina B, cambia el comportamiento y calidad a la cocción, produce cambios químicos y en los constituyentes.

5.3.2. Ventajas e inconvenientes

5.3.2.1. *Ventajas:* Descascarillado más fácil, mejora el rendimiento en la elaboración, más vitamina B y minerales en el grano elaborado, menor pérdida de nutrientes cuando se lava el grano con agua, granos más íntegros, menos pegajosos y menor pérdida de sólidos, se reduce la infestación de insectos y la pérdida de nutrientes en el almacenamiento.

5.3.2.2. *Inconvenientes:* El descascarillado necesita más energía para la elabo-

ración, tiende a obturar la rejilla del molino de elaboración, necesita más tiempo y energía para cocción, la mayor dureza del grano cocido no gusta a algunos consumidores, mayor facilidad para enranciarse.

5.3.3. Factores del arroz cáscara que afectan la calidad del arroz vaporizado

Mezcla de variedades o tamaños, presencia de granos total o parcialmente descascarillados, arista y pelosidad de los granos, pigmentos de la cascarilla y pericarpio, infestación microbiana (hongos), daños en el grano por causas mecánicas o insectos, presencia de granos yesosos, verdes y rojos. Por todo esto hay que examinar el arroz cáscara, descascarillar y determinar el porcentaje de cariósides manchadas, rojos y elaborar y determinar el porcentaje de yesosos y verdes, manchados y picados.

5.3.4. Propiedades físico-químicas del arroz parboiled

El arroz parboiled se hidrata más deprisa que el arroz crudo a temperaturas bajas pero más despacio durante la cocción. Los granos de parboiled se afectan en soluciones bastante diluidas de KOH (1%) cuando los granos de arroz crudo apenas lo hacen, luego en soluciones moderadas, el crudo se afecta más. En viscogramas Brabender, el parboiled muestra menor viscosidad, menor break-down y menor setback que el crudo.

5.3.5. Test de calidad para el arroz parboiled.

Se tienen en cuenta los mismo atributos de calidad que para el grano crudo ya que el proceso para el consumo es el mismo: elaboración y cocción. Existen diferencias entre algunos atributos de calidad de los granos crudos y vaporizados: absorción de agua, humedad de equilibrio, degradación del endospermo del grano en álcali diluido, comportamiento en el amilógrafo, comportamiento en la cocción, comportamiento en la elaboración.

6. ATRIBUTOS DE CALIDAD SENSORIALES

6.1. DEL GRANO CRUDO

6.1.1. Dimensiones y forma

La longitud del grano elaborado es variable según la variedad: 3,84 mm un arroz de Sri Lanka y 7,9 mm en Filipinas y Taiwan.

Las dimensiones son un parámetro importante a tener en cuenta para la mejora, limpia, secado, clasificación, calibrado y procesos de transformación (molienda, sancochado, etc.).

Las preferencias varían de unos consumidores a otros: Bélgica, Holanda, Alemania prefieren grano largo; Suecia, Austria, Suiza, España e Italia, grano medio.

El tamaño y forma del grano no son índices fiables del comportamiento (calidad) en diferentes procesos: molienda, cocción, etc.: hay variedades de grano corto que tienen las características de las de grano largo y viceversa. Excepción en USA: la mejora varietal se ha realizado de forma que las variedades de grano largo, medio y corto están asociadas a específicas características de calidad para la cocción y el consumo.

Según el reglamento 3877/87 de la CEE, los tipos de arroz según sus dimensiones y forma son:

- Grano redondo, cuya longitud es $\leq 5,2$ mm y la relación $1/a < 2$
- Grano medio, cuya longitud es $5,2 < 1 \leq 0,6$ mm y la relación $1/a < 3$
- Grano largo A cuya longitud es $> 6,0$ mm y $2 < 1/a < 3$
- Grano largo B cuya longitud es $< 6,0$ mm y la relación $1/a \geq 3$

6.1.2. Cristalinidad

Los granos yesosos o perlados desmerecen la presentación y disminuyen el valor

comercial: rompen más en la molienda. Examen visual para determinar el tipo (yesoso o perlado) y extensión de la opacidad. En Japón se usa un aparato para medir la transparencia (Riken-Sanno rice meter).

En España no tiene mucha importancia la presencia de opacidad (perla) y en algunos lugares se prefiere.

En programas de mejora de muchos países (Francia, Tailandia, USA, etc.) se trata de eliminar. La UE no admite más del 40% de perla.

6.1.3. Blancura

Los arroces con proteína alta son más transparentes pero de color más oscuro. El color depende del grado de elaboración: a mayor grado mayor blancura y más aceptación, aunque se ha exagerado la importancia del color del arroz en la aceptación por el consumidor. Es bastante estable aunque en determinadas condiciones de temperatura y humedad tiende a un color más amarillo. Se mide visualmente o mediante aparatos: Kett whiteness meter; Minolta chroma meter.

6.2. DEL ARROZ COCIDO

En general se presta menor atención a las características sensoriales del grano cocido que a las del grano crudo. Actualmente, desde el punto de vista comercial cuenta más el aspecto del grano crudo que el del cocido; se ha comprobado la falta de correlación entre la calidad para el consumo y el precio en muchos países, o sea, la calidad a la cocción no se paga.

6.2.1. Aspecto-blancura y brillo

Su importancia depende del consumidor: condimentos, parboiled, proteínas. Se puede medir con los mismos instrumentos que para el arroz crudo.

6.2.2. Aspecto-integridad

Los granos largos desarrollan unas fisuras longitudinales y tienden a partirse.

Los granos de arroz de longitud media tienden a desarrollar fisuras transversales después de la cocción. Se determina visualmente.

6.2.3. Textura

Es el componente de calidad de más interés entre los del grano cocido. Es muy complejo. La textura se examina mediante métodos sensoriales, físico-químicos o mecánicos.

6.2.3.1. *Sensoriales.* Un análisis muy completo de la textura del arroz, realizado por el método de Civille y Szczesniak (1973) se basa en las sensaciones que produce en la boca en tres fases del acto de comer; en la evaluación rutinaria para la selección de líneas se utiliza un método más sencillo (Batcher et al., 1957).

6.2.3.2. *Métodos físico-químicos.* Como la evaluación de las características sensoriales con catadores presenta dificultades, se recurre a índices y/o químicos para predecir la calidad sensorial del arroz cocido. Entre los más utilizados podemos citar el contenido de amilosa (Norma ISO 6647; Villareal et al., 1994; Stephen R., Delwiche et al., 1995), la consistencia del gel y el amilógrafo de Brabender. En su día se utilizó el índice N.

Los arroces con el contenido alto de amilosa cuecen secos, duros y se endurecen más al enfriarse (Birmania, India y Tailandia). En los arroces de contenido bajo, el grano cocido es más húmedo y pegajoso (normalmente de tipo japónica). En los de contenido intermedio, los granos cocidos son húmedos y tiernos que no se endurecen al enfriar (Filipinas, Malasia, Indonesia).

El test de consistencia del gel (Cagampang et al., 1973) se utiliza para detectar diferencias de textura del arroz cocido en arroces con similar contenido de amilosa, fundamentalmente con alto contenido. La consistencia del gel se atribuye principalmente a la amilopectina y

se relaciona con la ternura: los arroces con geles más blandos son más tiernos cuando se cuecen.

El amilógrafo de Brabender (Halick, Kelly, 1959) registra la viscosidad del arroz en el proceso de cocción y durante el enfriamiento: viscosidad máxima, al final de la cocción y después del enfriamiento. Está relacionado con la resistencia del arroz a la cocción (textura) y con la dureza del grano al enfriarse (consistencia del gel).

El índice N y el índice N corregido (Primo et al., 1964) mide el contenido de proteínas de la capa externa del grano extraíbles con álcali diluido. Cuanto mayor es el contenido de proteínas de la capa externa, mayor es la textura del grano cocido al resistir más en la cocción.

6.2.3.3. *Métodos mecánicos.* Las dificultades e inconvenientes de las catas y la inseguridad de los análisis físico-químicos aconseja el empleo de texturómetros: Instron y Viscoelastógrafo.

Con el Instron (Reglamento CEE nº 2580/88) se mide de forma objetiva la resistencia a la masticación del grano cocido (test de consistencia) y la mayor o menor aptitud del grano cocido a pegarse (test de adhesividad).

Con el Viscoelastógrafo (Laignelet, Alary, 1978) se mide y registra el espesor de los granos cocidos antes y después de la aplicación de un peso de 700 g y la recuperación elástica después de la aplicación de la fuerza.

6.2.4. Aroma

Existen algunas variedades de arroz (tipo Basmati) que poseen aroma después de la cocción; son los arroces aromáticos. Para su evaluación se utilizan paneles de catadores, añadiendo al agua de cocción KOH al 1,7 % (Sood, Siddiq, 1978). Actualmente sofisticados métodos de análisis para determinar el principal componente aromático: 2-acetil-1-pirrolí-

na. Para la cata se utiliza la siguiente escala: ausente, débil, normal y fuerte (IRRI, 1971).

7. ATRIBUTOS DE COMPOSICIÓN

7.1. TIPO Y PORCENTAJE DE LOS COMPONENTES FÍSICOS DEL LOTE

En un lote de arroz, crudo o modificado, se distinguen los siguientes componentes:

7.1.1. Materias extrañas

Lo que no es grano de arroz, roto o entero.

7.1.2. Pureza varietal

Los granos de otra variedad o malformados por causas genéticas o alteraciones durante el cultivo y la maduración. Si estos granos se pueden separar mecánicamente antes o durante la elaboración, aumenta el coste de la elaboración y disminuye la cantidad de producto. Si la separación no es posible, el lote de arroz tendrá peor aspecto, peor calidad y peor calidad de cocción.

7.1.3. Rotos

Según el Reglamento nº 1432/76 del Consejo de 21 de Junio de 1976 por el que se fijan las calidades tipo del arroz y de los partidos:

- Entero: Falta parte del diente.
- Despuntado: Falta todo el diente.
- Partido: Falta parte mayor que el diente.
 - Partido grueso: Menor que el grano entero y mayor que 1/2 grano.
 - Partido medio: Menor que 1/2 grano y mayor que 1/4 grano.
 - Partido pequeño: Menor que 1/4 de grano y mayor que 1,4 mm.
 - Fragmento: < 1,4 mm.

7.1.4. Defectuosos

Son aquellos que no responden a las características que debe tener el arroz destinado al consumo humano.

- Yesosos y verdes: Los granos yesosos constituyen un defecto porque rompen más, rompen la uniformidad de la muestra y suponen un inconveniente para la fabricación de sancochado, arroz instantáneo y productos de desayuno. La opacidad se debe al empaquetado poco compacto de las partículas de almidón y proteínas de las células afectadas; las partes opacas y cristalinas tienen la misma composición.

- Granos rojos y veteados rojos: En la mayoría de los países los granos con pericarpio pigmentado son un defecto importante y es el principal parámetro a tener en cuenta por el industrial molinero, ya que la pigmentación sólo se puede eliminar por sobreelaboración con lo que disminuye el rendimiento en la molienda; también es negativo para la fabricación de arroz sancochado. Sin embargo, en algunos países (India y Bangladesh) son muy apreciadas las variedades de pericarpio coloreado. Un estudio revela un mayor contenido de proteínas en los arroces de pericarpio rojo.

- Granos deformes: Otros defectos de importancia, por su comportamiento en la elaboración y por la menor presentación del producto, los constituyen los granos deformes o con surcos profundos. Estos requieren sobreelaboración para eliminar los restos de salvado, con lo que se obtiene un menor rendimiento y una mayor desintegración y mayor pegajosidad cuando se cuece. Los granos de puntas finas constituyen un defecto porque se despuntan en la elaboración.

- Granos manchados y coloreados: Restan uniformidad a la muestra. Incluye los coloreados (amarillos y cobrizos) a causa de transformaciones químicas (fermentaciones) y los manchados por la acción de los hongos.

- Granos picados: Como consecuencia de la acción de un insecto: la chinche *Eusarcoris inconspicuus*.

- Tolerancias: Las definiciones y porcentajes permitidos se encuentran en los sistemas de evaluación del mercado del arroz de cada país.

7.2. TIPO Y PORCENTAJE DE LOS COMPONENTES QUÍMICOS DEL LOTE

7.2.1. Contenido de humedad

El agua que contiene el grano en un momento determinado es la constituida por el agua externa de la lluvia y el rocío, el agua capilar y el agua de cristalización.

El arroz gana o pierde humedad hasta que alcanza equilibrio con la atmósfera exterior. El contenido final es mayor en el proceso de secado que en el proceso de humidificación.

La humedad del grano tiene gran importancia en la calidad del almacenamiento, en la pérdida de peso por evaporación, en los rendimientos, en la elaboración y en las características de cocción.

El contenido de agua en el grano tiene una gran importancia en el "fisurado" del grano, debido a la contracción y expansión durante el secado y mojado del grano. El fisurado es severo cuando la humedad es inferior a la humedad crítica (14-18%). El almidón que es plástico y quebradizo por encima y debajo de este nivel parece ser el responsable. La humedad media para la recolección no debe ser menor del 22 %. En caso contrario, al haber diferencias de humedad de 4-6 puntos entre granos de la base y de la punta de la espiga, se presentarán condiciones adecuadas para el fisurado.

7.2.2. Contenido en amilosa

Por su contenido de amilosa los arroces se dividen en dos categorías: Arroz

"waxy" (glutinoso, sweet rice) que contiene un 0,8-1,3 % de amilosa y "non-waxy" (no glutinosos, común) con un 8-37 %.

Tienen contenido similar de fibra, lípidos y proteínas. Casi idéntica composición en aminoácidos. Sólo por su distinto contenido de amilosa, sus propiedades organolépticas y fisico-químicas son distintas: el arroz glutinoso presenta el grano elaborado completamente opaco, el grano cocido es pastoso y su harina es ideal para pasteles, dulces y postres.

8. RELACIONADOS CON LA SALUD

8.1. VALOR NUTRITIVO

8.1.1. Proteínas

Los principales factores que determinan el valor nutritivo son: el contenido de proteínas y su calidad, es decir su digestibilidad.

El arroz tiene un contenido bajo de proteína aunque de un buen valor nutritivo relativo. El contenido de proteína utilizable en el arroz es un 10-30 % más alto que en otros cereales aunque es 1/6 del de las harinas de oleaginosas.

La gluteína u oryzenina constituye la mayor parte de las proteínas del arroz elaborado (75-90 %). Esta es la ventaja del arroz frente a otros cereales, ya que la gluteína es más rica en lisina. La lisina es uno de los aminoácidos esenciales de la nutrición humana. No obstante la lisina se encuentra concentrada en las capas que se extraen durante la elaboración.

8.1.2. Nutrientes

Según la ración dietética recomendada por día para las mujeres (2000 Kcal), el arroz descascarillado suministra más que suficiente cantidad de niacina, tiamina y fósforo; 200, 190 y 154 % respectivamente.

te. Bastante cantidad de proteína (91 %) y zinc (60 %), pero poca cantidad de calcio y riboflavina (ambos el 23 %).

El arroz elaborado es deficiente en todos los nutrientes, abasteciendo más del 50 % de la cantidad requerida sólo en proteínas, niacina y fósforo.

El contenido bajo en sodio hace el arroz recomendable para personas que requieren dietas bajas en sal. Lo mismo para la grasa.

8.1.3. Tóxicos

El arroz contiene tóxicos naturales que disminuyen la digestibilidad de las proteínas. Están localizados en el germen y se pueden inactivar con calor.

8.1.4. Fibra dietética

El arroz presenta un contenido bajo en fibra cruda, pero tiene fibra dietética que son carbohidratos no digeribles (pectina, celulosas y hemicelulosas). Se encuentra principalmente en el salvado.

8.2. NIVEL SANITARIO

8.2.1. Contaminantes físicos

A este respecto, la legislación europea y española establecen que el arroz ha de estar limpio. La legislación española (Orden 12/11/1980 fijando las normas de calidad para mercado interior) fija tolerancias de materias extrañas: piedras, paja, cascarilla, polvo, etc. que debe ser como máximo de un 0,10 %.

La de la UE (Reglamento Nº 1432/76 del Consejo de 21 de Junio de 1976), fijando las calidades tipo del arroz dice que el máximo de sustancias minerales y vegetales, no comestibles pero no tóxicas, es de 0,01 %.

8.2.2. Contaminantes químicos

La legislación española sobre calidad para el mercado interior, y referido, den-

tro de los arroces tratados, al "arroz matizado o marmolino" (arroz blanco tratado con parafina líquida o aceites) establece las características que tienen que cumplir los aceites. Ha de ser transparente, incoloro, inodoro e insípido; entre otros requisitos establece ciertos límites de metales pesados.

Por otra parte, la Orden de 31 de Enero de 1977, de Métodos oficiales de análisis de cereales y derivados, permite el glaseado (recubrir el arroz blanco con talco o glucosa) o matizado de los arroces siempre que el aumento de peso por esta operación no sea mayor al 0,6 % sobre el peso final.

Además, las legislaciones españolas y de la UE establecen que los granos han de estar exentos de olores y/o sabores extraños y fijan un límite para el contenido de agua: 14,5, 15 ó 16 % según los casos.

La Comisión mixta FAO/OMS para el Códex Alimentario desde Abril de 1972, la lista de los residuos químicos máximos tolerados en los cereales y en el arroz.

La normativa de la CEE a través de la Directiva del Consejo de 24 de Julio de 1986, fija los contenidos máximos permitidos para los residuos de plaguicidas en los cereales.

8.2.3. Insectos y microorganismos

La Orden 12/11/1980 fijando las normas de calidad para mercado interior dice que el arroz ha de estar sano: esencialmente exento de mohos, podredumbres, insectos y parásitos.

El Reglamento Nº 470/67 & CEE de la Comisión de 21 de Agosto de 1967, al decir que el arroz ha de ser sano, especifica que ha de estar exento de insectos vivos.

Las recomendaciones del modelo de clasificación comercial de la FAO son más específicas al distinguir entre:

- arroz libre de insectos: no contiene larvas, vivas o muertas, o secreciones o desechos de insectos.

- arroz ligeramente infestado: menos de 20 insectos/100 kg, vivos o muertos, y entre los 20, menos de 5 gorgojos (*Sitophilus spp.*).

9. BIBLIOGRAFÍA

BARBER S., BENEDITO DE BARBER C., 1975. Quality criteria of rice for post-harvest utilization. Presentado al X Congreso Internacional de Nutrición, Kyoto, Japón, 3-9 Agosto.

BARBER S., BENEDITO DE BARBER C., 1977. Una aproximación a la medición objetiva del grado de elaboración del arroz. *Agroq. y Tecnol. de Alimentos*, 17. nº 2, 223-234.

BATCHER O. M., DEARY P. A., DAWSON E. H. 1957. Cooking quality of 26 varieties of milled white rice. *Cereal Chem.*, 34, 277-285.

BHATTACHARYA K. R., 1979. Gelatinization temperature of rice starch and its determination. Pages 231-249 in: *Proc. Workshop on Chemical Aspects of Rice Grain Quality*. Int. Rice Res. Inst., Los Baños, Laguna. Philippines.

BHATTACHARYA K. R., SOWBHAGYA C. M., 1971. Water uptake by rice during cooking. *Cereal Sci. Today* 16, 420-424.

CAGAMPANG G. B., PEREZ C. M., JULIANO B. O., 1973. A gel consistency test for eating quality of rice. *J. Sci. Food Agric.* 24, 1589-1594.

CARRERES R., 1982. Estudio de la calidad de siete variedades de arroz y dos líneas de mejora. *Comunicaciones INIA, serie Producción Vegetal*, 46, 28 pp.

CIVILLE G. V., SZCZESNIAK A. S., 1973. Guidelines to training a texture profile panel. *J. Texture Stud.* 4, 204-223.

DELWICHE S. R., BEAN M. M., MILLER R. E., WEBB B. D., WILLIAMS P. C., 1995. Apparent amylose content of milled rice by near-infrared reflectance spectrophotometry. *Cereal Chem.* 72 (2) 182-187.

DIRECTIVA 86/362/CEE del Consejo de 24 de Julio de 1986 relativa a la fijación de contenidos máximos para los residuos de plaguicidas sobre y en los cereales. D. O. de las Comunidades Europeas N° L 221/37-42.

EBATA E., 1968. Studies on the alkali decomposition of rice kernel. III. A new alkali test using rice flour. *Nippon Saku-motsu Gakkai Kiji.*, 37, 510-515.

FOSSATI G., FANTONE G. C., 1982. Caratteristiche qualitative delle varietà di riso italiane I. Descrizione dei test merceologici utilizzati. Estratto dalla rivista *Tecnica Molitoria*. Chiriotti Ed. 10064 - Pinerolo (Italia).

HALIK J. V., KELLY V. J., 1959. Gelatinization and pasting characteristics of rice varieties as related to cooking behavior. *Cereal Chem.* 36, 91-98.

INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, 1971. Annual report for 1970. Int. Rice Res. Inst. Los Baños, Laguna. Philippines.

LAIGNELET B., ALARY R., 1978. Détermination des caractéristiques viscoélastiques du riz cuit à l'aide du viscoélastographe. *Ann. Technol. Agric.* 27 (4), 783-797.

LITTLE R. R., HILDER G. B., DAWSON E. H., 1958. Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. *Cereal Chem.* 35, 111-126.

NORMA INTERNACIONAL ISO 6647. Organización Internacional de Normalización 1987.

ORDEN DE 31/1/1977 por la que se establecen los Métodos Oficiales de Aná-

lisis de Aceites y Grasas, Cereales y Derivados, Productos Lácteos y Productos Derivados de la Uva. B.O.E. 14 de Julio de 1977.

ORDEN DE 12/11/1980 por la que se aprueba la norma de calidad para el arroz envasado con destino al consumo en el mercado interior. B.O.E. nº 278. 25813-25815.

POMERANZ Y., STERMER R. A., DIKEMAN E. 1975. NMR-oil content as a index of degree of rice milling. *Cereal Chem.* 52, 849-853.

PRIMO E., CASAS A., BARBER S., 1960. Nuevos factores de calidad del arroz. Características de variedades españolas. *Revista de Ciencia Aplicada*, 75, 312-321.

PRIMO E., BARBER S., BENEDITO DE BARBER C., 1964. Factores de calidad del arroz. XIV Estudios confirmativos de la validez general del índice N de calidad. Índice N corregido. *Agroq. y Tecnol. de Alimentos*, 4 (4), 471-478.

RANGHINO F., 1966. Valutazione della resistenza del riso alla cottura, in base al tempodi gelatinizzazione dei granelli. *Il Riso*, 2, 117-127.

REGLAMENTO CEEE Nº 470/67 de la Comisión de 21 de Agosto de 1967 relativo a los organismos de intervención en el momento de hacerse cargo del arroz cáscara y por el que se fijan las bonificaciones y depreciaciones aplicables por los

misimos. D. O. de las Comunidades Europeas nº 204 de 24/8/1967, p. 8.

REGLAMENTO CEE Nº 1423/76 del Consejo de 21 de Junio de 1976 por el que se establecen las calidades tipo del arroz y del arroz partido.

REGLAMENTO CEE Nº 3877/87 del Consejo de 18 de Diciembre de 1987 por el que se modifica el Reglamento CEE Nº 1418/76 por el que se establece la organización común del mercado del arroz. D. O. de las Comunidades Europeas Nº L 365/1-5.

REGLAMENTO CEE Nº 2580/88 de la Comisión de 17 de Agosto de 1988 por el que se establecen las normas para la modificación de la lista de determinadas variedades de arroz establecidas en el Anexo B del Reglamento CEE nº 3878/87 (características morfológicas de las variedades para beneficiarse de la ayuda a la producción) D. O. de las Comunidades Europeas Nº L 230/8-13.

SCHOCH T. J., MAYWALD E. C., 1956. Microscopic examination of modified starches. *Anal. Chem.* 28, 382-387.

SOOD B. C., SIDDIQ E. A., 1978. A rapid technique for scent determination in rice. *Indian J. Genet. Plant Breed.* 38, 268-271.

VILLAREAL C. P., DE LA CRUZ N. M., JULIANO B. O., 1994. Rice amylose analysis by near-infrared transmittance spectroscopy. *Cereal Chem.* 71 (3). 292-296.

MEJORA DEL ARROZ: CRITERIOS Y ORGANIZACIÓN

RAFAEL BALLESTEROS MURILLO
Departamento del Arroz.
I.V.I.A. Valencia

Mi intención es dar una idea del desarrollo del trabajo en un centro de mejora que utilice métodos tradicionales y que disponga de medios limitados. El proceso que culmina en la obtención de una variedad es largo y minucioso y consiste básicamente en una cadena de decisiones basadas en las observaciones realizadas y en los datos recogidos. El modo de realizar estas observaciones, es decir, las condiciones en que se ensayen las variedades cuando y cómo se realicen estos ensayos, es decisivo para su eficacia. Esta labor se desarrolla normalmente en un contexto donde los medios humanos, técnicos y económicos disponibles imponen limitaciones difícilmente salvables al número de cruzamientos, plantas de cada generación, parcelas de ensayo, test, etc. permisibles.

Un plan de mejora tiene unos objetivos básicos. En el caso del Departamento del Arroz del I.V.I.A. hay básicamente dos frentes distintos. Por un lado se busca obtener un arroz de grano medio o semilargo adecuado al mercado interior y por otro un arroz de grano largo B, el impropriadamente llamado tipo índica, adecuado al mercado europeo. En ambos casos la producción, la resistencia al encamado, el rendimiento en granos enteros en la elaboración, la adecuación de la longitud del ciclo al clima, una resistencia al frío suficiente, así como a algunas enfermedades, un tipo de planta de hojas erectas que aprovechen la luz, son requisitos básicos para el éxito de una variedad. Para conseguir ésto en la mejora clásica se intenta reunir en una nueva variedad las cualidades favorables de otras variedades ya existentes.

El proceso a seguir varía mucho en método y detalles de unos centros a otros. Así en los distintos centros de mejora europeos se utilizan soluciones muy distintas en algunos aspectos de la organización del trabajo.

Tomemos como ejemplo un problema básico, el de observar las plantas de una

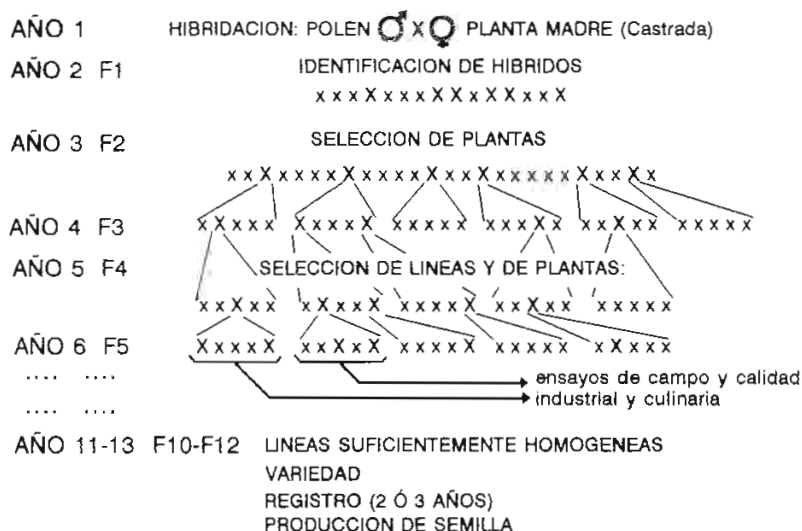
F2 o una F3 en condiciones equitativas de modo que los datos a observar reflejen diferencias genéticas y no de trato recibido. Hay que tener en cuenta que el arroz responde de modo muy sensible a la disponibilidad de espacio. Una misma planta podría producir 4 g. ó 500 g. según la distancia a las plantas que la rodean, el abono disponible, etc. Por lo tanto, la equidistancia es fundamental. La solución más sencilla es cultivar las plantas por trasplante, pero ésto introduce una desviación respecto al método por el que luego serán cultivadas. En Francia para poder sembrar plantas regularmente separadas, pegan los granos en tiras de papel que luego colocan en el campo a modo de siembra. Se adopte el método que se adopte, el nuestro es un trasplante temprano, no da igual una distancia que otra y aquí volvemos a encontrar métodos y hasta objetivos casi opuestos. En Grecia las plantas se ponen muy distantes de modo que no exista competencia y se vea la capacidad de la planta de aprovechar esa situación favorable. Tiene la ventaja de proporcionar más semilla procedente de una sola planta, lo que facilita su utilización en ensayos o evaluaciones de laboratorio. Es evidente que las mayores producciones individuales dependerán sobre todo del ahijamiento y que, en consecuencia, se está observando la planta en una situación muy distinta de la de fuerte competencia en que se encontrará en una siembra directa. Nosotros utilizamos una densidad de 14 plantas por metro cuadrado, densidad en la que existe competencia entre plantas y en la que por otra parte se manifiesta su capacidad de ahijamiento y se obtiene una cantidad de semilla razonable. Existen trabajos en la dirección de buscar plantas de mínimo o nulo ahijamiento. La idea detrás de esto es que la producción y la calidad óptimas se conseguirán en siembra directa con plantas que cada una sólo aporte una buena espiga. El ahijamiento tiene defectos, especialmente la desigualdad en la maduración de los granos lo que, según veremos más adelante, favorece las roturas en el molino. Por otra parte, el ahijamiento es una salvaguarda contra una mala germinación que

deje el terreno escasa e irregularmente cubierto de plantas.

Supongamos que vamos a tratar de obtener una variedad por el método genealógico y veamos qué tipo de problemas y decisiones se nos plantean. En todo

momento procuraremos subrayar que el sentido práctico y la economía de los recursos disponibles son tan importantes, para guiar la asignación de espacio, eliminación de material, etc, como la necesaria base científica.

Figura 1. Obtención de variedades por el Método Genealógico.



Podemos dividir el proceso en varias fases. La primera fase incluye la realización del cruzamiento y el cultivo de los granos obtenidos y se completa con la identificación de las plantas híbridas.

La elección de progenitores ya tiene implicaciones económicas, si cruzo dos variedades muy distintas, y en las que una de ellas se aleja bastante del tipo buscado, necesitaré manejar poblaciones más amplias dada la mayor frecuencia de plantas con características indeseables.

El arroz es una planta autógama y por tanto habrá que castrar la planta que va a hacer de progenitor femenino antes de polinizarla. Hay varios métodos desde el clásico de tijeras y pinzas, a la inmersión en agua caliente o el uso de un castrador de vacío diseñado por el IRRI que succiona las anteras y que es el que nosotros utilizamos. El momento en que se realice la castración es importante porque deberemos adelantarnos a la autofecundación de la planta madre.

Como la autofecundación se produce en un cierto porcentaje de casos, habrá que identificar las plantas que realmente son híbridas o perderíamos el tiempo cultivando como F2 granos de una variedad ya existente. La dificultad de esta identificación puede ser muy diferente dependiendo del progenitor que se utilice como madre. Supongamos que de las dos variedades que queremos cruzar una tiene ápice rojo y la otra ápice no pigmentado. Deberíamos coger ésta última como progenitor femenino porque así las plantas híbridas serán fácilmente identificables por tener el ápice rojo. De hacerlo al revés, todas tendrán el ápice rojo y habrá que buscar otras diferencias entre las plantas híbridas y las que proceden de la autofecundación de la variedad utilizada como madre.

Con el cultivo de la F2 entramos en una nueva fase, en la que ya nos encontramos con la necesidad de aplicar criterios de selección a nivel de planta y de empezar a aplicar un sistema de identificación, regis-

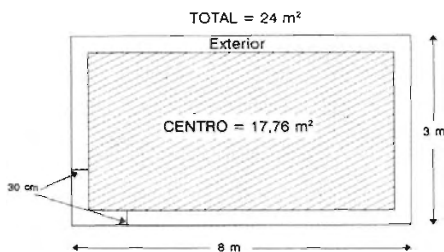
tro de datos y archivo del material seleccionado. Durante el curso describiremos los métodos de numeración de plantas y registro de datos seguidos en el Departamento del Arroz del I.V.I.A.

En la selección en las generaciones bajas, la clave es la heredabilidad del carácter seleccionado, así como si su expresión a nivel de planta individual es fiable. Por ejemplo, el tamaño de grano o la altura de planta pueden servir de base para una fuerte selección, en cambio, la producción de una planta no es un indicio claro de cual pueda ser la producción de una parcela cultivada con sus descendientes y por tanto no conviene como base prioritaria de eliminación.

En generaciones sucesivas, como consecuencia de la mayor homogeneidad de las descendencias de una planta, el énfasis de la valoración se va desplazando de la planta individual a la línea, sin dejar de ejercer dentro de cada línea la selección individual.

Una nueva fase se producirá cuando al alcanzar un cierto nivel de homogeneidad, por ejemplo, a partir de la F5, podamos empezar los ensayos de producción.

Figura 2. Distribución de la producción según la ubicación dentro de la parcela elemental



	EXTERIOR	CENTRO	TOTAL	Centro/Total
SEÑIA	12.978	10.614	11.228	95 %
LEDA	14.485	8.827	10.298	86 %
L-202	12.019	8.744	9.596	91 %

Debemos considerar dos aspectos de estos ensayos: En primer lugar debemos cuidar que el material ensayado se corresponda con el que se está conservando bajo selección. Supongamos que tenemos por ejemplo 20 plantas de una línea y elegimos 2 para el año siguiente y que, para tener semilla para un ensayo de campo necesitamos utilizar 10 plantas. En ese caso deberemos procurar no sólo incluir las 2 elegidas, reservando un poco de semilla por seguridad, sino elegir las otras 8 en función de su mayor parecido con las seleccionadas que serán las únicas que tendrán continuidad y por lo tanto las que deberían realmente evaluarse. En segundo lugar, cualquier ensayo mal realizado puede dar una información sesgada y llevar a graves errores de selección. Por ejemplo, al valorar los resultados de una parcela pequeña hay que tener presente que, al ser el arroz tan sensible al espacio extra disponible, los pasillos pueden hacer que la aparente producción por hectárea de la parcela sea mucho mayor de lo que sería en una parcela grande, así que, si no podemos permitirnos la complicación de recoger sólo el centro de la parcela, deberemos basarnos más en la comparación con el testigo que en las cifras absolutas.

El control crítico de las limitaciones de los ensayos corresponde a la estadística, que no debería verse como un conjunto de recetas a aplicar para realizar ensayos, sino como la demostración de lo fácilmente que cometeremos errores si no somos conscientes de la fuerte influencia que ejercen factores no controlados sobre los resultados de nuestros ensayos y el medio de controlar y valorar la fiabilidad de nuestros ensayos. Tener esto claro es especialmente importante cuando los medios disponibles no permiten la realización de abundantes repeticiones. A falta de ellas, deberemos dar a algunos de nuestros resultados un valor relativo, pendiente de confirmación, y tener una cierta prudencia en la eliminación de las líneas cuyos resultados no han sido completamente satisfactorios. Por otra parte, dicha

prudencia tiene el costo de demorar la reducción del material manejado lo que, dadas las limitaciones existentes, impide incorporar nuevos cruzamientos con poblaciones de tamaño adecuado. Así que, una vez más, será necesario tomar una decisión pragmática dictada por las posibilidades económicas.

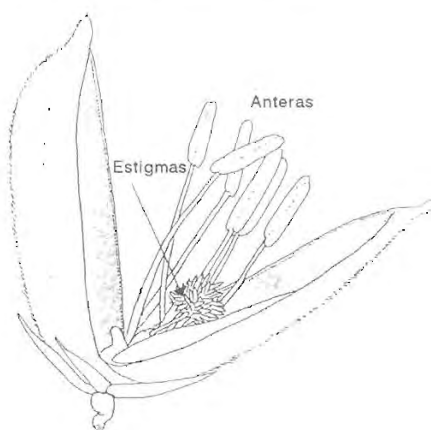
Otro aspecto que me parece necesario subrayar, en estas fases de evaluación del material, es que en trabajos de mejora no siempre se pueden aplicar los medios científicos y técnicos más perfectos disponibles. La gran cantidad de material a evaluar exige métodos rápidos no muy costosos y que no requieran muestras muy grandes dado que, a nivel planta, el material disponible es a veces muy limitado. Por tanto en mejora hay que conformarse muchas veces con métodos menos precisos. Estos métodos pueden ser eficaces si sirven para orientar la presión selectiva en la dirección adecuada, es decir, en definitiva, nos permiten aumentar las probabilidades de obtener variedades con las características buscadas, o parte de ellas, en un grado suficiente para resultar de interés práctico para el agricultor. Este carácter pragmático distingue en general al mejorador del genetista puro o del investigador de laboratorio.

Como un ejemplo claro de esta diferencia podemos considerar la evaluación de las roturas del grano de arroz en la elaboración industrial. Si cultivamos una parcela para evaluar la producción de una línea, la cosechamos cuando podemos y llevamos una muestra a un molino de laboratorio, el dato que obtengamos puede ser muy poco fiable. La influencia del clima y del momento de la recolección en la fragilidad del grano es muy grande y por tanto caben muchos errores si tomamos como base de decisión los resultados así obtenidos.

Las roturas provienen en su mayor parte del fisuramiento del grano previo a

su elaboración, fisuramiento que se produce cuando el grano, cuyo contenido de humedad ha bajado como parte de su proceso de maduración, vuelve a ganar humedad como resultado de las circunstancias ambientales. Esta recuperación de humedad se produce cuando la humedad ambiental supera a la humedad de equilibrio del grano. La humedad de equilibrio depende de la temperatura pero sobre todo del contenido de la humedad del grano. De modo que para un grano con un contenido de humedad del 20 % a una temperatura de 24°C, la humedad de equilibrio es del 94,5 % y por tanto raramente se darán circunstancias ambientales que le hagan recuperar humedad; cuando el contenido de humedad del grano haya bajado al 14 %, la humedad de equilibrio a esa misma temperatura será del 75 % con lo que el grano estará sometido a un ciclo diario de ganancia y pérdida de humedad según la humedad ambiente sea superior o inferior a la de equilibrio. Las ganancias de humedad originan fisuras que en el molino harán que el grano se rompa.

Figura 3. Floración de la espiguilla de arroz



Antesis: 1-2, 5 horas
 Espiga: 7-10 días para todos los granos
 Polen: 5 min. fuera de antera
 (sumergido 7 min. en agua a 43 °C pierde fertilidad)
 Autofecundación: Aprox. 99 %
 (Al abrir el grano o antes)

Debe además tenerse en cuenta que los distintos granos de una planta no maduran sincrónicamente, en especial si proceden de un fuerte ahijamiento que ha llevado a un espigado escalonado dado que el período de floración a maduración tiende a ser bastante constante para los distintos granos.

Por todo esto, el momento en que se recoja la muestra a evaluar será decisivo en relación con su rendimiento en granos enteros. Una expresión de las diferencias entre líneas y variedades requiere un trato por igual hasta donde sea posible, porque el clima no lo podemos controlar y afectará de manera distinta a las variedades según sean tempranas o tardías. No nos podemos extender en detallar las precauciones y complejidades que son necesarias para poder hacer una valoración de esa carácter en un trabajo de ciencia básica, digamos simplemente que incluyen, entre otros detalles, una recolección temprana, para evitar las diferencias debidas a los cambios climáticos que, como hemos visto, no afectan apenas al grano mientras su contenido de humedad es elevado, seguida de un secado artificial hasta un nivel prefijado. Después se someten las muestras a un stress controlado por rehumidificación seguido de un nuevo secado antes de proceder a la elaboración. En mejora, nos tendremos que conformar con una simplificación de esos métodos que mantenga una correlación aceptable con el método científico y que nos sirva para nuestros fines pragmáticos de eliminar las líneas frágiles e identificar las de buen rendimiento en granos enteros. Habrá que procurar que las líneas a comparar reciban un trato igual, pero no un trato óptimo, o todos los resultados sería buenos, ni tampoco exageradamente duro, o todas darían mal resultado, sino más bien lo que podríamos llamar una tortura controlada. En algunos países toman una muestra al madurar y otra una semana más tarde y se ve como ha afectado esta demora de la recolección a las roturas en molino.

Pero no nos basta con resolver del mejor modo posible el problema de la eva-

luación de líneas sino que aspiramos a poder valorar plantas individuales. Como no podemos destruir el material de mejora para valorarlo mejor, necesitaremos métodos aplicables a muestras muy pequeñas. Estos métodos serán menos perfectos que los que podrán realizarse en generaciones posteriores, cuando las líneas vayan siendo homogéneas, pero serán preferibles a no seleccionar por estas características hasta más adelante. Si no, nos encontraremos alguna vez con una línea excelente con el único y grave defecto de romper en exceso en la elaboración y entonces lamentaremos no haber explorado, varias generaciones antes, las diferencias que en este aspecto presentaban las plantas que en los demás caracteres podían considerarse como básicamente equivalentes.

Los métodos que nos permitan basarnos en muestras pequeñas pueden surgir de varios frentes. En primer lugar, podemos realizar una adaptación, imperfecta pero aceptablemente eficaz, de los métodos que usamos para muestras mayores. Un molino normal de laboratorio trabaja con muestras de 100 g, pero puede dar resultados aceptables con muestras de 20 g. Esto, por supuesto, lo hemos sometido antes de usarlo a un estudio estadístico para ver la fiabilidad de los resultados y su correlación con los de una muestra de tamaño normal. Si necesitamos usar muestras de sólo 5 g, que el molino no puede manejar correctamente, siempre es posible mezclar 5 g con 20 g de un tipo de grano completamente distinto y luego, una vez elaborado el conjunto, separar manualmente los granos enteros procedentes de los 5 g. Esto no nos permitirá estimar con precisión el porcentaje de enteros que produciría una muestra mayor, pero si nos sirve para comparar unas plantas con otras y elegir las que rompan menos con una base objetiva.

Otra solución al problema puede venir de la aparición de molinos especializados en la elaboración de muestras pequeñas que nos libere de recurrir al procedimien-

to de mezcla antes descrito. Molinos adecuados para elaborar muestras de 5 g. ya se fabrican en Japón.

Por último, la solución ideal podría venir del descubrimiento, por parte de los científicos que realizan investigación básica, de alguna correlación satisfactoria con otra característica física o química analizable por métodos rápidos de laboratorio que requieran poco material. ese día no parece estar tan cercano como deseáramos.

En resumen, esperamos haber dejado claro que, en su trabajo, el mejorador debe tomar constantemente decisiones prácticas para las que lógicamente desea basarse en ensayos y test objetivos cuya precisión y número tendrá que ajustar a los medios técnicos y económicos de que dispone. Dichos métodos deben permitirle observar el material en las mejores condiciones posibles, tanto de claridad de expresión de las cualidades buscadas como de condiciones equitativas para

todo el material evaluado. Sólo así podrá identificar las plantas y líneas que poseen dichas cualidades y a su vez, eliminar cuanto antes aquellas plantas en cuya descendencia es poco probable que dichas cualidades aparezcan, por lo que resultaría poco rentable asignarles un tiempo y un espacio que en la realidad siempre escasean.

La última fase de la mejora, que se superpone con la parte final de la evaluación, es la de comprobar la estabilidad genética de la líneas que consideramos dignas de ser difundidas y la preparación de las descripciones, que junto a semilla para los ensayos, debe acompañar a la solicitud del registro oficial de la variedad. Si, después de al menos dos años de ensayos, la variedad es legalmente aceptada entramos en la fase de difusión entre los agricultores, fase no exenta de dificultades y en la que no siempre una buena variedad encuentra la acogida que merece.

BIOTECNOLOGÍA DEL ARROZ

MARÍA JESÚS CORNEJO MARTÍN
Departamento de Biología Vegetal.
Universidad de Valencia.

1. INTRODUCCIÓN

Las técnicas de cultivo *in vitro* de células vegetales junto con los avances en Biología Molecular permiten actualmente desarrollar el potencial que ofrece la Biotecnología Vegetal. Este desarrollo se orienta a la producción de plantas con mejores características agronómicas o de mayor calidad nutritiva mediante sistemas que incrementarían la eficiencia de los programas de mejora genética convencional. Dentro de los avances alcanzados en este campo destaca la propagación clonal de plantas, el establecimiento de bancos de germoplasma, la rápida producción de plantas diplohaploides y de plantas transgénicas que contienen y expresan genes que confieren resistencia a herbicidas o a organismos patógenos.

A partir de la década de los 80, se han empezado a aplicar los resultados obtenidos en especies modelo tales como tomate o tabaco, a especies consideradas recalcitrantes por la dificultad que presenta su cultivo *in vitro*. Entre estas especies, se encuentran los cereales que, por su extraordinaria importancia agronómica, presentan mayor interés en Biotecnología Vegetal.

Seguidamente se resumen las aplicaciones biotecnológicas actuales del cultivo *in vitro* de células y tejidos de arroz así como la metodología básica utilizada.

2. MORFOGÉNESIS A PARTIR DE CÉLULAS SOMÁTICAS: APLICACIONES

El arroz fue el primer cereal que se consiguió regenerar *in vitro*. A partir de 1968 se diferenciaron plantas a partir de células somáticas indiferenciadas procedentes de semillas de variedades de arroz Japónica. Desde entonces, se han utilizado además de semillas diversos tejidos inmaduros de raíces, tallos y hojas para

inducir la formación de callos y posteriormente diferenciar plantas, generalmente mediante un proceso organogénico (Foto 1, a-c). La regeneración por embriogénesis es más limitada y suele ocurrir cuando se utilizan embriones inmaduros. A partir de 1983 se empezaron a publicar los primeros trabajos sobre regeneración *in vitro* de variedades Índica, para estas variedades se suelen utilizar como explantos primarios embriones inmaduros.

Los resultados obtenidos con las variedades Japónica e Índica utilizadas hasta el momento, indican que los requerimientos hormonales para promover la división celular y posterior diferenciación varían fuertemente en función del genotipo y del tipo de explanto utilizado. Por otra parte, investigaciones recientes muestran que la eficiencia de regeneración de plantas puede incrementarse al promover estrés hídrico o salino.

El establecimiento de suspensiones de células competentes para la regeneración de plantas, se ha aplicado desde hace aproximadamente diez años para la selección de variantes génicas con interés agronómico. La selección implica aplicar una fuerte presión de selección sobre la población celular mediante la adición al medio de cultivo de concentraciones tóxicas del agente de selección. Así, se han obtenido plantas de arroz resistentes a toxinas de *Helminthosporium oryzae*, tolerantes a la salinidad y con mayor contenido en lisina, uno de los aminoácidos limitantes de la síntesis proteica.

La variabilidad génica en líneas celulares suele incrementar durante el cultivo *in vitro* continuado, en este caso se denomina variación somaclonal, y también puede inducirse mediante tratamientos con mutagénicos físicos (radiaciones ultravioleta o gamma) o químicos (etilmetano sulfonato, azida de sodio y etil o metil nitrosourea).

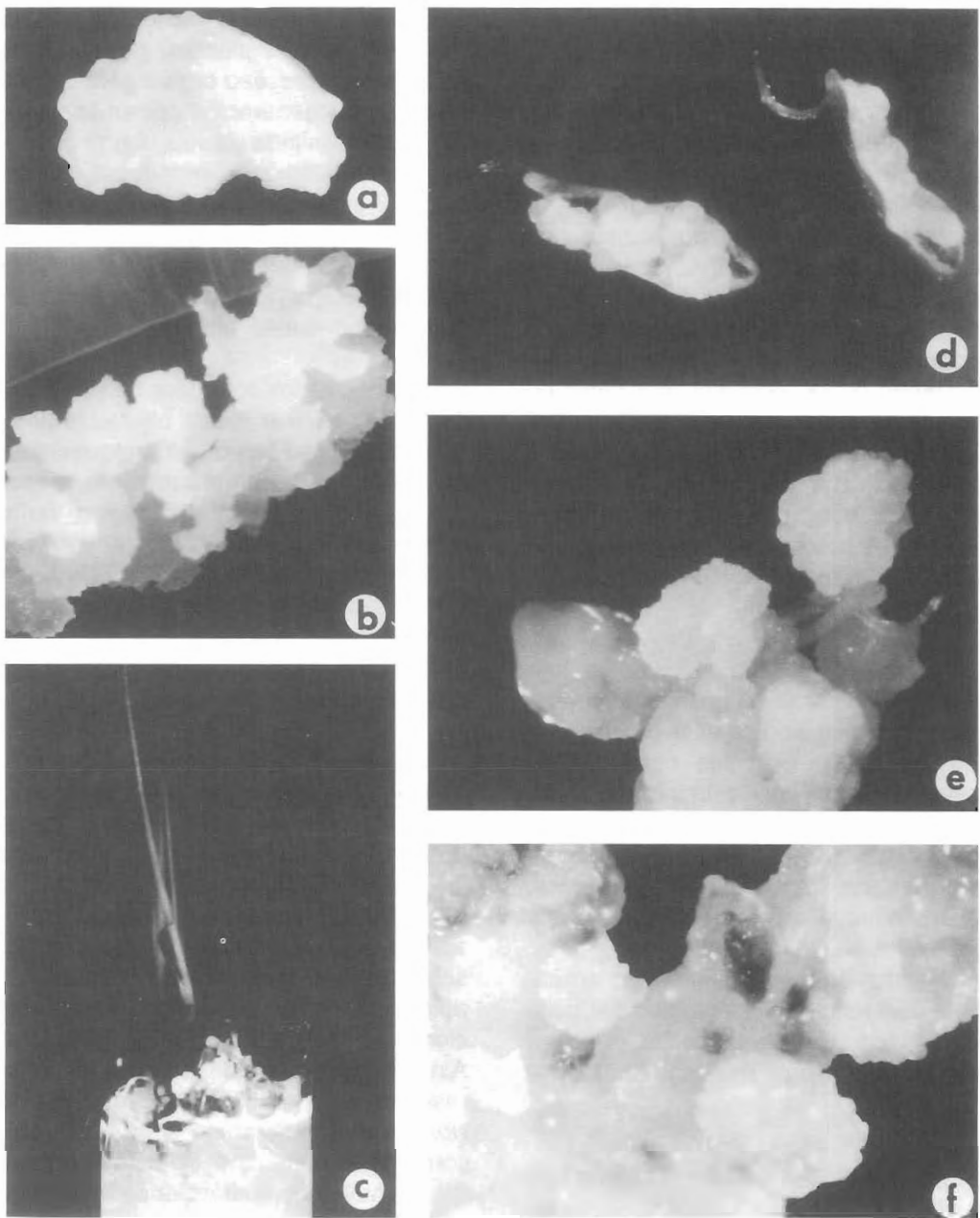


Foto 1. Morfogénesis a partir de células somáticas y gaméticas.

(a,b,c) Morfogénesis a partir de callos inducidos embriones maduros de arroz. **(a)** Callo de arroz inducido adicionando auxinas al medio de cultivo, **(b)** se inicia la diferenciación en un medio con citoquininas, **(c)** regenerándose una planta mediante organogénesis. **(d,e,f)** Morfogénesis a partir de granos inmaduros de polen. **(d)** Proliferaciones celulares inducidas con auxinas en microsporas contenidas en el tejido somático de dos anteras. **(e)** Masas embriogénicas obtenidas en el mismo medio de cultivo. **(f)** que inician la morfogénesis.

3. OBTENCIÓN DE HAPLOIDES

El cultivo de anteras es el sistema más eficiente para obtener plantas haploides. Los granos inmaduros de polen contenidos en anteras producen callos y algunas veces embrioides que, en las condiciones de cultivo adecuadas, pueden regenerar plantas haploides (Foto 1, d-f). Estas plantas se diploidizan espontáneamente o mediante aplicación de colchicina. La capacidad androgénica depende fundamentalmente de la variedad utilizada y del estado de desarrollo del polen.

La producción de plantas de arroz diplohaploides se ha utilizado ampliamente en programas de mejora genética, se han obtenido más de cien variedades de arroz resistentes a enfermedades causadas por diversos patógenos. La obtención de estas variedades tiene lugar durante períodos de dos a cinco años y se realiza por cultivo de anteras de plantas obtenidas a partir de cruzamientos previos. La utilización de líneas haploides incrementa la eficiencia de selección de caracteres de origen poligénico y facilita la detección de mutaciones recesivas. El cultivo *in vitro* continuado de líneas derivadas del cultivo de anteras origina variaciones génicas, en este caso denominadas gametoclonales, que también han originado nuevas variedades de arroz.

La utilización de microsporas aisladas presenta gran potencial para la inducción y selección de mutantes y para transformaciones génicas. Aunque en los últimos cinco años se han obtenido plantas por embriogénesis de microsporas de variedades Japónica e Índica, los cultivos de microsporas se han utilizado escasamente debido a la baja frecuencia de regeneración de plantas.

4. CRIOPRESERVACIÓN

La criopreservación permite el mantenimiento de muestras celulares en nitrógeno líquido, a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$. A esta temperatura se detiene el metabolismo celular y por tanto las muestras se mantienen inalteradas genéticamente. La eficiencia de la criopreservación depende de varios factores: actividad celular de la muestra, tratamiento con crioprotectores para minimizar la formación intracelular de hielo y los daños derivados de la desecación, disminución gradual de la temperatura y determinación de las condiciones de cultivo óptimas para la recuperación de las muestras después de la criopreservación (Fig. 1).

Los avances en biotecnología del arroz, que incluyen la inducción *in vitro* de variabilidad génica y la introducción de genes exógenos, requieren el uso de la criopreservación para el mantenimiento inalterado de líneas mutantes o de germoplasma transgénico. Durante los últimos diez años se han puesto a punto métodos de criopreservación de semillas, embriones, anteras y colonias celulares. Recientemente hemos demostrado que la criopreservación de callos de arroz no altera su capacidad de regeneración de plantas y que las células criopreservadas son una fuente excelente de protoplastos competentes para la transformación génica (Cornejo y col. 1995, *Plant Cell Reports* 14, 210-214. Fig. 1; Foto 2 a-b). Actualmente evaluamos la progenie de plantas procedentes de cultivos criopreservados y la relación entre estructura de las células criopreservadas y capacidad para la introducción y expresión de DNA exógeno (O. Moukadiri y M. J. Cornejo, MS en preparación).

Figura 1. Metodología para la criopreservación de callos de arroz.

CRIOPRESERVACIÓN

CONGELACIÓN

1. Transferir callos que estén creciendo activamente a viales que contienen la solución crioprotectora (CPS), diluida a 1/2 .

CPS	[sacarosa	2M
		glicerol	1M
		DMSO	1M
		prolina	0.09M

2. Equilibrar durante 15 minutos.
3. Sustituir la solución anterior por CPS sin diluir y equilibrar 15 minutos.
4. Pasar los viales a un baño criogénico mantenido a 4° C y enfriar 1° C/minuto hasta -30° C.
5. Almacenar los viales en nitrógeno líquido.

DESCONGELACIÓN

1. Situar los viales en un baño a 30°C durante 3 minutos.
2. Diluir gradualmente el CPS con medio de cultivo líquido.
3. Sustituir todo el sobrenadante por medio líquido.
4. Transferir las muestras a placas Petri que contiene medio solidificado con agarosa.
5. Incubar a 27° C y fotoperíodo de 16 horas.

Nota: Los dos procesos se realizan en hielo, si no se especifica otra temperatura.

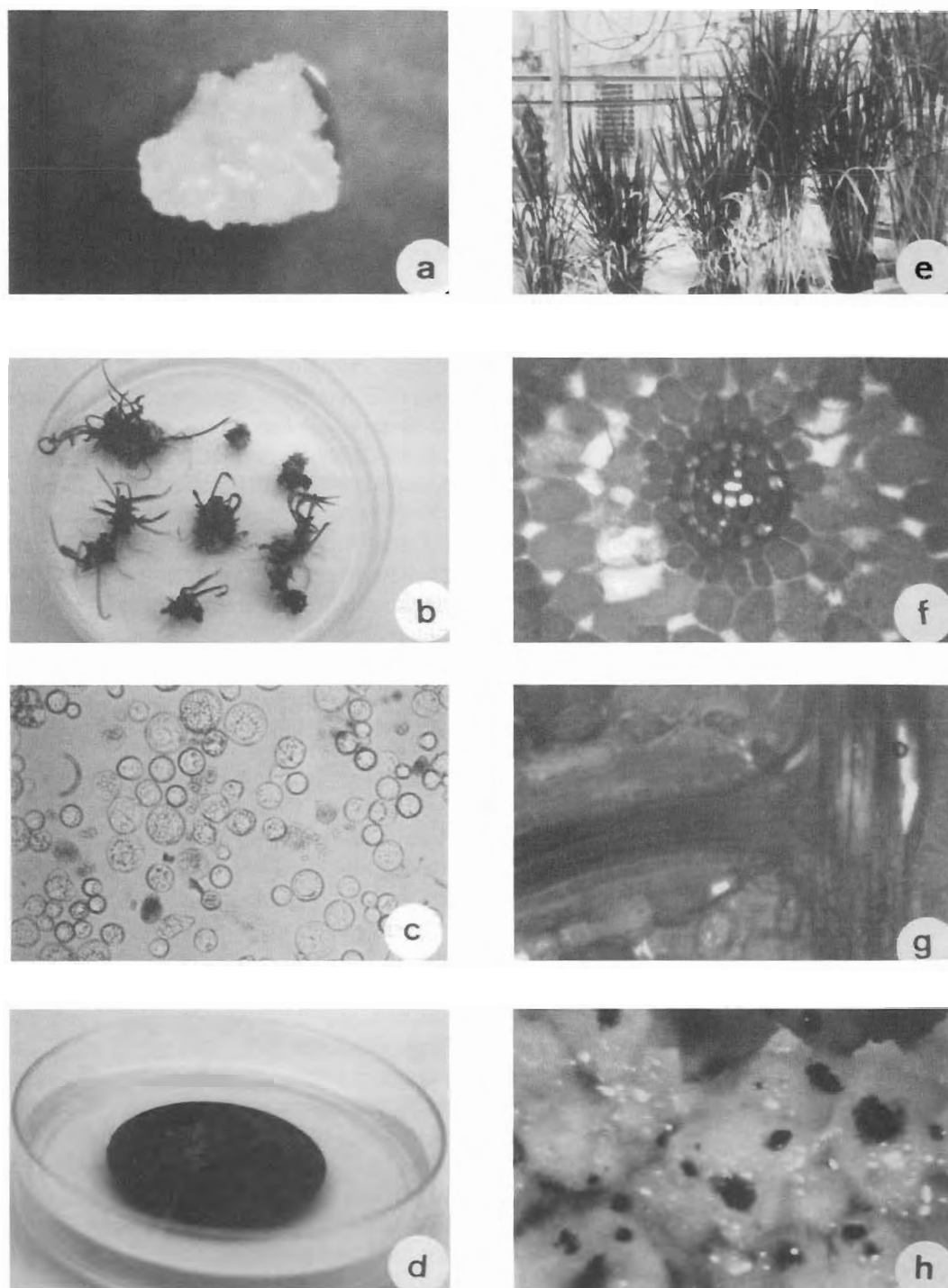


Foto 2. Criopreservación y transformación génica del arroz.

(a) Crecimiento de células de arroz (tejido amarillento) después de la criopreservación. Estas células tienen elevada competencia para la regeneración de plantas y la transformación génica. (b) Regeneración de plantas a partir de células criopreservadas. (c) Suspensión de protoplastos después de la transformación génica con PEG. Los protoplastos viables excluyen el colorante azul de Evans, mientras que los que han muerto aparecen teñidos de azul. (d) Colonias celulares derivadas de protoplastos transformados creciendo en un filtro situado sobre medio de selección. (e) Plantas transgénicas, obtenidas a partir de protoplastos, que expresan los genes *bar* y GUS bajo el control de un promotor de la ubiquitina. (f, g) Secciones transversal (f) y longitudinal (g) de la raíz de una planta transgénica, mostrando la emergencia una raíz lateral (g). El color azul indica la actividad de β -glucuronidasa (GUS) existente en todas las células. (h) Expresión transitoria del gen GUS en colonias celulares transformadas mediante la "pistola" de DNA

5. HIBRIDACIONES SOMÁTICAS

La hibridación entre células somáticas requiere el aislamiento de protoplastos mediante degradación enzimática de las paredes celulares, la fusión de protoplastos de diferentes especies o variedades mediante electrofusión o bien por tratamientos con polietilén glicol (PEG) y la posterior regeneración de plantas híbridas de origen somático. Las hibridaciones somáticas presentan un gran interés para la obtención de híbridos entre especies incompatibles sexualmente y para transferir la esterilidad citoplásmica masculina (CMS) a otras variedades de interés. Asimismo, las hibridaciones somáticas permiten la incorporación de orgánulos como mitocondrias o cloroplastos a protoplastos y proporcionan información básica sobre las causas de incompatibilidad núcleo/citoplásmica entre diferentes especies.

A partir de 1985 para variedades Japónica y de 1989 para variedades Índica, se han establecido los métodos de obtención de plantas fértiles a protoplastos de arroz. Con las condiciones de cultivo adecuadas, estos protoplastos pueden segregar la pared celular, dividirse y posteriormente diferenciar plantas. Este tipo de protoplastos generalmente se obtienen a partir de suspensiones celulares embriogénicas, aunque recientemente hemos obtenido plantas de arroz fértiles a partir de protoplastos aislados directamente de callos. La puesta a punto del cultivo de protoplastos de distintas variedades de arroz ha permitido, hace tres años, transferir CMS de una variedad Índica a 35 variedades de arroz Japónica por fusión de protoplastos.

6. OBTENCIÓN DE PLANTAS TRANSGÉNICAS

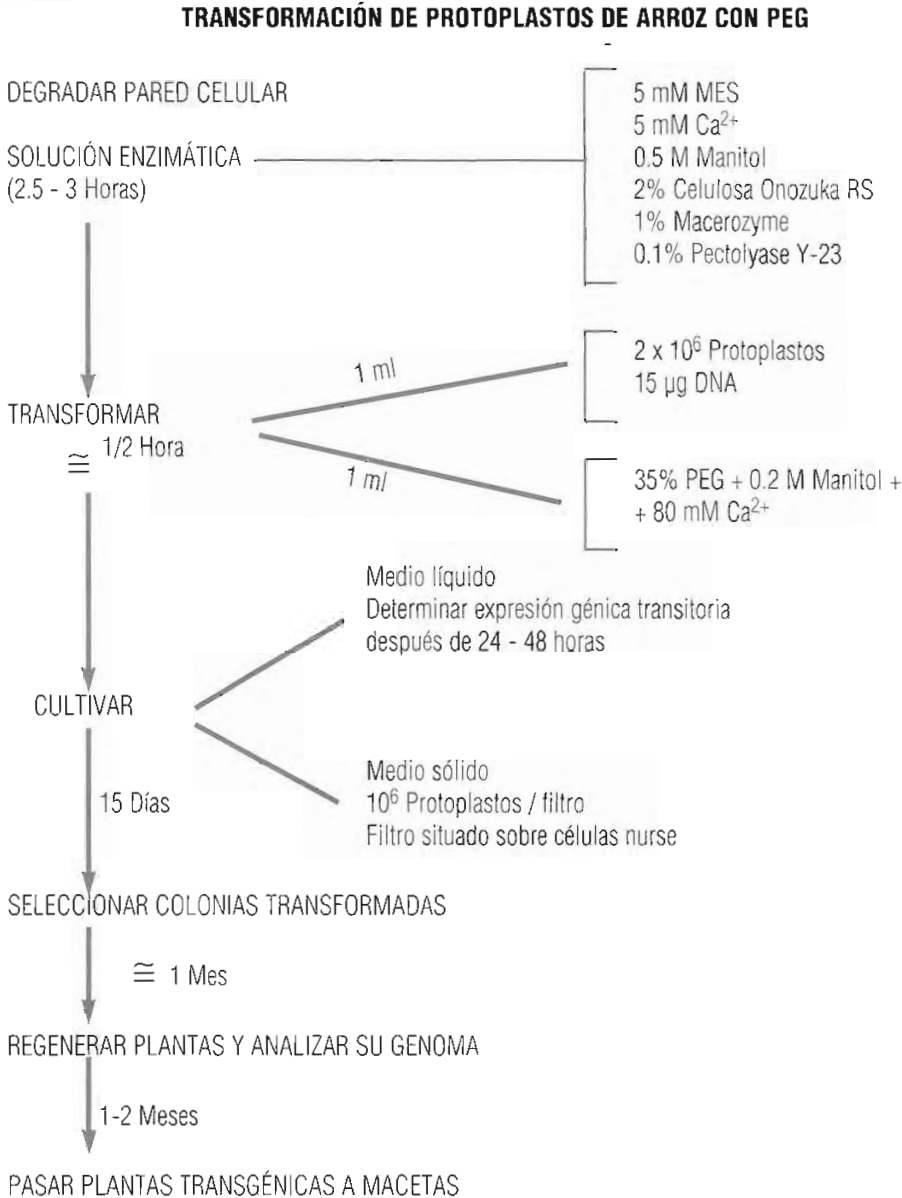
La transformación génica de plantas consiste en la introducción de genes ais-

lados de plantas, bacterias o animales en la célula vegetal y la posterior obtención de plantas transgénicas a partir de las colonias celulares transformadas establemente. El uso de plantas transgénicas permite introducir caracteres específicos e importantes agronómicamente tales como resistencia a determinados herbicidas, virus, insectos y hongos.

Hace siete años se obtuvieron los primeros cereales transgénicos (maíz y arroz). El retraso en la transformación génica de cereales con respecto a otras especies se deriva de las dificultades en la regeneración de plantas a partir de protoplastos y en la transformación estable mediante el sistema *Agrobacterium*-Plásmido Ti, que es método más utilizado para transformar plantas dicotiledóneas. De los cereales con mayor importancia agronómica, se han obtenido plantas transgénicas y fértiles de arroz, maíz, trigo y cebada.

Entre los sistemas ensayados para la transformación directa (no mediada por *Agrobacterium*) del arroz, tres de ellos han conducido a la obtención de plantas fértiles y transgénicas. La transformación con polietilén glicol (PEG), compuesto que estimula la endocitosis, consiste en añadir paulatinamente PEG a una suspensión de protoplastos que contiene DNA plásmido (Fig. 2; Foto 2 c-g). La electroporación consiste en la aplicación de pulsos eléctricos de alto voltaje a soluciones que contienen protoplastos y DNA plásmido (Fig. 3). Estos pulsos eléctricos producen transitoriamente poros en la membrana plasmática de los protoplastos por los que se introduce el DNA. Los dos métodos citados requieren la preparación de protoplastos competentes para la introducción y expresión del DNA exógeno así como para la posterior regeneración de plantas.

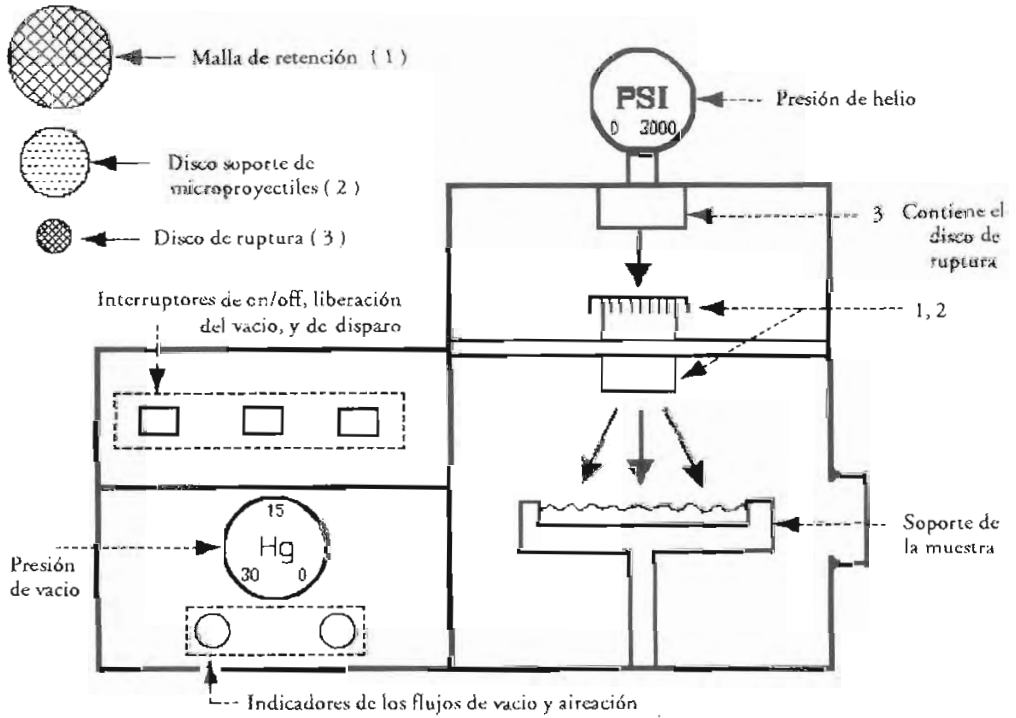
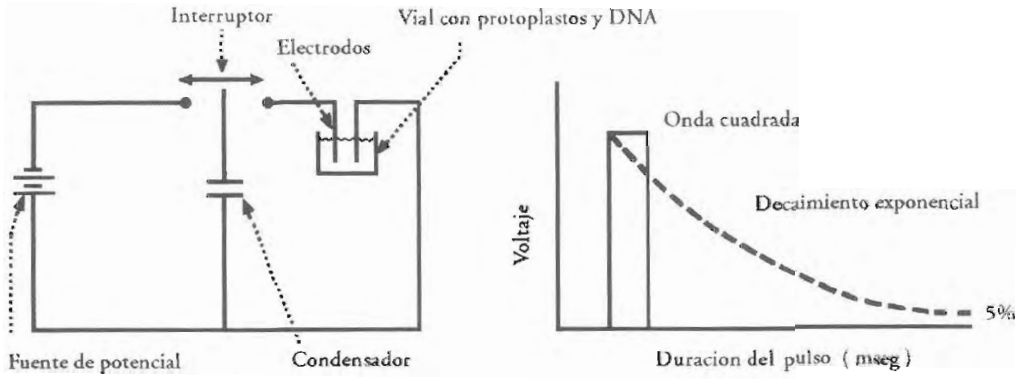
Figura 2. Metodología para la transformación génica de protoplastos con PEG.



El tercer sistema de transformación, empleado más recientemente, consiste en la utilización de partículas de oro o tungsteno cubiertas con DNA (denominadas "microproyectiles") que son aceleradas por helio y pueden atravesar las paredes celulares (Fig. 3). Este último método no requiere la preparación de protoplastos y permite la utilización de

diversos sistemas celulares o tisulares tales como suspensiones celulares, callos, embriones inmaduros y tejidos de diversos órganos (Foto 2 h). Las limitaciones que presenta la "pistola" de DNA se derivan de la falta de reproducibilidad de los resultados, que dificulta su utilización en estudios cuantitativos sobre regulación génica.

Figura 3. Diagramas del circuito básico de electroporación con los tipos de voltaje aplicables y de la "pistola" de DNA.



El nivel de expresión de los genes introducidos por transformación varía en los diferentes tejidos de la planta transgénica en función de los promotores utilizados, es decir, de las secuencias genéticas que regulan su expresión. Los promotores con mayor actividad en plantas transgénicas de arroz son el promotor de la actina y el de la ubiquitina. Este último promotor, cuya actividad hemos caracterizado (Cornejo y col. 1993. *Plant Mol. Biol.* 23, 567-581. Foto 2 d-g), se ha utilizado con posterioridad para la obtención de plantas transgénicas de trigo y de cebada.

Aunque en las primeras plantas transgénicas de arroz, se incorporaron sólo genes marcadores, tales como el gen que codifica β -glucoronidasa (GUS), en los últimos tres años hemos obtenido plantas transgénicas resistentes al herbicida fosfotricina, ingrediente activo de Basta y Finale (Cornejo y col. 1993, *Plant Mol. Biol.* 23, 567-581. Foto 2 d-e). Así mismo se han obtenido plantas resistentes a insectos, a virus transmitidos por insectos y a hongos.

El éxito de los importantes avances en biotecnología del arroz alcanzados en los últimos años, dependerá en el futuro de que la calidad agronómica de las plantas obtenidas sea comparable o superior a la de las variedades más ampliamente cultivadas y de la aceptación pública de los productos biotecnológicos.

7. AGRADECIMIENTOS

Las investigaciones que realizamos actualmente están financiadas por la DGICYT (Proyecto PB93-0689).

8. BIBLIOGRAFÍA

AMARJIT S., BASRA S., 1994. Mechanism of plant growth an improved productivity. *Modern approaches*. Marcel Dekker Inc. New York.

BAJAJ Y. P. S., 1991. *Biotechnology in agriculture and forestry: Rice*. Vol. 14. Springer-Verlag. Berlin.

CORNEJO M. J., PRIMO-MILLO E., 1984. Organogénesis en cultivos celulares diploides y haploides de arroz. *Comunicaciones del INIA, Serie Producción Vegetal* 58.

DRAPER J., SCOTT R., ARMITAGE P., WALDEN R., 1988. *Plant genetic transformation and gene expression: A laboratory manual*. Blackwell Scientific Publication, Oxford.

KHUSH G. S., TOENNIESSEN G. H., 1991. *Rice biotechnology*. *Biotechnology in agriculture*, Series No 6. CAB International. Wallingford.

MURRAY D.R., 1991. *Advanced methods in plant breeding and biotechnology*. *Biotechnology in Agriculture*, Series No 4. CAB International, Wallingford.

TERZI M., CELLA R., FALVIGNA A., 1995. *Current issues in plant molecular and cellular biology: Proceedings of the VIIIth International Congress on Plant Tissue and Cell Culture*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.

LA INDUSTRIA ARROCERA ACTUAL

CARLOS GONZÁLEZ GALLEGO
FRANCISCO ANAYA GÓMEZ
Arrocerías HERBA. Sevilla.

1. INTRODUCCIÓN

El arroz, aun siendo el alimento básico de una gran parte de la población mundial, es un gran desconocido en la cultura occidental, no en sus aspectos culinarios, pero sí en cuanto a su cultivo, elaboración industrial, conservación, etc. Nuestro propósito en este artículo es el de describir las etapas que llevan al grano hasta sus condiciones de consumo, en las que están implicadas numerosas operaciones de manipulación mecánica, que acaban configurando un complejo proceso industrial, muy alejado tecnológicamente de los antiguos molinos arroceros, de estructura artesanal.

2. LA MATERIA PRIMA

La materia prima de la que parte el proceso industrial es el grano de arroz cáscara, o "paddy" en la terminología anglosajona. Este grano es una carióspside monocotiledónea envuelta en dos glumillas no dehiscentes que llamamos cascarilla. Al grano, una vez desprovisto de la cascarilla, se le llama en la industria "arroz cargo", o en terminología inglesa "brown rice" y, como decimos, es una carióspside formada por los tegumentos seminales que forman el pericarpio, por una capa de aleurona, por el endospermo o albumen, rico en almidón y otras sustancias de reserva, y por el embrión o germen.

Botánicamente la planta de arroz es una gramínea herbácea, perteneciente al género *Oryza*, de tallo erecto, ciclo anual, inflorescencia en panícula apical, con flores pediceladas, desnudas y hermafroditas. Las variedades cultivadas pertenecen a la especie *Oryza sativa* L., de la que debieron derivar las subespecies "japónica" e "índica".

Atendiendo al tamaño y la forma del grano (arroz blanco), podría hacerse la siguiente clasificación simplificada:

- Grano redondo: Cuando el 90% de los granos enteros tienen una longitud

inferior a 5'2 mm. y la relación longitud/diámetro es inferior a 2.

- Grano medio: Cuando el 80% de los granos enteros tienen una longitud comprendida entre 5'2 y 6 mm. y la relación longitud/diámetro está entre los límites de 2 y 3.

- Grano largo: Cuando el 80% de los granos enteros tienen una longitud superior a los 6 mm. y la relación longitud/diámetro es mayor que 3.

En relación al aspecto, éste puede ser traslúcido o "cristalino", a causa de una estructura compacta del endospermo o, en el extremo opuesto, "harinoso", debido a un endospermo de estructura lagunar y amorfa. Hay situaciones intermedias en las que el grano es cristalino en su periferia y presenta una zona central blanca lechosa, que da origen a las denominaciones "perlado" o de "panza blanca". La situación límite, en la que por una deficiencia en la maduración, el grano es pequeño, deforme y blanquecino en toda su extensión, éste recibe la denominación de "yesoso". Por último, aunque sin pretender agotar el tema, digamos que hay granos "verdes" o "inmaduros", "picados", "manchados", etc., debido a daños en el proceso de maduración por condiciones meteorológicas adversas, ataques parasitarios, u otras múltiples causas.

Otro aspecto a resaltar, en este recorrido rápido por lo que hemos dado en llamar la materia prima de la industria arrocerca, es la peculiaridad del cultivo de este cereal. En efecto, siendo una especie originaria de áreas tropicales y subtropicales, su cultivo en la Europa mediterránea sólo es posible mediante riegos de inundación, buscando la protección climática de la planta, en sus fases más delicadas, mediante la propiedad termorreguladora de la masa de agua de riego. De ello resulta que la recolección se efectúe cuando el grano, aunque maduro, todavía conserva una humedad alta (hasta un 30%), y que en la trilla se arrastre gran cantidad de materia vegetal húmeda (tallos pedúnculos, hojas, etc.) y partículas de tierra fangosa. Ello obliga al agri-

cultor a la limpieza y secado de la cosecha, como condiciones previas al almacenamiento del grano. Para completar las referencias terminológicas, llamaremos al arroz recién cosechado "arroz cáscara verde", en contraposición al que reúne condiciones adecuadas de limpieza y secado, al que denominamos "arroz cáscara seco".

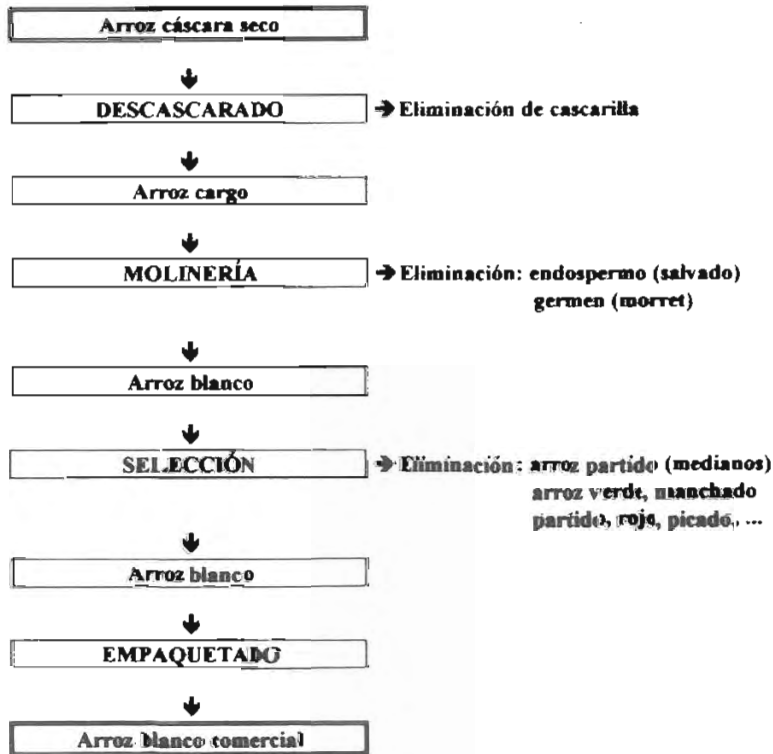
rado, apto para el consumo humano, al que llamamos "arroz blanco". Digamos como inciso que el "arroz cargo" al que nos hemos referido en el apartado anterior también puede ser consumido por el hombre y de hecho constituye el alimento básico y casi único de grandes masas de población subdesarrollada; es a su vez el arroz demandado por una minoría naturalista bajo la denominación de "arroz integral".

3. EL PRODUCTO FINAL

Nos vamos a permitir dar un acrobático salto para pasar a tratar, aunque sólo sea de forma sucinta, del producto final de la industria arrocera. Se trata del arroz elabo-

Salvando estas notables excepciones, la forma general de consumir el arroz es en su elaboración como arroz blanco o "white rice". Para llegar a esta situación han sido necesarios entre otros los siguientes pasos:

Figura 1. Esquema del proceso de elaboración del arroz



Como consecuencia de este proceso se han generado, a partir del “arroz cáscara”, un producto final, “arroz blanco”, y unos subproductos en las siguientes proporciones medias porcentuales:

Grano redondo	Grano largo	
Arroz cáscara	100%	100%
Arroz blanco	59%	55%
Cascarilla	20%	20%
Salvado	9%	9%
Medianos gruesos	4%	6%
Medianos finos	5%	6%
Morret	1%	1%
Verdes, picados, manchados, rojos	2%	3%

4. LOS SUBPRODUCTOS

Del examen del cuadro anterior cabe deducir la importancia de una buena gestión de los subproductos, en tanto que representan, en términos generales, más del 40% del volumen global de la materia prima. Nos referiremos brevemente a cada uno de ellos:

4.1. CASCARILLA

Aparece como una masa fibrosa, de color amarillento, seca y poco absorbente de la humedad, de muy baja densidad aparente (100 kg./m³) y muy abrasiva (dureza 6 en la escala de Mohs). Su poder calorífico es del orden de las 3.300 kcal/kg y de su combustión resulta un 20% de cenizas con densidad aparente también muy baja (100-150 kg/m³), constituidas fundamentalmente por SiO₂ en más de un 90%. Este poder calorífico deriva de la composición de la cascarilla, formada por un 50% de celulosa, un 40% de lignina y otros carbohidratos.

Son múltiples los usos que pueden darse a la cascarilla y sus derivados, tanto en los sectores agrícola o industrial: combustible, piensos, fertilizantes, camas

para ganado, aislantes, abrasivos, aditivos, construcción, etc...

4.2. SALVADO

Se trata de un producto harinoso procedente del blanqueo del arroz mediante su fricción con una muela de esmeril. Está formado por el tegumento pericárdico del grano, rico en sustancias proteicas, grasa y vitaminas del grupo B. De aquí el interés de su empleo en la fabricación de piensos y en la industria farmacéutica.

4.3. MEDIANOS

El grano de arroz es de una gran fragilidad, tendiendo a fragmentarse cuando es sometido a esfuerzos o golpeado durante la elaboración. Esta tendencia a partirse es más acusada en las variedades de grano largo y viene condicionada por factores medioambientales en las fases de maduración y durante las operaciones de secado y elaboración.

Aunque el arroz partido posee las mismas propiedades alimenticias que los granos enteros, la legislación de los países occidentales sólo permite la presencia de granos partidos en porcentajes muy pequeños. Los granos rotos han de separarse y destinarse a otros usos alternativos, entre los que figuran las comidas para animales domésticos, la elaboración de cervezas o la obtención de harinas y sémolas.

4.4. GRANOS DEFECTUOSOS

Los granos que presentan diferentes defectos, yesosos, picados, manchados, rojos, etc. y que son rechazados en las diferentes fases del proceso de elaboración, tienen un aprovechamiento secundario generalmente basado en que su poder nutritivo no difiere sensiblemente del de un arroz sano, por lo que resultan perfectamente aptos como materia prima para la fabricación de piensos compuestos.

5. EL PROCESO INDUSTRIAL

Todo proceso industrial tiene como objeto la obtención de un producto final, apto para el consumo, a partir de una determinada materia prima, por los procedimientos más eficientes. En los apartados precedentes hemos pasado revista a las peculiaridades de los productos inicial y final y de los subproductos que se van generando en el proceso, a fin de justificar la necesidad de todas y cada una de las operaciones que constituyen el protocolo de la elaboración del arroz, de acuerdo con la tecnología actualmente en vigor.

5.1. RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS

Para iniciar con buen pie el proceso de fabricación, es primordial un riguroso control de la materia prima que se recibe, a fin de conocer sus cualidades y decidir las condiciones particulares de su tratamiento industrial. En el departamento de recepción se practican análisis y pruebas de rendimiento con los adecuados equipos de laboratorio y se dictamina acerca de su calidad.

Aunque las condiciones de compra siempre son para partidas de arroces secos y limpios, a veces resulta conveniente repetir las operaciones de limpieza y secado. La limpieza se efectúa con máquinas de cribado combinadas con una potente aspiración; con la aspiración se pretende la descompresión de la masa de grano y la absorción de las partículas ligeras de paja, polvo, etc. y con los dos paños de cribado la eliminación de cuerpos extraños de grandes dimensiones (tamices que dejan pasar el arroz) y la de partículas finas (tamices que no permiten el paso del grano). El secado tiene por objeto reducir la humedad del grano a valores del orden del 14%; este se realiza mediante aire caliente, cuya temperatura no debe ser superior a 55°C a fin de evitar que el grano sufra una desecación rápida y un fuerte gradiente térmico, puesto que ambos factores inciden directamente sobre su fragilidad; es por ello por lo que el secado debe hacerse siempre en

dos o más etapas y con períodos de reposo intermedios.

Tras el secado del grano se procede a su almacenamiento en silos, en los que se debe efectuar un control diario de la temperatura para prevenir que un foco húmedo accidental dé origen a procesos fermentativos que lo deterioren, manchándolo con una tonalidad amarillenta.

5.2. PRIMERA ETAPA. EL DESCASCARADO

El descascarado del arroz se lleva a cabo mediante máquinas que disponen de dos rodillos de caucho dispuestos en paralelo y tangentes entre sí, que giran en sentidos contrarios y entre los que se fuerza el flujo del arroz cáscara, sometiendo a una presión regulable. Este efecto de "trillado" se combina con una aspiración que separa el grano descascarado de la cascarilla y los evacúa por salidas separadas.

A continuación el arroz descascarado se somete a un proceso de selección en máquinas "separadoras de paddy", en las que el grano bien descascarado se separa de aquellos que han escapado con la cascarilla. Los "separadores de paddy" basan su funcionamiento en los diferentes pesos específicos del arroz cáscara (0'6 Tm/m³) y del arroz cargo (0'8 Tm/m³), que permite que una capa delgada de grano extendida sobre un plano ligeramente inclinado y sometido a un movimiento de vaivén, desvíe los granos más ligeros a un extremo del plano y los más pesados al opuesto, evacuándolos por salidas diferentes. El arroz cáscara retorna al comienzo del proceso, generalmente a una descascaradora cuyos rodillos se habrán regulado a una presión superior.

5.3. SEGUNDA ETAPA. LA MOLIENDA

La molienda tiene como objetivo la eliminación del tegumento seminal externo, el germen y la capa de aleurona, dejando el grano exclusivamente reducido al endospermo. Dicho proceso se lleva a

cabo mediante cuatro pases sucesivos de máquinas. Los dos primeros pases se efectúan con las máquinas “blanqueadoras”, mediante la fricción del grano con una pieza rotativa revestida de un material abrasivo de una determinada granulometría y dureza. Los dos pases siguientes tienen por misión satinar la superficie externa del grano blanqueado, suavizando las aristas vivas que se les ha originado por el rozamiento con el material abrasivo de los pases precedentes. Estas máquinas son conocidas como “pulidoras” por la operación que realizan. El salvado y el germen separado del grano en cada pasada se va extrayendo de las máquinas neumáticamente.

La aparente sencillez de estas operaciones se complica en la práctica por la necesidad de regular cada máquina de forma precisa, hasta lograr que la evolución del grano desde la fase “carga” a la de “blanco” sea paulatina y uniforme, sin que se produzcan brusquedades y sobreesfuerzos que originarían un notable incremento de los granos partidos o una elaboración deficiente. Esta regulación precisa, que hasta hoy ha dependido en gran medida del “ojo clínico” de los molineros, está pasando a ser controlada de manera automática mediante operadores electrónicos que detectan permanentemente el grado de blancura adquirida por el arroz y ordenan aquellos ajustes necesarios para equipararla a la preseleccionada por el molinero.

5.4. TERCERA ETAPA. LA SELECCIÓN DEL GRANO

La calidad de una partida de arroz viene condicionada fundamentalmente por la uniformidad de los granos, resultando inadmisibles la presencia de partículas y semillas extrañas, arroces de tipo diferente, granos verdes, partidos, picados, manchados, teñidos, no descascarados o mal blanqueados, etc. Por ello resulta imprescindible disponer de un buen equipo de máquinas especializadas en la eliminación de todas y cada una de estas “impurezas”.

La eliminación de los granos verdes y otras partículas finas de diámetro menor al del grano standard, se consigue mediante calibradores rotativos de ranuras longitudinales de la anchura conveniente.

Para suprimir los arroces partidos se utilizan desmedianadores de alvéolos o “trieurs” rotativos, basados en que con alvéolos de diámetro inferior a la longitud del grano standard, sólo los granos fragmentados quedan ocluidos en ellos, lográndose así su separación del flujo de arroz normal.

Las piedras y otras partículas pesadas son eliminadas por máquinas deschinadoras (distoners), que basan su acción en el principio de las mesas densimétricas: el grano se extiende sobre una mesa perforada, ligeramente inclinada, sometida a un movimiento vibratorio y atravesada por una corriente de aire que mantiene a los granos en flotación, haciendo que las partículas más pesadas se concentren en un determinado punto del plano, desde donde son eliminadas.

Los granos con coloración diferente al blanco “standard”, tales como picados, manchados, rojos, etc., pueden ser descartados con el concurso de máquinas seleccionadoras ópticas. En esencia su funcionamiento está basado en que haciendo pasar la masa de grano en una lámina delgada, unos detectores comprueban la coloración de cada uno de ellos, siendo desechados aquellos de coloración anormal, mediante un impulso instantáneo de aire comprimido.

Por último se procede a la eliminación de las partículas metálicas que pueden contaminar el arroz. Las partículas férricas son fácilmente capturadas mediante detectores magnéticos. Para eliminar de un flujo continuo de arroz los metales no férricos (aluminio, cobre, bronce, etc.), es preciso recurrir a detectores electrónicos más complejos, que en lugar de atrapar las partículas contaminantes, las proyecta fuera del flujo de grano, abriendo una vía

de salida en el instante en que pasa por ella un elemento metálico.

pero también se utilizan otros muchos tipos de agrupación.

5.5. ÚLTIMA ETAPA. EL EMPAQUETADO

En principio el proceso de empaquetado podría considerarse independiente del de molinería. Sin embargo, en nuestro afán de presentar ante el lector el amplio abanico de posibilidades de todo orden que ofrece la industria arrocera a científicos e ingenieros de muy diversas especialidades, y animarlos al estudio y desarrollo de nuevas tecnologías, pasaremos revista, aunque de forma concisa, a sus aspectos más relevantes:

A) El producto: El producto a empaquetar, el arroz, será condicionante de los procedimientos a utilizar en la fase de empaquetado. A tal efecto, se trata de un producto alimenticio, destinado al consumo humano, que requiere un proceso de cocción previo a su ingestión; se trata de un producto natural, sin aditivos, conservantes o colorantes; es una materia sólida, granular, seca, no adherente, poco grasa, poco higroscópica y no perecedera en condiciones de ambiente fresco y seco.

B) Los formatos. El empaquetado abarca una amplia gama de formatos: sacos de rafia o yute de 50 kg, sacos de polietileno de 5 kg, bolsas de polietileno o polipropileno de 1 kg, y 1/2 kg, paquetes compactos de este último material en tamaño de 1 kg, y estuches de cartón de 1 kg y 1/2 kg. Toda esta gama de formatos debe ser aplicada a diferentes variedades o marcas comerciales, lo que redundará en una multiplicidad de presentaciones e implica a las industrias proveedoras de material de envase y embalaje, serígrafos, maquetistas, publicistas, etc.

C) Las agrupaciones. Los paquetes y estuches deben ser almacenados y distribuidos a clientes, por lo que son necesarias agrupaciones que faciliten estas operaciones. La más usual es agrupar los estuches o paquetes en cajas de 20 kg, que a su vez se disponen sobre palets,

D) El almacenamiento. La logística de la planificación y manejo de los almacenes se está imponiendo como materia del máximo interés ante la importancia de controlar los costos y de administrar el espacio disponible.

E) Los controles. Todos los controles que se efectúan a lo largo del proceso de elaboración, se encaminan a garantizar la calidad del producto final, a partir de la eficiencia de cada operación concreta. Los controles que se efectúan en la fase de empaquetado, inciden de forma directa sobre aspectos eminentemente comerciales: peso exacto, calidad de la serigrafía, calidad del pegado o soldado de estuches y paquetes, deformaciones, roturas, manchas, etc. Para garantizar el peso exacto, las líneas de empaquetado disponen de controladores electrónicos que determinan el peso de cada paquete y corrigen los volúmenes de los vasos de las llenadoras, a la vez que ordenan el rechazo de los paquetes deficientes y acumulan la información estadística de la producción, emitiendo el correspondiente listado de los resultados. Otro control automático es el de la no presencia de materiales metálicos (ferrícos y no ferrícos) y el rechazo de los paquetes o estuches contaminados.

F) La fumigación. Para prevenir el riesgo de que, a consecuencia de unas inadecuadas condiciones de conservación del arroz empaquetado, puedan proliferar en él los insectos parásitos, es necesario fumigar la partida de arroz que va a ser envasada.

6. ARROCES ESPECIALES

No quisiéramos terminar este repaso general de la industria arrocera actual, sin hacer una mínima referencia a dos elaboraciones de arroz cada vez más ampliamente difundidas:

A) Arroz “parboiled”. Este tipo de arroz se obtiene mediante tratamiento hidrotérmico del arroz cáscara. Seguidamente se elabora en forma análoga al arroz blanco, consiguiéndose un grano ambarino, vítreo, menos quebradizo durante su elaboración y que no se “pasa” tras la cocción. En España se comercializa bajo la denominación “Vaporizado”, en

referencia a la modificación del arroz cáscara por tratamiento con vapor.

B) Arroz “Quick”. Determinados tratamientos hidrotérmicos producen en los granos de arroz blanco ciertos cambios estructurales que acortan los tiempos de cocción hasta reducir éstos a tan sólo 5 ó 6 minutos.

II.

ECONOMÍA Y SOCIOLOGÍA

ÍNDICE PONENCIAS

	Página
1.- La economía mundial del arroz	E. Wailles 249
2.- Ventajas regionales y economías de tamaño en la producción de arroz en España	C. Herruzo 259
3.- El cultivo de arroz en Andalucía, estructuras productivas	L. Navarro269
4.- Problemas tecnológicos del arroz y prioridades de investigación	C. Herruzo.....287
5.- Economías dependientes de la producción de arroz en las marismas del Guadalquivir. Incidencias de la sequía en los sectores dependientes y en los agricultores arroceros	L. Navarro303
6.- El comercio exterior de España: arroz	M.J. Fernández325
7.-Competitividad del sector industrial arrocero y la distribución	J. Briz 345
8.- El consumo de arroz en España	J.L. López 357
9.- El consumo de arroz en Andalucía	L. Navarro371
10.- Una aproximación a la realidad de la cooperación agraria española	J. Domingo.....393
11.-Las cooperativas arroceras en la provincia de Sevilla	V. Cebolla421
12.- Las cooperativas arroceras del delta del Ebro	B. Arce427
13.- Impacto de la tecnologías arroceras en el Medio Ambiente y la Salud	F. Palis 437
14.- Impacto medio-ambiental del cultivo del arroz sevillano	L. del Moral457

LA ECONOMÍA MUNDIAL DEL ARROZ

ERIC J. WAILES

*Departamento de Economía Agraria y
Sociología rural.
Universidad de Arkansas.
Fayetteville, Arkansas*

LA ECONOMÍA MUNDIAL DEL ARROZ

El arroz ocupa un lugar primordial en la oferta mundial de cereales. Los cereales constituyen una partida muy importante en el sistema alimentario global, ya que todos ellos en su conjunto representan el 52% de la oferta de alimentación en el mundo y en torno al 65% de la dieta asiática. Las cifras equivalentes al arroz son del 22,8% y 36% de las ofertas alimentarias mundial y asiática respectivamente. En los últimos treinta años el consumo mundial de arroz se ha duplicado, pasando de 250 millones de Tm. en 1964 a más de 500 millones de Tm. en 1994.

El trigo, el segundo cereal en importancia después del arroz, representa el 20% de la oferta mundial de alimentos en base al consumo calórico. Su consumo mundial pasó de la 225 millones de Tm. en 1964 a 450 millones en 1994.

La producción de arroz en Asia representó en 1994 el 90,7% de la producción mundial de arroz. América del Sur produjo el 3,3%, África el 2,2% América del Norte el 1,8% y otros países incluyendo a Europa, la antigua Unión Soviética, Oriente Medio, América Central/Caribe y Oceanía el 1,9% . Los principales países pro-

ductores en 1994 fueron China (36%), India (21%) e Indonesia (8%). Estos países citados anteriormente producen y consumen el 65% de las producciones mundiales.

SUPERFICIES CULTIVADAS

En lo que respecta a la superficie mundial cultivada de cereales, ésta representa el 27% de la superficie agrícola útil, representando el trigo el 16% y el arroz el 11%. Las producciones mundiales de trigo son algo mayores que las correspondientes de arroz cáscara.

Los países desarrollados cultivan el 54% de la superficie de trigo mundial, cosechando el 56%. Por el contrario, refiriéndonos al cultivo de arroz, estas cifras se transforman en un 3% y un 5% respectivamente de la superficie de cultivo y producción. Esto significa que casi todo el arroz es producido y consumido en los países en desarrollo.

El continente asiático dispone del 89,4% de la superficie mundial cultivada de arroz. Este porcentaje ha disminuido en los últimos 35 años ya que en 1960 representaba el 92,7%.

Figura 1. Consumo humano de Arroz y Trigo al nivel mundial, 1960-94.

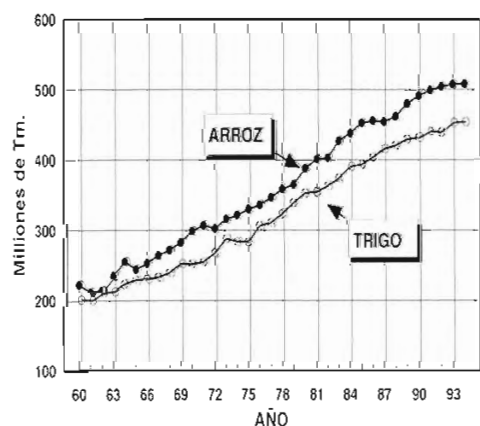
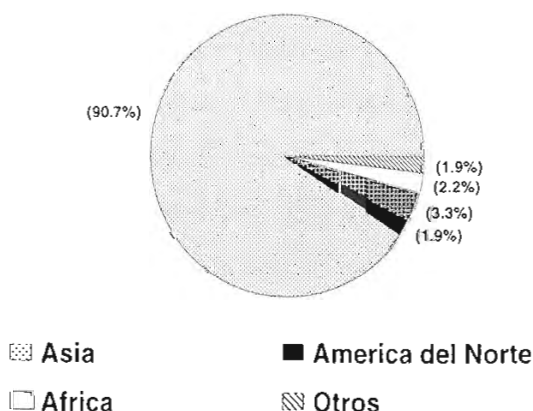


Figura 2. Los mayores países productores de arroz, 1994 porcentaje de la producción mundial.



La superficie mundial cultivada de arroz ha crecido entre 1960 y 1994 un 0,54% anual, siendo esta tasa anual de crecimiento del 0,44% para los países asiáticos y del 1,7% para el resto del mundo. Sin embargo, durante los últimos 5 años, entre 1990 y 1994, la superficie cultivada en Asia ha disminuido a una media de 0,4% anual mientras que la del resto del mundo ha continuado creciendo a una media de 1,34% anual.

Las producciones medias mundiales han estado siempre muy próximas a las asiáticas, debido a su dominancia en cuanto a la superficie cultivada. Ambas, han aumentado en los últimos 5 años un 4,41% y un 2,05% respectivamente. Las

producciones medias son mucho más altas que las asiáticas en Norte América, Europa/Mediterráneo y Australia y más bajas en África y América del Sur.

La producción continúa estando concentrada en Asia, aunque las proporciones marginales han ido disminuyendo durante los últimos 35 años pasando desde un 93% a menos de un 91% de la producción mundial en este período. El incremento de la producción futura requerirá que las producciones provengan de tierras con alta productividad, dado que los factores como la intensificación del cultivo y la puesta en cultivo de nuevas extensiones no es previsible que suceda en cultivos como el arroz.

Figura 3. Tendencias mundiales en Área cultivada por región, 1960-1994.

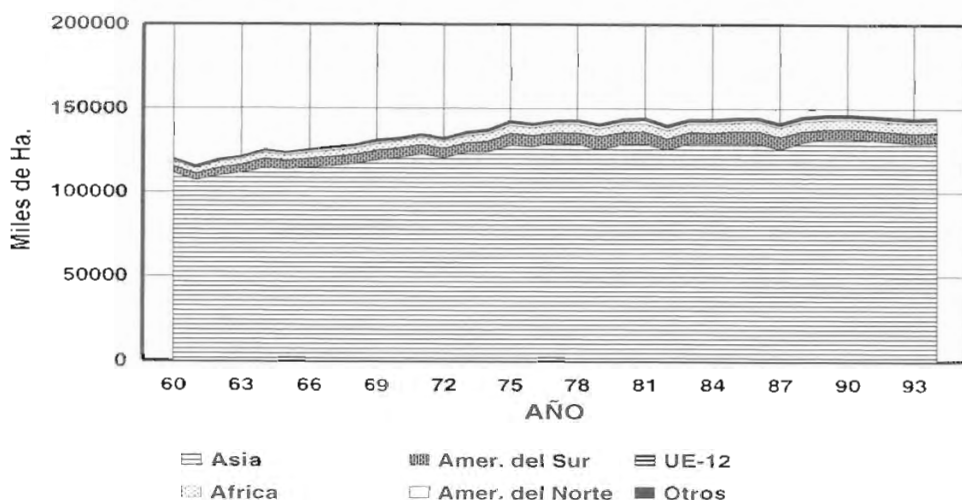


Figura 4. Tendencias mundiales de producción arroceras por región, 1960-1994.

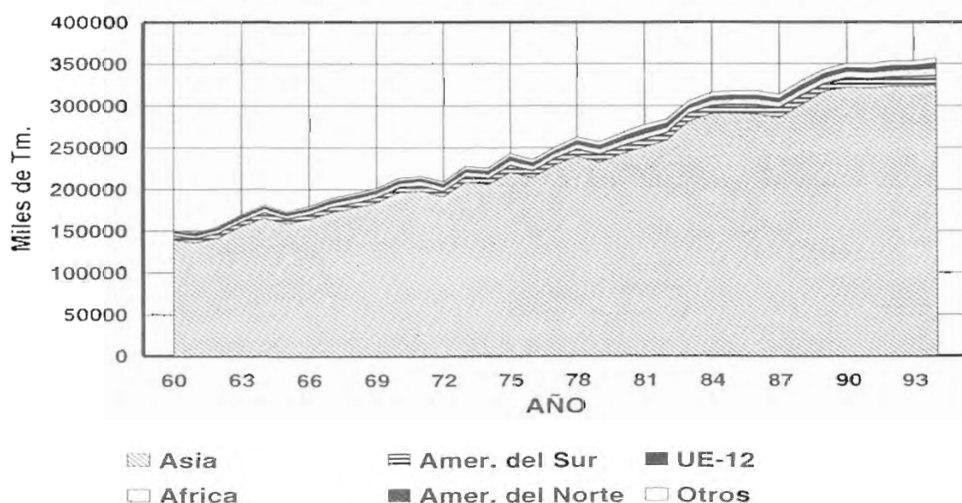
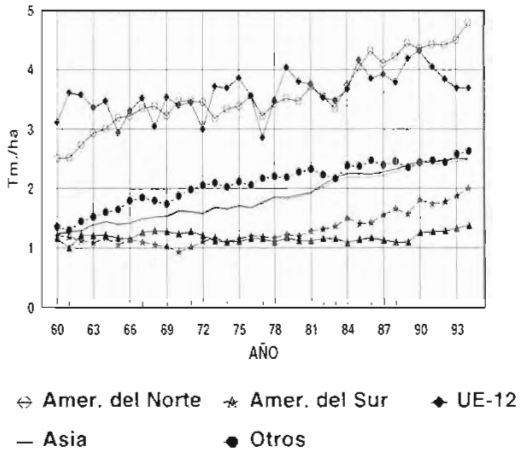


Figura 5 Tendencias mundiales en producciones medias de Arroz por región, 1960-1994.



FACTORES QUE AFECTAN A LA PRODUCCIÓN DE ARROZ

La superficie de arroz en el mundo está siendo afectada en estos últimos años por la rentabilidad de dicho cultivo con respecto a otros cultivos y usos de la tierra. Durante los últimos cinco años han ocurrido ajustes significativos de la superficie cultiva de arroz en China dado que los agricultores han podido ser incentivados por el mercado. La posibilidad de disponer de otras alternativas de cultivo ha producido un descenso de la superficie cultivada de arroz de aproximadamente el 10%.

La estructura de precios, los costes de producción, los recursos de los agricultores, la infraestructura de las explotaciones,

las tecnologías, el clima y las políticas de las empresas privadas juegan un importante papel en la producción de arroz.

El arroz es cultivado bajo cuatro formas de cultivo: regadío (irrigated wetland), seco en tierras altas (dryland upland), en seco en tierras llanas con alta pluviometría (rainfed wetland) y en zonas afectadas por las mareas/en aguas profundas (deepwater/tidal wetland). Bajo un sistema de regadío se cultiva el 49% de la superficie total de arroz, obteniéndose el 72% de las producciones, dado que las producciones son más altas bajo este sistema de producción más controlado. Las producciones medias alcanzaron 4,7 Tm./ha en 1985, significativamente superiores a las 2,1 Tm/ha correspondientes a las del cultivo de seco en zonas lluviosas, a las 2,2 Tm/ha de los cultivos de seco en tierras altas o a la producción en zonas afectas por las mareas/aguas profundas que es de sólo 1,5 Tm/ha.

Estas tres ultimas formas de cultivo indicadas en el párrafo anterior representan respectivamente el 29%, 13% y 9% del total del área cultivada de arroz en el mundo, pero sólo del 19%, 5% y 4% respectivamente de las producciones.

Las políticas gubernamentales tienen un impacto muy grande en la producción de arroz. Sin ninguna duda el arroz ha sido uno de los productos agrarios más protegidos en la economía mundial. Debi-

Figura 6a Área cultivada en los 37 mayores países productores en desarrollo, por formas de cultivo, 1985.

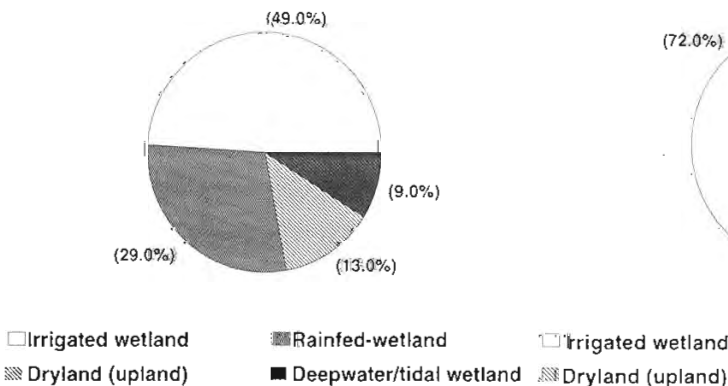


Figura 6b Producción en los 37 mayores países productores en desarrollo, por formas de cultivo, 1985.

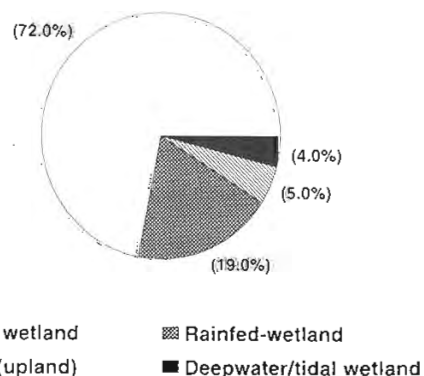
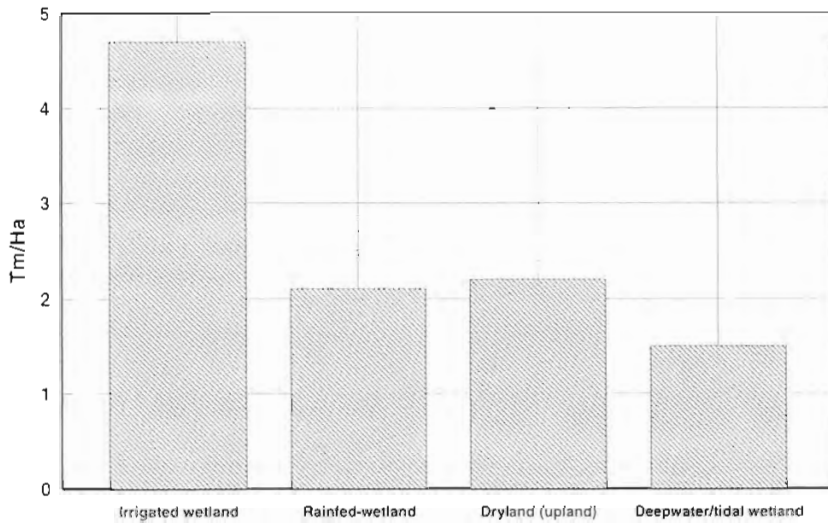


Figura 6c. Producciones medias en los 37 mayores países productores en desarrollo, por formas de cultivo, 1985.



do a su importancia como alimento estratégico, los gobiernos, fundamentalmente de los países asiáticos, conceden una protección tanto internamente como en lo que respecta a las transacciones internacionales. Estas políticas son muy variadas según países, yendo desde unas ayudas en lo que respecta a la infraestructura básica de las explotaciones, como es el caso de Australia, hasta extremos como son los casos de países que proveen ayudas para la compra de materias primas, a las ayudas al consumo y una protección en frontera respecto a las importaciones de arroz con precios más bajos, procedentes de países del Este Asiático, Japón, Corea del Sur y Taiwan.

Además de lo anterior, las políticas

macroeconómicas como los desajustes en la Balanza de Pagos, tasas de interés, inflación, etc., tienen una gran influencia en el sector arrocero, fundamentalmente en países más industrializados, orientados hacia el libre mercado y dependientes del mercado exterior.

Medidas del grado de protección tales como la titulada Ayudas a la Producción Equivalentes (PSE-producer subsidy equivalent) proporcionan un mecanismo para realizar comparaciones entre países del grado de intervención de los gobiernos. El PSE es calculado como el cociente entre las transferencias totales del gobierno a los productores y el valor total de la producción. Los componentes específicos del cálculo incluyen:

$$PSE (\%) = \frac{\text{Total transferencias}}{\text{Valor de la producción}} = \frac{Q * (P_d - P_w * X) + D + I}{Q * P_d + D}$$

Donde:

- Q Cantidad producida
- P_d Precio al productor en moneda local
- P_w Precio mundial en unidades internacionales
- X Factor de conversión del ratio de intercambio
- D Pago directo del Gobierno a los productores

I Cantidad total de transferencias indirectas a través de políticas de subsidio a: medios de producción, mercado, o desajustes de la Balanza de Pagos.

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos estima el valor del PSE para varios países productores de arroz y en la siguiente tabla se muestra el grado de protección (+ alta protección, - de cargas impositivas)

PSE (%) estimado para los países y años citados

País	1984	1988	1992
Brasil	34.6	95.1 (1987)	-
China	9.0	-5.0	-62.0
Egipto	-59.0	-108.0	-15.0
Unión Europea	43.8	53.9	-
India	6.4	-24.4	-
Japón	85.3	93.4	-
Méjico	32.6	21.9	3.7
Corea del Sur	64.7	81.0	88.5 (1991)
Taiwan	32.0	45.0	59.0
Estados Unidos	32.1	42.6	53.6

Fuente: USDA, Estimaciones de la subvenciones equivalentes a productores y consumidores. Intervención: del Gobierno en Agricultura, 1982-92. Wash. DC. 1994

Tabla 1: PSE (%) estimado para los países y años citados

TENDENCIAS EN EL CONSUMO DE ARROZ

El consumo de arroz ha crecido paralelamente a la producción. La mayor parte del arroz es consumido en Asia, aunque la evolución de este consumo ha sido decreciente, pasando del 91,7% del consumo mundial en 1960 al 89,4% en 1994.

Las razones para este cambio son que el consumo de arroz en los países no asiáticos ha crecido, realizándose mezclado con otros alimentos y creando de esta forma una diversificación de las dietas. Por poner un ejemplo, el consumo de arroz en los Estados Unidos se ha duplicado durante los últimos 15 años por razones de esta índole.

El consumo de arroz, en aquellos países donde el arroz es considerado como una comida tradicional decrece cuando aumenta el nivel de renta, la industrialización de la economía, de la mano de obra, la urbanización y otros factores demográficos. En países del Este asiático como Japón, Corea del Sur, Taiwan, se ha producido un descenso en el con-

sumo per-cápita durante las dos últimas décadas.

En otros países recientemente industrializados como Tailandia este descenso en el consumo per-cápita se ha producido más recientemente. Por contraposición con lo anterior en los países en desarrollo el consumo per-cápita continúa creciendo. Este es el caso de países como India, Myanmar, Indonesia y la China rural.

En los países donde el arroz no es un plato tradicional, se ha encontrado que el arroz es empleado por su facilidad de preparación y combinación con otros alimentos "convenience food" y también es consumido por las etnias procedentes de países donde el arroz es considerado como un plato tradicional. Estas razones son las que explican el incremento del consumo de arroz en los Estados Unidos. En el futuro se prevee que las características del arroz que determinen su consumo cambiarán, enfocándose en la calidad más que en la cantidad. Las amas de casa con renta alta desean diversificar sus dietas con arroz de mayor calidad aunque su precio sea más alto.

Figura 7. Tendencias mundiales del consumo arrocero por región, 1960-1994.

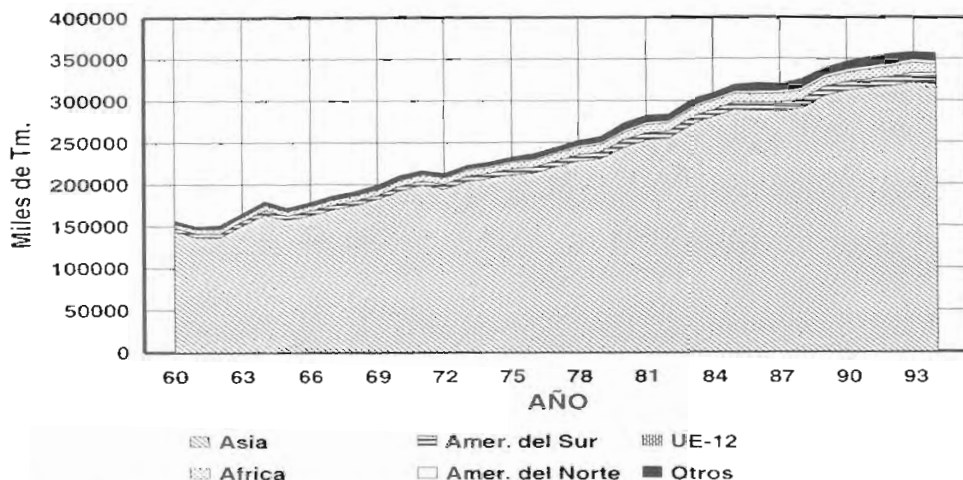
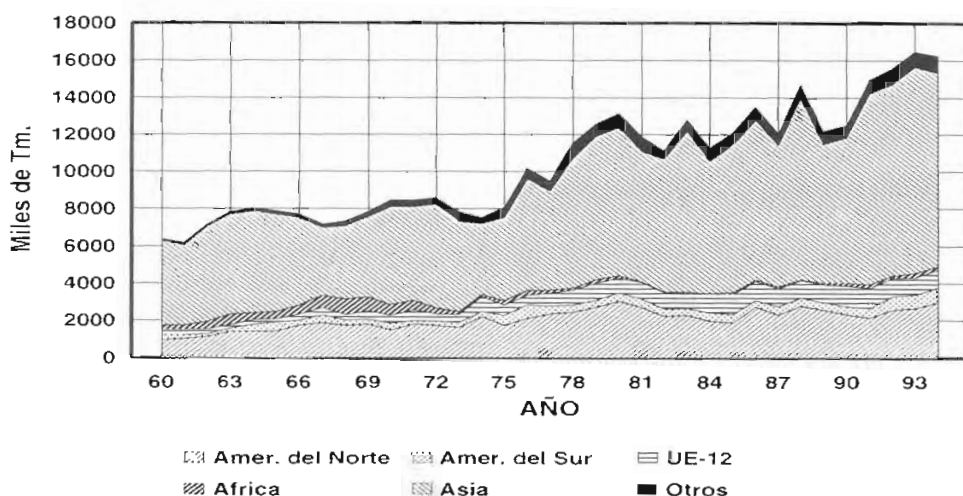


Figura 8. Tendencias mundiales de exportaciones arroceras por región, 1960-1994.



La característica más importante a considerar dentro de la calidad del arroz es el porcentaje de granos rotos. Otras características relativas a la calidad

dependen del país de que se trate. Estas características incluyen: gusto, textura, color, aroma y otras de tipo culinario.

Figura 9. Países con consumo decreciente de arroz.

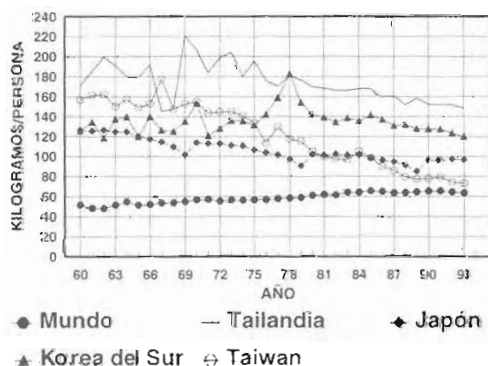


Figura 10. Países con consumo creciente de arroz.

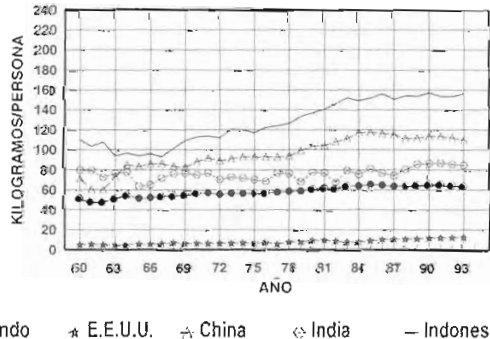


Figura 11. Mayores exportadores netos de arroz por país, 1982-1994.

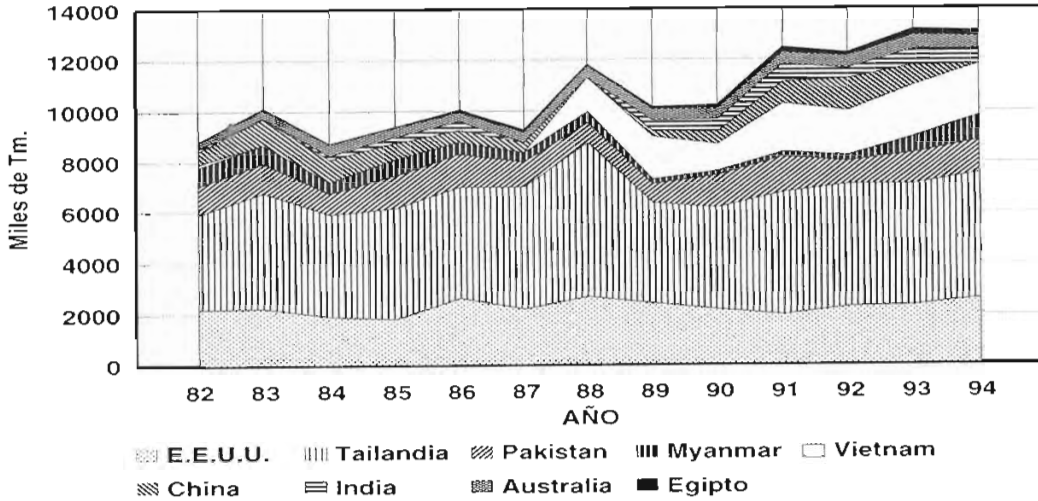
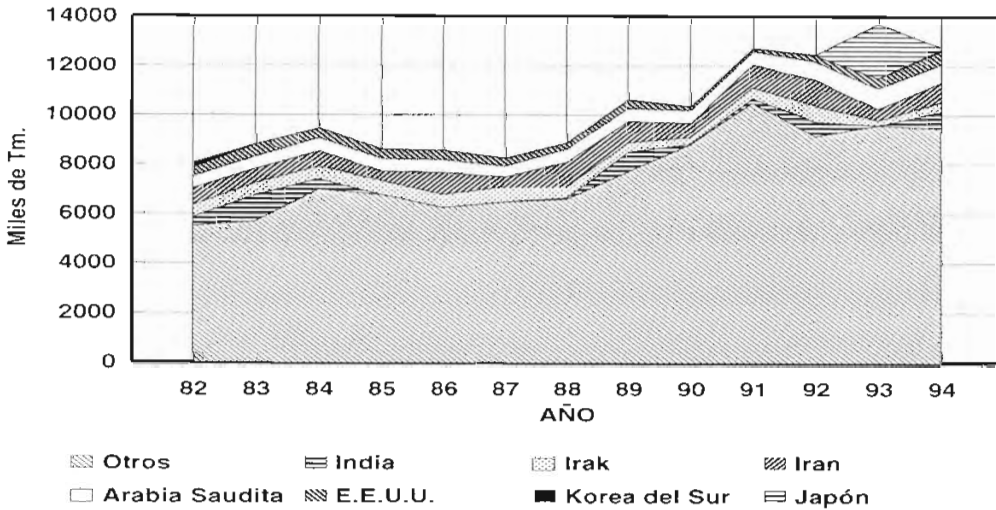


Figura 12. Mayores importadores netos de arroz por país, 1982-1994.



PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL COMERCIO MUNDIAL DE ARROZ

A pesar de que el comercio mundial de arroz ha aumentado desde 1960 a una media anual del 3%, el volumen de arroz comercializado ha sido de sólo 16 millones de Tm, lo que representa el 4% de la producción o el consumo de arroz. Esta última cifra es muy pequeña si la comparamos con las correspondientes al trigo (20%) o al maíz (14%).

Asia exporta aproximadamente las dos terceras partes de todo el arroz; sin embargo esta cuota ha disminuido del 70% en 1960's. Los mayores países exportadores asiáticos son Tailandia y Vietnam, seguidos en importancia por Pakistán, China y La India. Myanmar tuvo importancia en el pasado y Burma en los años 1950's y 1960's exportó más arroz que Tailandia. Otros países exportadores de arroz son Estados Unidos, Italia, Australia, China y Uruguay.

Las características de la importación de arroz por zonas ha cambiado en los últimos 35 años. Asia que importó las dos terceras partes de la importaciones totales en los años 1960's ha reducido su cuota de importación al 20% aproximadamente durante los últimos cinco años (1990-1994). Durante este período reciente América del Norte ha importado el 4,8%, América del Sur el 8,6%, La Unión Europea el 9,3%, Oriente Medio el 20,7%, el Este Asiático el 7,9%, África el 21,5% y otros países el 27,2%.

Como se ha comentado anteriormente, el consumo de arroz y por tanto el comercio está diferenciado por tipos de arroz y por calidad. Con respecto a los tipos de arroz se consideran fundamentalmente los de grano largo de perfil indica y los de grano medio/corto de tipo japónica. Además, el arroz de grano largo se encuentra claramente diferenciado de acuerdo al porcentaje de granos partidos y el que sean o no aromáticos.

El arroz de grano largo representa el 85% aproximadamente del comercio mundial de arroz, incluyendo aproximadamente del 10-15% de arroces aromáticos (de los tipos jazmín y basmati), 35-40% de arroces de alta calidad (menos del 10% de granos partidos) y del 30-35% de arroces de baja calidad.

El comercio mundial de arroces de grano corto representa solamente una cuota del 15%, aunque como consecuencia del tratado del GATT, Japón y Corea del Sur tendrán que importar grandes cantidades de arroz lo que incrementará en un 50% el comercio mundial de arroces de este tipo.

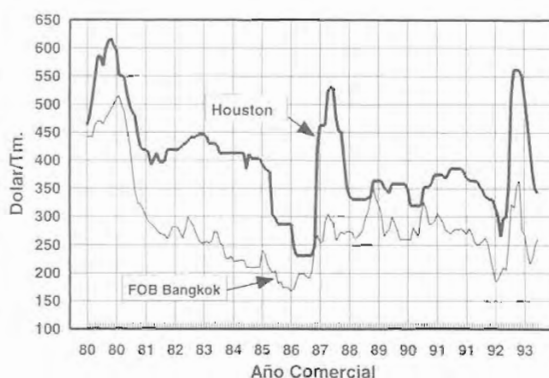
PRECIOS GLOBALES DEL ARROZ

Para completar esta visión general de la economía mundial del arroz es importante examinar el precio, dado que refleja la influencia tanto del mercado, como de las

acciones institucionales en la producción, consumo, mercado y existencias.

La característica más peculiar de los precios mundiales para el arroz es su volatilidad. Del examen de los precios en Thai FOB (5% de granos partidos) y en U.S. Puerto del Golfo se desprende grandes fluctuaciones desde 1960, con incremento y caídas de los precios por encima del 100%.

Figura 13. Precios mensuales en U.S. Puerto del Golfo en Thai FOB.



Algunas características del mercado mundial de arroz contribuyen a esta alta volatilidad. Podemos considerar como importantes aspectos en el mercado internacional de arroz los siguientes:

Pequeña dimensión de las cantidades comercializadas: Las cantidades comercializadas son muy poco importantes respecto a la cantidades producidas o consumidas; de esta forma, pequeños cambios en la producción o el consumo de alguno de los mayores productores/consumidores o países compradores/vendedores puede tener un impacto significativo sobre el volumen puesto en el mercado y por lo tanto sobre los precios.

Concentración de las exportaciones: Existe un alto grado de concentración entre los exportadores de arroz en el mundo. El 85% aproximadamente de la exportación procede de 7-9 países. Las variaciones de las ofertas de las existencias de arroz, debidas a la climatología,

en uno de dichos países puede ser transmitida fácilmente a los precios mundiales de arroz.

Políticas de intervención: Existe un alto grado de protección tanto en la producción como en el consumo por parte de los gobiernos de muchos países, tendentes a aislar los precios interiores de las influencias de los precios internacionales. Dado que cada vez menos países se permiten realizar ajustes cuantitativos a las variaciones de los precios, los cambios en los precios mundiales tienen que llegar a ser cada vez mayores para alcanzar un equilibrio global.

Diferenciación por tipo y calidad: Debido a que el mercado está llegando a ser cada vez más segmentado por tipos y calidad, el volumen comercializado de cada uno de estos tipos llega a ser relativamente pequeño y por lo tanto más estrechamente se manifestarán los efectos mostrados en el punto primero. Las rigideces en el mercado mundial de arroz por tipos, tanto en la producción como en el consumo, produce movimientos en los precios dentro de la economía del arroz que se traducirán en sobrepuestos o descuentos asociados con las características particulares de la calidad en la demanda. Por ejemplo, los precios del arroz de grano corto se incrementaron tajantemente con relación a los de grano largo como respuesta a la mala cosecha de arroz que se obtuvo en Japón en 1993.

Los Monzones Asiáticos: La dominancia de Asia en la economía mundial de arroz, especialmente del Sureste Asiático, en lo que respecta a las exportaciones, es importante. Estas regiones están fuertemente influenciadas por las grandes variaciones climáticas. La excesiva o insuficiente lluvia, características de estos climas monzónicos, pueden ser la causa de cosechas ruinosas.

La concentración de la producción, el consumo y exportación de los excedentes de arroz de los países asiáticos sujetos a estos climas monzónicos ha sido la mayor fuente de variabilidad en los precios mundiales del arroz.

CONCLUSIONES

Lo anteriormente expuesto ha tratado acerca de alguna de tendencias claves y las características de la economía mundial de arroz. Se han destacado cinco aspectos de la economía mundial del arroz:

1.- El arroz como un cultivo/alimento no propiamente asiático está teniendo un interés cada vez mayor. El crecimiento de la producción y el consumo de arroz viene cada vez con más intensidad de países no-asiáticos.

2.- Los factores que afectan a la producción y al consumo de arroz no han sido tradicionalmente variables económicas. Este hecho está cambiando llegando a ser los precios una señal cada vez más importante en la producción, consumo y comercio de arroz.

3.- El comercio mundial de arroz es aún muy pequeño. Menos del 5% de la producción/consumo es comercializado. Las exportaciones están concentradas en pocos países mientras que las importaciones están mucho más dispersas.

4.- La mayor parte de las causas de la inestabilidad en el arroz llegan del lado de la oferta, debido fundamentalmente a los cambios en las condiciones climáticas.

5.- El comercio es inestable debido a la dominancia de los climas monzónicos presentes en los principales países que intervienen en el mercado mundial, a la segmentación por tipos y calidad y por la alta incidencia de las políticas de intervención.

VENTAJAS REGIONALES Y ECONOMÍAS DE TAMAÑO EN LA PRODUCCIÓN DE ARROZ EN ESPAÑA

A. CASIMIRO HERRUZO

*Escuela T. S. Ingenieros Agrónomos
y de Montes
Universidad de Córdoba*

número de variedades plantadas en una misma explotación. El consumo de agua difiere de unas regiones a otras en función de su disponibilidad, condiciones del suelo y prácticas de cultivo. En años de sequía han sido frecuentes las restricciones de agua en Sevilla y, más recientemente, en Extremadura con una fuerte incidencia sobre la superficie sembrada. En 1983 la escasez de agua impidió el cultivo del arroz en Sevilla y en 1989 sólo pudo sembrarse un tercio de la superficie. La situación se ha agravado enormemente desde 1992 lo que ha originado la virtual paralización de la producción en ambas zonas. Además del problema que plantean las restricciones del agua de riego en años secos, en los arrozales sevillanos más próximos a la costa la invasión de agua salina a menudo perjudica a las plantas de arroz reduciendo los rendimientos.

ESTRUCTURA PRODUCTIVA

Aunque existen excepciones, las explotaciones arroceras en España suelen ser muy pequeñas y a menudo se encuentran diseminadas en varias parcelas. En Tarragona y Valencia el tamaño medio de las explotaciones de arroz se aproxima a 4 y 2 hectáreas, respectivamente. Las explotaciones de arroz son mayores en las restantes zonas. En Extremadura la superficie media por explotación alcanza las 7 hectáreas y en Sevilla 23 hectáreas.

Existen también diferencias regionales con respecto al perfil del agricultor. La agricultura a tiempo parcial es preponderante en Tarragona y Valencia. En el primer caso, una gran parte de los agricultores están empleados en los sectores industrial y de servicios siendo el cultivo del arroz una segunda fuente de ingresos. La situación contraria es preponderante en Valencia. Aquí el cultivo del arroz representa normalmente la principal fuente de ingresos - excepto para los agricultores muy pequeños - aunque esta fuente de renta es a menudo suplementada mediante el trabajo en otras actividades,

incluidas las agrícolas. En Sevilla la agricultura a tiempo parcial se limita a los agricultores más pequeños. En esta zona, es además, donde tiene un mayor peso la agricultura comercial a gran escala. La pequeña agricultura familiar predomina en Extremadura.

TÉCNICAS DE CULTIVO

Las técnicas de producción de arroz han experimentado una profunda transformación en España en las tres últimas décadas. El sector arrocerero ha respondido a los cambios en los precios relativos de los factores de producción con la introducción de nuevas prácticas culturales - siembra directa en lugar de transplante - y con la adopción de tecnologías ahorradoras de mano de obra, maquinaria y herbicidas, fundamentalmente (Herruzo, 1986). En la actualidad puede decirse que prácticamente todas las labores del cultivo se encuentran mecanizadas a excepción de la siembra, todavía realizada a mano en las explotaciones más pequeñas de Valencia y Extremadura.

Desde hace varios años, se observa una tendencia en el sector hacia una mayor contratación de la realización de labores de cultivo a empresas de servicios. Esta práctica está hoy generalizada en la recolección, en algunas labores preparatorias como el nivelado del terreno, y en los tratamientos fitosanitarios. Paradójicamente, son algunas de las mayores explotaciones arroceras localizadas en la zona de Sevilla, y también en Tarragona, donde más extendida se encuentra la contratación de servicios.

TIPOS DE ARROZ Y RENDIMIENTOS

Desde 1985 se ha producido en España una enorme expansión de los arroces de grano largo de perfil índica en sustitución de los arroces tradicionales de grano medio y redondo de perfil japónica. En 1991 más del 95 por ciento de la superficie de arroz en Sevilla se plantó con este tipo de variedades. En Extremadura, la proporción de arroces de perfil índica

alcanzó en ese año el 30 por ciento y ha aumentado considerablemente el año siguiente. La expansión de los arroces de grano largo en otras zonas productoras se ha visto obstaculizada, entre otras razones, por la alta sensibilidad de estas variedades a las bajas temperaturas.

Las diferencias en rendimientos agrónomos obedecen a factores físicos, prácticas culturales y al tipo de arroz cultivado. Los rendimientos del cultivo del arroz en España tanto para las variedades de perfil indica, como para los arroces de tipo japónica son elevados a escala comunitaria y mundial. Las disparidades identificadas entre las zonas de Extremadura, Andalucía y Valencia son pequeñas con producciones medias en torno a los 7000 kilogramos por hectárea. Por el contrario, Tarragona presenta unos rendimientos inferiores (Herruzo y Zekri, 1993).

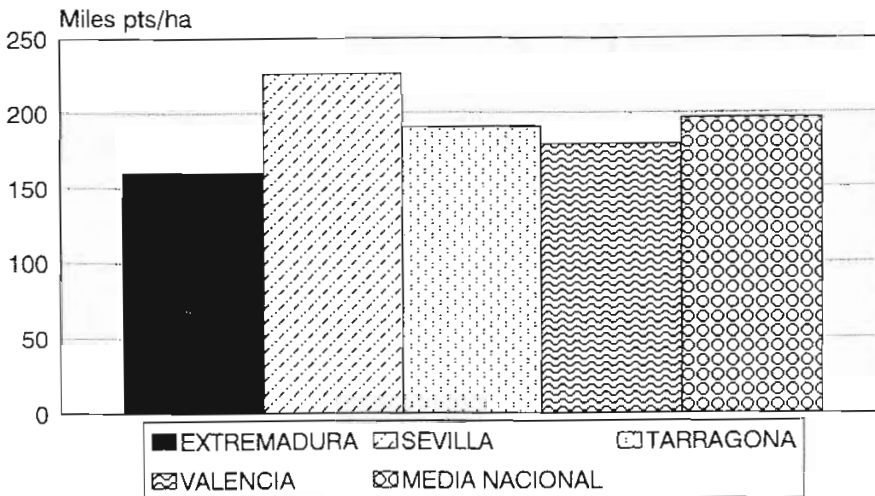
III. VENTAJAS REGIONALES Y ECONOMÍAS DE TAMAÑO

La Figura 1 muestra los costes de producción por hectárea en las cuatro principales regiones productoras referidos a 1991, última campaña con condiciones climatológicas normales en todos los núcleos de producción. Los costes de pro-

ducción más elevados correspondieron en ese año a Sevilla con 226.200 pesetas por hectárea. A continuación se encuentran Tarragona y Valencia con 183.800 y 179.500 pesetas por hectárea, respectivamente. Los costes de producción más bajos se alcanzaron en Extremadura, 159.900 pesetas por hectárea.

En la Figura 2 los costes de producción de estas cuatro zonas productoras se presentan desagregados en doce componentes, con el fin de esclarecer las discrepancias regionales en los costes totales medios registradas en la figura anterior. En efecto, puede observarse que una de las razones fundamentales del elevado coste de producción en la región sevillana radica en el alto precio pagado por el agua y el mantenimiento de la infraestructura de riego colectiva, que alcanza 35.000 pesetas por hectárea, un 15,5 por ciento del coste total de producción. En las restantes zonas, el coste del agua de riego registra unos valores sustancialmente menores. Aunque con diferencias inferiores respecto a las restantes zonas, Sevilla destaca también por el elevado gasto en productos fitosanitarios debido en parte a restricciones ambientales más severas, el alto coste de la semilla certificada de las variedades de perfil indica y unos mayores gastos financieros.

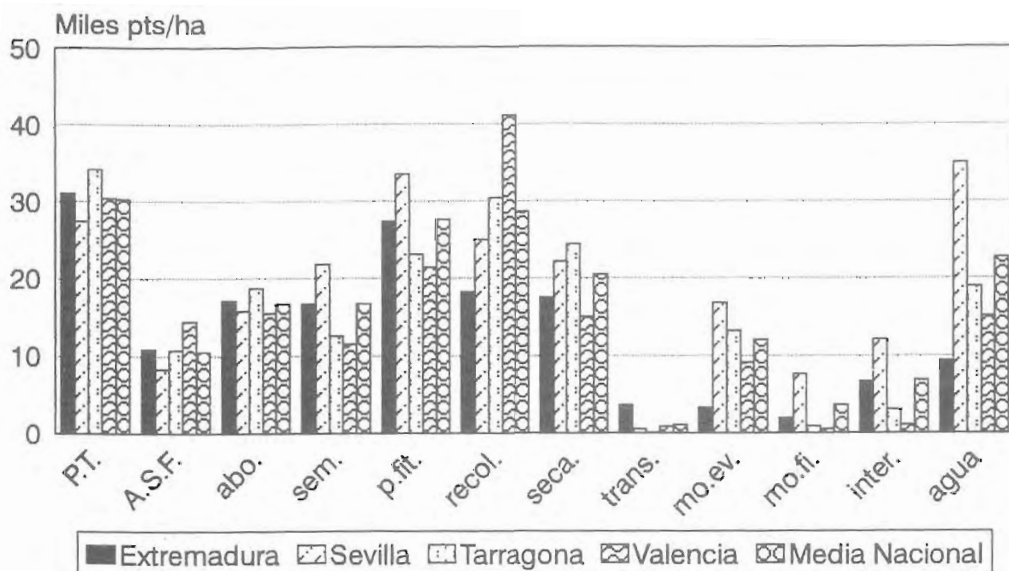
Figura 1. Costes de producción medios por regiones y media nacional



Fuente: Herruzo y Zekri (1993)

VENTAJAS REGIONALES Y ECONOMÍAS DE TAMAÑO EN LA PRODUCCIÓN DE ARROZ EN ESPAÑA

Figura 2. Costes medios por hectárea de los factores de producción.



P.T: preparación del terreno; A.S.F: distribución de abonos, semilla y fitosanitarios
 abo: abonos; sem: semilla; p.fit: productos fitosanitarios; recol: recolección; seca: secado; tran: transporte; mo.ev: mano de obra eventual;
 mo.fi: mano de obra fija; inter: intereses sobre préstamos de campaña
 agua: consumo de agua y mantenimiento de infraestructura de riego.

Fuente: Herruzo y Zekri (1993)

Por el contrario, en aquellos componentes de los costes de cultivo relacionados con labores intensivas en maquinaria los mayores gastos se observan en las zonas productoras donde las explotaciones son más pequeñas. Así, el coste de recolección, que generalmente consiste en la contratación de los servicios de una cosechadora, alcanza en Valencia las 46.000 pesetas por hectárea, lo cual equivale al 25 por ciento del coste total de producción, siendo la media a nivel nacional de 28.000 pesetas hectárea. A este elevado coste de recolección en Valencia contribuye también el encamado del arroz que dificulta las labores de recogida.

ECONOMÍAS DE TAMAÑO

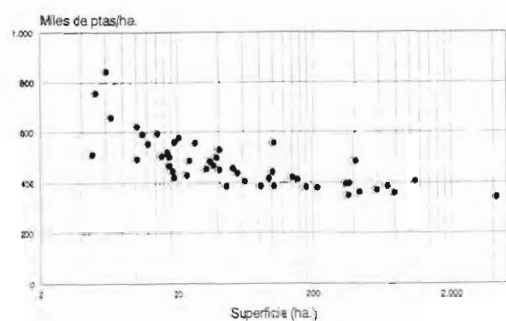
Es importante señalar que los costes correspondientes a las labores de cultivo que aparecen reflejados en la Figura 2, no recogen el coste real de estas actividades en el caso de aquellas explotaciones que poseen su propia maquinaria y equipos, al haberse considerado en el cálculo, exclusivamente, el valor del alquiler de

dichos factores de producción a empresas de servicios o, en su caso, a cooperativas. Por tanto, las cifras de costes anteriores no permiten apreciar la existencia de economías o deseconomías de tamaño en el sector. La incidencia de la dimensión de las explotaciones en los costes y rentabilidad del cultivo del arroz puede observarse, sin embargo, en la Figura 3 donde se establece una relación entre los costes totales unitarios (explícitos e implícitos) y la dimensión de las explotaciones arroceras de la provincia de Sevilla.

En la citada Figura 3, el eje de abscisas representa la superficie de las explotaciones expresada en escala logarítmica, y el eje de ordenadas los costes totales medios de la producción de arroz. La envolvente inferior de la nube de puntos construida a partir de los costes unitarios de 50 explotaciones arroceras puede considerarse la curva de costes totales medios a largo plazo. Esta curva presenta forma de L, con un tramo inicial descendente. Se observa también como la pendiente de este primer tramo es relativamente pronunciada, y va desapareciendo

progresivamente, hasta llegar a un punto en el que la curva se convierte en una recta horizontal. El valor de la superficie en el que la curva de costes medios a largo plazo se hace horizontal (alcanza su mínimo) es un punto singular que nos marca el tamaño óptimo de explotación. Esto es, aquella dimensión, a partir de la cual, es posible combinar los factores de producción de forma que las ventajas comparativas en cuanto a costes son máximas. Este punto coincide en, la Figura 3, con una extensión de la explotación de, aproximadamente, 60 hectáreas.

Figura 3. Relación entre tamaño de las explotaciones y costes de producción, Sevilla.



Fuente: Herruzo y Morote (1994)

La curva de costes medios a largo plazo representada en la Figura 3 confirma la existencia de economías de tamaño en la producción de arroz en esta zona. Las ventajas de costes aumentan a medida que se avanza a lo largo del intervalo descendente de la curva de costes medios a largo plazo que, como se ha podido observar, corresponde a aquellas explotaciones inferiores de 60 ha. Para valores mayores de superficie no se aprecian ventajas en los costes de producción. Las economías de tamaño observadas se deben, esencialmente, a los mayores costes fijos de la maquinaria e instalaciones, y al mayor coste de oportunidad de la mano de obra familiar, que caracteriza a las explotaciones de menor tamaño (Herruzo y Morote, 1994).

IV. CONCLUSIONES

La información relativa a los costes de producción de arroz regionales y según el tamaño de las explotaciones permite identificar las principales restricciones a que, actualmente, se enfrenta la producción de arroz en España, ya apuntadas en la introducción.

En este sentido, se puede concluir que, en el futuro, el sector productor de arroz español deberá emprender una serie de transformaciones si ha de enfrentarse con éxito a los retos que plantea un entorno institucional más competitivo. Entre los cambios que se estiman más urgentes se encuentra la búsqueda de fórmulas de organización y concentración de los agricultores con el fin de abaratar los precios de los servicios y de las labores intensivas en maquinaria, especialmente, y lograr así una reducción en los costes de producción. Es necesario también lograr una mayor eficiencia en el uso del agua mediante la mejora de la infraestructura del riego. Finalmente, resulta necesario realizar investigaciones que contribuyan a disminuir la dependencia de agroquímicos en el sector y reducir las presiones que el actual sistema de producción de arroz ejerce sobre el medio ambiente.

En ausencia de restricciones institucionales al cultivo, Extremadura es la zona productora que cuenta con un mayor potencial de producción de cara al futuro y, posiblemente, sería la única región donde la superficie cultivada de arroz podría mantener una cierta expansión a corto plazo, si se altera el curso del ciclo climático. La zona productora de Sevilla, pese a presentar en conjunto los costes medios más elevados, posee un núcleo importante de grandes explotaciones muy dinámicas capaces de adaptarse fácilmente a los cambios tecnológicos. Y esto las sitúa en buena posición para enfrentarse a un eventual deterioro de la situación exterior. El problema en la región podría plantearse sobre todo en las explotaciones de menor tamaño, o por supuesto a nivel general si las actuales restric-

ciones de agua de riego se mantuviesen o aumentarían.

Las dos regiones mediterráneas, Tarragona y Valencia, cuentan con una estructura productiva con explotaciones muy pequeñas que dificulta severamente el logro de una mayor racionalización de las técnicas de producción. No obstante, un factor determinante de la evolución del cultivo del arroz en ambas zonas es la gran presencia de agricultores a tiempo parcial que, al derivar parte de su renta de otras actividades, podrían quizá sobrellevar mejor las fluctuaciones de mercado y las presiones a la baja de los precios que seguirían a una mayor liberalización del sector.

BIBLIOGRAFÍA

HERRUZO, A. C. (1986): **Evaluación de la investigación agraria. Aplicación al cultivo del arroz en España.** Comunicaciones INIA, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Madrid.

HERRUZO, A.C.; SETIA, P. (1992): **Developments in the Spanish rice market since joining the European Community: Implications for the U.S. rice industry. Rice Situation and Outlook Yearbook,** julio, págs. 11-16.

HERRUZO, A.C. y ZEKRI, S. (1993): **El sector productor de arroz en España. Ventajas comparativas entre las distintas zonas arroceras. Revista de Estudios Agro-Sociales,** 163, págs. 127-147.

HERRUZO, A.C.; MOROTE, F. (1995): **Regional advantages and economies of size in Spain rice production.** Workshop Economy and Marketing, FAO Inter-regional Cooperative Research Network in Rice in the Mediterranean climate areas, Córdoba, diciembre, 1994.

MAPA (1992): **Boletín Mensual de Estadística.** Octubre. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

CULTIVO DEL ARROZ EN ANDALUCÍA. ESTRUCTURAS PRODUCTIVAS

NAVARRO, L.; DÍAZ, J.; RODRÍGUEZ M. J.
*C.I.D.A. "Las Torres y Tomejil".
Alcalá del Río. Sevilla*

1. BREVE RESEÑA HISTÓRICA DEL DESARROLLO SOCIOECONÓMICO DE LAS MARISMAS DEL GUADALQUIVIR¹

Las Marismas del Guadalquivir están situadas al suroeste de la Península Ibérica en el estuario del río Guadalquivir, entre las provincias de Cádiz, Huelva y Sevilla, con forma más o menos rectangular, situándose su límite inferior muy cerca del Océano Atlántico, separado de éste por una cadena de dunas litorales que cierran el estuario y concentran la salida de agua dulce del Guadalquivir al Atlántico en un cauce principal.

Las Marismas se extienden a lo largo de los últimos 75 Km. de recorrido del río y ocupan unas 137.000 has., la mayoría de ellas en la provincia de Sevilla. Actualmente esta zona de marisma sevillana es donde se cultiva arroz, mientras que en las gaditanas y onubenses se dedican a otro tipo de cultivos menos resistentes a salinidad, o se encuentran como marismas vírgenes.

Originariamente, desde finales del Cuaternario Antiguo (hace unos 18.000 años), toda la extensión de la marisma permanecía sumergida bajo un extenso mar, que cubría los actuales dominios de Sevilla, Los Palacios, Lebrija, Sanlúcar de Barrameda, Pilas, Hinojos y Almonte. Las aguas del río Guadalquivir desembocaban cerca de Coria del Río. Posteriormente hubo una doble corriente de depósitos. Por un lado, los de contenido arcilloso-limoso, procedentes de la erosión y depósito fluvial y por otro los de la corriente del Océano Atlántico, que, impulsando las arenas onubenses, crearon una duna costera.

El estrechamiento ocasionado por esta formación de dunas en la desembocadura del río hizo posible que los arrastres fluviales se extendieran por el estuario colmatándolo. Las posteriores circunstancias climáticas hicieron que este estuario se acabase de rellenar y paulatinamente de allanar, como consecuencia de las periódicas inundaciones que ocasionaba el río.

Debido a esta horizontalidad, el río se fue bifurcando en brazos y se fueron formando numerosos meandros. También, debido a la influencia de los caudales del río Guadalquivir y su afluente el río Guadamar, se produjo un alejamiento de las aguas marinas. Las tierras empezaron a emerger y a consolidarse con cada vez mayor solidez, presentándose unos suelos arcillosos, salinos, pobres en materia orgánica y de un color gris-azulado, que albergaba una escasa vegetación de plantas halofitas, donde sólo vivían aves acuáticas. Eran tierras de dominio público con aprovechamientos, para sus escasos pobladores, basados en la pesca, la caza y más tarde en la ganadería extensiva.

La ocupación árabe tuvo una gran incidencia en el aprovechamiento de las marismas del Guadalquivir. Este pueblo, cautivado por las feraces tierras del Aljarafe sevillano y de las marismas del Guadalquivir, dedicó esta zona a la cría de ganado, fundamentalmente equino, con fines militares, además de bovino y ovino.

Con la llegada de la Reconquista las tierras fueron asignadas a los pobladores de Sevilla y La Puebla del Río, funcionando entonces como dehesas para sus vecinos.

1. La información contenida en este apartado ha sido extraída de Rodríguez, M. 1994 y González, J. 1993, quienes a su vez aportan numerosas citas originales. La intención de ofrecer aquí sólo una breve visión panorámica de la historia de las

marismas hace que se omita la cita de la fuente en cada punto concreto de este texto. Remitimos al lector interesado en este tema a la lectura de este documentadísimo material bibliográfico.

A pesar de la salinidad propia del suelo de las marismas, los lavados producidos, por una parte durante la época de lluvias y por otra por las avenidas continuas del Guadalquivir, mejoraban su condición para el cultivo, produciendo, desde el siglo XIV una pequeña, pero continuada intromisión de la agricultura dentro de los aprovechamientos de las marismas. Esta situación se incrementó fuertemente a finales del siglo XVII, fecha de donde datan las denuncias frecuentes de los ganaderos marismeños por este progresivo aumento de la agricultura. Como ejemplo de este paso a la actividad agrícola se puede citar que en 1760 aparece inscrita en el Libro de Fincas Celulares, como propiedad de La Puebla del Río, una finca de 4.247 fanegas.

Las primeras explotaciones agrícolas, reducidas a pequeñas parcelas, se crearon en torno a los hatos ganaderos situados en las tierras más productivas. Se trataba de sembrados forrajeros de trigo, cebada, habas, ... con destino al consumo personal y ganadero de gañanes y pastores asentados en las marismas.

Otro aprovechamiento agrícola de las marismas era el cultivo del melón, que desde los siglos XV y XVI se inició en Puebla del Río y Coria del Río. Los almarjos, de donde se extraían las cenizas de barrilla, que era la materia prima necesaria para la fabricación del jabón, era otro de los aprovechamientos que afamaban a las marismas del Guadalquivir. Así aparece el jabón de Castilla, que estaba formado por materias primas como aceite de oliva, mazacote o barrilla de las marismas del Guadalquivir, orujo, cai caparrosa y agallas y se embalaba con palmas silvestres recogidas en el municipio de La Algaba.

Ya a comienzos del siglo XIX (1813) comenzaron las primeras solicitudes de arrendamiento para el cultivo de tierras en la Isla Mayor, que se fueron haciendo extensivas a lo largo de las dos primeras décadas del mismo siglo.

La concesión de mayor importancia en este comienzo de siglo tuvo lugar a D.

Felipe Riera, influyente banquero de Madrid, que fue elegido por Fernando VII para promover todas las grandes empresas agrícolas de la Isla Mayor. Para ello prometió aumentar los beneficios del Real Erario mediante la creación de múltiples cosechas, el fomento de la división de la tierra y el aumento de la población, siéndole cedida de dominio útil toda la Isla Mayor, a excepción de aquellas porciones que su Majestad tenía concedida a otros individuos por declaraciones anteriores.

Todo esto tuvo como consecuencia el desacuerdo del Ayuntamiento de Sevilla, ya que además de la reducción de la superficie de pastos se producía el incumplimiento por parte del susodicho Felipe Riera de los compromisos firmados, como también del pago de los cánones establecidos, haciendo uso de las tierras cedidas para un aprovechamiento ganadero.

Otra serie de intervenciones orientadas a la mejora de la navegabilidad del Río Guadalquivir y a la defensa contra las inundaciones, fueron las Cortas del río. Así, a partir de 1816, la Compañía del Guadalquivir emprendió una serie de cortas o reducciones del cauce que modificaron profundamente el paisaje de las marismas. Cabe citar entre éstas la Corta de San Fernando o Fernandina, que redujo en 26 Kms. la distancia de Sevilla al mar y eliminó el meandro de Casas Reales o El Borrego, provocando la inutilización del Brazo de la Torre; la Corta de Los Jerónimos (se inició en 1860), que, eliminando el meandro del Mármol y La Ermita evitaba para la navegación los bajos peligrosos del Mármol, la Abundancia, la Cabeza del Moro, La Mora, La Ermita, ... reduciendo la distancia Sevilla-Bonanza en 39 Kms.

La Ley Cambó de 1918, pretendió estimular la inversión de empresarios capitalistas en la desecación y cultivo de tierras de las marismas. Así surgió el proyecto de desecación y aprovechamiento agrícola de 63.000 has. de tierras de marismas de la margen derecha del Guadalquivir, a cargo de la sociedad española La Agraria del Guadalquivir S.A...

En 1926 la compañía Islas del Guadalquivir S.A., a través de provechosas opciones de compra, comenzó la colonización de las marismas del Guadalquivir. Este proceso se inició con la desecación y saneamiento de las marismas y la explotación y valoración de los terrenos saneados con el riego.

El auge del regadío, iniciado en la provincia de Sevilla a principios de nuestro siglo, llegó a las marismas del Guadalquivir a finales de los años veinte. La compañía Islas del Guadalquivir S.A. construyó toda una minuciosa infraestructura de riego y desagüe, mantenida desde cuatro estaciones de elevación de agua sobre el Guadalquivir: dos bombas en El Mármol, dos en La Mínima, una en el Puntal y otra en La Ermita.

El capital de la compañía Islas del Guadalquivir S.A., que fue en origen británico, se vio forzado a abandonar, entre otras causas porque no fueron atendidas en 1928 las subvenciones del Gobierno, acordadas según la Ley de Cambó, mientras que estos beneficios fueron enviados a la compañía Marismas del Guadalquivir S.A. (margen izquierda del Guadalquivir).

Todas estas transformaciones que seguían recibiendo la frontal oposición de los pobladores originales, como consecuencia de la progresiva reducción de los pastos de la zona, beneficiaron a sectores modestos de zonas vecinas: trabajadores, proveedores de materiales de construcción, pequeños comerciantes, vendedores ambulantes, etc..

Como consecuencia del cultivo del arroz van apareciendo y desapareciendo en La Puebla del Río los poblados donde se instalan los trabajadores, el personal técnico, el personal administrativo, etc. El primer poblado que aparece es fruto de la creación de la Compañía Islas del Guadalquivir S.A. en octubre de 1926. Se denominó Colina Dorada y posteriormente fue conocido por Colinas. Se ubicó a unos 9 km. de La Puebla del Río, frente a la actual Venta del Cruce, y en la misma

bifurcación de la carretera de La Puebla del Río a Aznalcázar. Sirvió para el alojamiento del personal técnico y administrativo de la Compañía y también para oficinas, almacén, central telefónica... Su esplendor coincidió con los años iniciales del cultivo, decayendo tras la desaparición de la citada Compañía.

El segundo de los poblados, Rincón de los Lirios, surge en abril de 1927 a unos pocos kilómetros del anterior. La Compañía Islas del Guadalquivir S.A. lo pone en explotación, aunque en plan experimental, de algodón, arroz, trigo, tabaco... La inauguración correspondió a Alfonso XIII. En este poblado se asentaron fundamentalmente trabajadores, y, al contrario que Colinas, no decae rápidamente, hasta el punto que a mediados de los años cincuenta alcanza su mayor esplendor. En la década de los sesenta comienza el declive, emigrando sus habitantes a los entonces poblados de Alfonso XIII y Villafranco del Guadalquivir.

En mayo de 1928 se funda el poblado Alfonso XIII en el cruce de la carretera general de la Isla Mayor y el canal principal de riego de El Mármol, a unos tres kilómetros del Rincón de Los Lirios y a unos cinco del siguiente poblado, Villafranco del Guadalquivir. El poblado de Alfonso XIII, centro de la zona arrocera del canal del Mármol, consta de iglesia, escuela, algunas viviendas, talleres... Su esplendor, al igual que el Rincón de los Lirios, lo alcanza a mediados de los cincuenta, reduciéndose desde entonces el número de habitantes.

El origen de Villafranco del Guadalquivir, que empezó denominándose El Puntal, lo constituye la casa-bomba enclavada en el colector de Casa Riera, que, funcionando como elemento de trasvase entre dicho colector y el Brazo de los Jerónimos, se convirtió en la arteria central de todo el sistema de desagüe de la zona norte de la Isla. Gracias a su inmejorable ubicación, junto al Brazo de los Jerónimos, próximo a la Isla Mínima y a un acceso por vía fluvial al Guadalquivir,

hizo que se convirtiera en el punto de apoyo para la futura labor colonizadora hacia el interior de la Isla. Ante estas condiciones se pensó convertir a Villafranco del Guadalquivir en un gran centro fabril, y ya en 1931 se levantó un molino de arroz. En 1943 se construyó una fábrica de papel, rentable antes y hoy cerrada. También empezaron a surgir todas las instalaciones necesarias para el arroz: secaderos, almacenes, etc., así como los servicios que la sociedad estaba demandando: comercios, panaderías, almacenes de construcción, de fitosanitarios, de abonos, bancos...

En la margen derecha del Brazo de los Jerónimos, más abajo de Isla Mínima, aparece el poblado Queipo de Llano. Su construcción fue necesaria para atender al personal que trabajaba en esta parte alejada de la comarca arrocerera, especialmente desde 1940 hasta 1951. En el poblado se crearon viviendas, almacenes, secaderos de arroz, instalaciones fijas y diversas dependencias.

A lo largo del siglo también se formaron otros poblados menos importantes: La Compañía, Cotos Regables del Guadalquivir, Colonia San Vicente Ferrer y San Lorenzo del Guadalquivir, que fueron teniendo un número variable de habitantes, pero que en la actualidad no cuentan con ninguno.

En 1930, la compañía de Valoración de Marismas S.A. (Chispalense) tomó el relevo de la entonces fracasada sociedad Islas del Guadalquivir S.A.. Esta, compuesta por técnicos catalanes de Tortosa, inició el cultivo de arroz en las marismas consiguiendo una concesión de cultivo (con una limitación de superficie de 3.000 Has.) a pesar de que el cultivo de arroz se encontraba limitado en España (ley de Cotos Arroceros).

El primer molino arrocerero de la zona fue construido en 1931 por la compañía Valoración de Marismas S.A. en El Puntal y ya en 1932 se llegaron a cultivar 1.600 has. de arroz con una cosecha de 12.000 Tm (3,77% del total nacional), lo que

suponía unas producciones unitarias de 7.500 Kg/Ha.

El arroz sevillano que comenzaba a despuntar en los inicios de la República, se vio inmerso en una crisis nacional de exceso de producción, aumentada por la pérdida del mercado hispano-americano, que comenzaba a producir su arroz y del mercado inglés que grabó las importaciones del arroz español. Ante esta situación se crea la Federación Sindical de Agricultores Arroceros de España (1934) que entre otras actuaciones, fijó los precios mínimos para la venta de arroz, el control de los cultivadores y del mercado, el fomento de la exportación y del consumo interior, etc.

A partir de dicha fecha desapareció prácticamente el cultivo de arroz de las marismas, promovido por la presión que sobre la Federación Sindical de Agricultores Arroceros de España ejercía la región levantina y que era justificada por esta, en base a la problemática social (huelgas debido a reivindicaciones laborales) existente en esta zona andaluza.

Ante esta coyuntura la compañía de Valoración de Marismas S.A. abandonó la explotación agrícola de las marismas, paralizó sus trabajos y proyectos y alquiló sus tierras para el pastoreo.

En 1934 se constituyó la sociedad Ismagsa que relevó a la anterior compañía, y que después de diversas vicisitudes sociales, alcanzó un balance tan ruinoso que abandonó el proyecto de aprovechamiento agrícola y colonización de estas tierras, dejando sin recursos a una población de 653 habitantes, que representaba alrededor del 17% de la población de Puebla del Río y su término.

El comienzo de la contienda civil española frenó las ya poco importantes actividades agrícolas realizadas en ambas márgenes de las marismas del Guadalquivir. Las propiedades cayeron en manos del ejército nacionalista, mientras que

Madrid, donde se encontraba la sede social de la compañía y Barcelona, su centro administrativo, permanecieron en zona republicana. Seguidamente, la Delegación de Hacienda de Sevilla embargó el total de los bienes de Igmasa.

Las necesidades militares y económicas, consecuencia de la Guerra Civil y mantenidas durante la Segunda Guerra Mundial y el bloqueo económico español, fomentaron el comienzo del monocultivo arrocerero en las marismas del Guadalquivir.

La compañía R. Beca y Cía., sucesora de Igmasa, ante las perspectivas favorables del cultivo de arroz solicitó el que el coto arrocerero no tuviese límites en esta zona, al igual que en las del resto de España, consiguiendo en principio que la siembra se pudiese hacer durante cinco años en la misma zona y, posteriormente (1940) que se facultara al Instituto Nacional de Colonización para establecer el cultivo del arroz en aquellos terrenos pantanosos o impropios para otros aprovechamientos agrícolas.

De esta forma, el arrozal fue relegando de las mejores tierras a la ganadería, que quedaría en las peores tierras (zona sur de la Isla). El riego se inició elevando aguas del Guadalquivir desde la bomba del Mármol, aprovechando las instalaciones de las anteriores compañías, y en la década de los cuarenta se pasó de 2.290 has. a 3600 has. de cultivo.

A inicios de los años cuarenta se produjo la venida más importante de pobladores levantinos a las marismas. Ya anteriormente, durante la República habían llegado cuadrillas eventuales levantinos contratados por la Compañía de Valoración de Marismas S.A., que volvía a su lugar de origen una vez finalizadas las labores de cultivo.

La participación del Estado en el proceso de colonización con cultivo de arroz en la marismas del Guadalquivir (Instituto Nacional de Colonización y Confederación Hidrográfica del Guadalquivir) fue pequeña, reduciéndose a estudios iniciales, algu-

nas obras de infraestructura, viviendas sociales, etc. Puede decirse que **el proceso de transformación de las marismas se debió a la iniciativa privada.**

Con la llegada de la década de los cincuenta volvieron a aparecer excedentes de arroz. Esta situación se intentó controlar, sin éxito, a través de la entrega obligatoria de los cupos. Así, el problema fue agravándose, la ley de Cotos no recibió una aplicación estricta por parte de la Administración, y todo contribuía a que aparecieran amplios volúmenes de producción en una zona con una carencia general de instalaciones de secado y almacenamiento de las cosechas, que obligaba a los agricultores, acuciados por sus deudas, a sacar al mercado grandes volúmenes de mercancía que devaluaba el precio mínimo de garantía.

La década de los sesenta produjo el paso de una economía tradicional a la producción mecanizada. Los arroceros que habían soportado las notables pérdidas de una producción excedentaria, cambiaron la hasta entonces tendencia de aumentar la producción por la de la reducción de los gastos de cultivo, en alza constante. Así, con la aparición del Plan de Estabilización, comenzó en toda España el éxodo rural y la mecanización del campo.

En los años setenta el proceso de mecanización se aceleró con la extensión de la siembra directa con avionetas, el uso de herbicidas y el empleo de cosechadoras para la recolección.

Desde un punto de vista económico, en este período, se asistió a una lucha por el aumento de los precios mínimos del arroz. La Federación Sindical de Agricultores Arroceros de España inició la andadura de acaparar y almacenar la producción excedentaria para su exportación, subvencionada, y revalorizar el arroz en el mercado interior, en lugar de entregar los excedentes al SENPA a precios muy inferiores.

La entrada de España en la CEE abrió para el arroz andaluz unas perspectivas muy alentadoras dadas por la situación deficitaria de la Comunidad y que los rendimientos alcanzados en el arrozal sevillano eran muy superiores al de los países comunitarios productores.

Se ha originado a partir de entonces la liberalización del cultivo, que no trajo como consecuencia inmediata un aumento significativo de la superficie del arrozal español o/y andaluz. Se introdujeron variedades de tipo Índica, de grano largo, procedentes de E.E.U.U. y Filipinas, que, subvencionadas por la Comunidad, fueron sustituyendo a las de tipo Japónica, de grano corto, hasta entonces mayoritarias.

La crisis actual del arrozal sevillano es consecuencia de las extremas condiciones de sequía que está padeciendo el sur de España. En épocas de sequía la salinidad del agua en las tomas de riego imposibilita el cultivo del arroz debido a la presencia del llamado tapón salino.

En efecto, el influjo marino sobre el cauce del Guadalquivir, como consecuencia de las mareas, que llegan a oscilaciones de más de dos metros, encuentra pocas dificultades aguas arriba, dados los pequeños desniveles existentes en la desembocadura. Este caudal de agua se ve compensado por el del río, presentándose una zona de transición, tapón salino, cuya localización es variable, dependiendo de la importancia de las precipitaciones y de los desembalses realizados desde la presa de Alcalá del Río. La presa de Alcalá del Río debe de soltar de 20-25 m³/seg. para que se mantenga la salinidad adecuada para el cultivo.

Las etapas de sequía se han repetido periódicamente en las marismas del Guadalquivir y en la cuenca superior de dicho río en el pasado próximo. Desde el punto de vista del cultivo de arroz se han encontrado años secos en casi todas las décadas del siglo XX. Los años cuarenta, por poner un ejemplo, fueron los más secos del siglo; 1975, como consecuencia del

adicional efecto de la sequía acumulada durante los años anteriores, es considerado como un año agrícola nefasto.

En la década de los ochenta y principios de los noventa los efectos de la sequía se han vuelto a notar con intensidad: en 1983 apenas se pudo sembrar arroz (3%), en 1989 sólo el 30%, en 1992 el 50% y en 1993 y 1994 se ha sembrado en torno al 5%.

2. SITUACIÓN ACTUAL Y EVOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LAS EXPLOTACIONES

El área arrocerá sevillana se encuentra en su totalidad en las Marismas del Guadalquivir, en su parte noroeste y en las dos márgenes del río. Geográficamente se extiende sobre la mitad norte de Isla Mayor, abarca casi completamente Isla Mínima e Isla Menor. Estas islas son consecuencia del reparto de las aguas del Guadalquivir en tres brazos: Brazo Central; el de La Torre o del Oeste; y el del Rosario o del Este. Estos tres brazos se vuelven a unir dos a dos en diferentes puntos. Las islas que quedan así delimitadas son tres:

Isla Mayor: situada entre el Brazo Central y el Brazo de la Torre que recoge el caudal aportado por el caño del Guadiamar ocupando una superficie de 24.277 has.

Isla Menor: terreno que queda delimitado por el Brazo Central y el del Este, ocupando una extensión de 8.688 has.

Isla Mínima: antiguamente no era más que un entrante que recortaba la Isla Menor sobre la Isla Mayor como consecuencia de la existencia de un meandro del Guadalquivir. La rectificación del cauce en este punto realizada con la corta de los Jerónimos, en 1888, dio lugar a una nueva y pequeña isla entre los cauces antiguo y nuevo del Brazo Central. De esta forma, al secarse y desaparecer el

cauce antiguo la Isla Mínima entró a formar parte de la Isla Mayor.

En lo que sigue se van describir las estructuras correspondientes a los factores: Tierra, Trabajo, Capital y otros aspectos organizativos que facilitan la actividad arrocera, como son las actividades asociativas, en lo referente a las Cooperativas de secado y comercialización y las Comunidades de Regantes.

La mayor parte de la información que se presenta procede del análisis del Censo de Agricultores Arroceros de la Federación de Arroceros de Sevilla, que es la información más actual disponible. Dado que esta información viene referida a los propietarios arroceros y no a las

explotaciones, las descripciones se harán de acuerdo a este criterio.

FACTOR TIERRA

De acuerdo con el citado Censo de Agricultores Arroceros, son 1032 los agricultores arroceros, que cuentan con 34.913 has., suponiendo el 35,5% de las Marismas. El tamaño medio de acuerdo con estos datos es de 33,83 has./agricultor (Morote, F. 1993), lo que supone la extensión media por agricultor mayor de las zonas arroceras españolas. Esto posibilita la tecnificación reduciendo los costes de cultivo (Herruzo y Zekri 1993).

La distribución de la superficie por términos municipales es la siguiente:

Tabla 1: Distribución geográfica del parcelario

Término municipal	Nº has.	% Superf.	Nº parcelas	% parcelas	Sup. media (ha)
Puebla del Río	21051,15	60,30	1337	78,7	15,75
Aznalcázar	3649,00	10,44	169	9,9	21,59
Utrera	1696,95	4,86	52	3,1	32,63
Las Cabezas	1532,88	4,40	61	3,6	25,13
Los Palacios	1176,33	3,40	21	1,2	56,02
Dos Hermanas	211,46	0,60	11	0,6	19,22
Coria del Río	55,00	0,20	1	0,1	55,00
NS/NC	5540,72	15,80	47	2,8	117,88
TOTALES	34913,49	100,00	1699	100,0	20,55

Fuente: Censo de Agricultores Arroceros (F.A.S.). Elaborado Morote, F. 1993

El municipio que más importancia arrocera tiene es La Puebla del Río que reúne al 60,3% de la superficie y el 78,7% de las parcelas. Villafranco del Guadalquivir, segregado de la Puebla del Río en 1994 cuenta con 9.142 has.

La superficie media de las parcelas por término municipal muestra una mayor concentración de la tierra en municipios como: Los Palacios, Coria del Río, Utrera y Las Cabezas, todos ellos (salvo Coria

del Río, con poca importancia arrocera) situados en la margen izquierda del Guadalquivir: Esto contrasta con la menor concentración en los situados en la margen derecha. Esta circunstancia es consecuencia de las distintas transformaciones históricas que ocurrieron en una y otra margen (Morote, F. 1993).

La distribución del número de agricultores y la superficie por los tamaños de las explotaciones se muestra a continuación:

**EL CULTIVO DEL ARROZ EN ANDALUCÍA.
ESTRUCTURAS PRODUCTIVAS**

Tabla 2: Estructura de la propiedad.

Tamaño explotación	Nº Agricultores	% Agricultores
< 25 has.	766	74,2
25 - 60 has.	147	14,2
60 - 150 has.	64	6,2
> 150 has.	37	3,6
NS/NC	18	1,7
TOTALES	1032	100,0

Fuente: Censo de Agricultores Arroceros F.A.S. Elaborada (Morote, F. 1991)

Tabla 3: Superficies totales y tamaños medios.

Estratos	Superficie (has)	Superficie (%)	Tamaño medio
< 25 has.	8.705,84	24,92	11,37
25 - 60 has.	5.588,71	16,00	38,01
60 - 150 has.	5.752,03	16,47	89,87
> 150 has.	14.866,91	42,61	402,35
TOTALES	34.913,49	100,00	34,43

Fuente: Censo de Agricultores Arroceros F.A.S. Elaborada (Morote, F. 1991)

Se aprecia una predominancia grande, en número, de las explotaciones de pequeño tamaño (74,2% son menores de 25 has.) y escasa de las de mayor dimensión. Estas cifras contrastan con la menor participación de estos extremos cuando nos referimos a la superficie (el 42,61% de la superficie está representado por las explotaciones mayores de 150 has y solo el 24,92% de ella por las de menos de 25).

La evolución de la concentración puede verse a través del análisis de los Índices de Gini en distintos momentos históricos del cultivo.

Los índices de Gini, calculados a través de la tradicional gráfica de Lorentz, son respectivamente para los años citados de 0,66, 0,56, 0,51, y 0,68. Esto índices toman el valor 0 cuando existe una

distribución absolutamente homogénea de la tierra (nula concentración) y el valor 1 cuando esta distribución es absolutamente heterogénea (gran concentración).

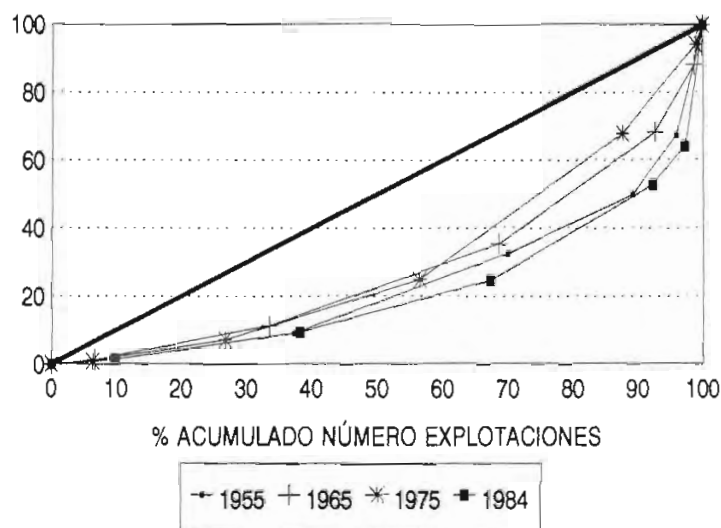
La explicación, que puede verse en la Fig 1, se basa en la comparación de una absoluta homogeneidad en la distribución de la tierra representada por la bisectriz del primer cuadrante y las situaciones reales de las respectivas curvas. Mientras éstas se separen más de dicha bisectriz peor será la distribución.

Estos valores están, en todos los casos, por debajo de los correspondientes a la Vega del Guadalquivir (0,77 en 1982), Andalucía (0,84; 1982), España (0,83; 1982) y muy próximos a los de nuestros vecinos comunitarios (0,63 en 1980) (Calatrava, J y Navarro, L. 1988).

Tabla 4: Evolución del número de explotaciones y la superficie por estratos de tamaño

ESTRATO	1955		1965		1975		1984	
	N. EXP	SUP	N.EXP	SUP	N.EXP	SUP	N.EXP	SUP
0-5	35	109.97	60	219.68	58	186.27	98	337.94
5-10	103	792.25	238	1904.79	183	1403.45	290	2301.51
10-20	120	2329.35	309	4491.67	269	4039.65	295	4290.41
20-50	71	1737.87	215	6248.04	283	9830.56	254	7936.55
50-100	25	1733.35	52	3695.83	102	5982.92	50	3227.67
> 100	15	3245.5	13	2267.75	10	1322.63	28	10072.59
TOTAL	369	9948.29	887	18827.76	905	22765.48	1015	28166.67

Fuente: Censo de Agricultores Arroceros F.A.S. Elaborada (Morote. F. 1991)

Figura 1. Evolución del número de explotaciones y superficies por estratos (G. Lorentz)

FUENTE: González Arteaga 1993. Elaboración propia.

En consecuencia se observa una adecuada distribución de la tierra, lejos de los conceptos latifundistas que definen a muchas regiones españolas.

Los cambios en estos índices de concentración en el arrozal sevillano, muestran que en los años sesenta se produce una mejor distribución como consecuencia

de la llegada de arroceros valencianos posteriormente a la Guerra Civil (González Arteaga, 1993), que se mantiene en los años setenta y comienza un descenso en los finales de los setenta y ochenta, como consecuencia de la modernización de las técnicas de cultivo y la sustitución de la mano de obra por maquinaria (González Arteaga 1993).

EL CULTIVO DEL ARROZ EN ANDALUCÍA. ESTRUCTURAS PRODUCTIVAS

PARCELACIÓN

Las parcelas se caracterizan por su gran tamaño, forma rectangular y la proximidad entre ellas. La red viaria está en buen estado y la topografía de la zona, junto con el avance en la nivelación regulada con láser, ha permitido que las tablas de arroz sean de mayor superficie y el terreno ocupado por los almorriones, en consecuencia, se reduzca.

Destaca la escasa parcelación de las explotaciones arroceras sevillanas, con una media de 1,55 parcelas por explotación, siendo el mayor porcentaje el correspondiente a las explotaciones de una parcela.

Las explotaciones con mayor número de parcelas son lógicamente las de mayor tamaño (Morote, F. 1993). En efecto, el número medio de parcelas para los distintos estratos en orden creciente de tamaño es de 1,4, 2,07, 2,58 y 2,73 parcelas/explotación.

Tipo de tenencia de la tierra

El tipo predominante es el de propiedad, que representa en superficie el 74,8% de la superficie total de arroz y el 67% del número de parcelas. Del resto de las formas predomina el arrendamiento y aparece la cesión como tercera forma pero de muy escasa importancia.

La evolución en el régimen de tenencia de la tierra es la que sigue (Tabla 7):

Tabla 5: Parcelación de las explotaciones

Nº PARCELA	Nº AGRICULTORES	%
1 Parcela	609	60.0
2 Parcelas	225	22.2
3 Parcelas	101	10.0
4 Parcelas	61	6.0
5 o más	18	1.8
TOTALES	1014	100.0

Fuente: Censo de Agricultores Arroceros F.A.S. 1991. Elaborada Morote, F. 1993

Tabla 6: Tenencia de la tierra

	Prop.	Arrend.	Cesión	Ns/Nc	Total
Sup (has)	26.127	6.255	1.065	1.466	34.913
Sup (%)	74,8	18	3	4,2	100
Nº parc.	1.142	389	114	54	1.699
Parc (%)	67,2	22,9	6,7	3,2	100

Fuente: Censo de Agricultores Arroceros. F.A.S. Elaborada Morote, F. 1991

Tabla 7: Evolución en el Régimen de Tenencia de la Tierra

	1955		1965		1975		1984	
	HAS.	%	HAS.	%	HAS.	%	HAS	%
PROPIED	10.200	46,7	9.242	40,6	16.650	62,7	17.417	61,3
ARREND	8.304	38,1	9.204	40,5	9.415	35,5	10.838	38,2
APARCER	3.300	15,2	4.283	18,9	481	1,8	141	0,5
TOTALES	21.804	100	22.729	100	26.546	100	28.396	100

Fuente: González, J. 1993

Algunas de las razones que explican esta evolución (Morote, F. 1993) están relacionadas con la modernización del campo. En efecto, en unas condiciones de poca intensificación y de uso muy intensivo de la mano de obra, los agricultores tienen un buen margen de maniobra, ya que para ellos es menos gravoso el aportar mano de obra familiar produciéndose la tendencia espontánea del sector a que los grandes propietarios que residen fuera del medio rural, arrienden o cedan en aparcería sus tierras a agricultores que viven más cerca de sus explotaciones. Para los propietarios los sistemas de aparcería ofrecen una vía para disminuir los costes salariales en una etapa de salarios altos, asegurándose ingresos mayores y con menor riesgo (Naredo, J.M.; Sumpsi, J.M. 1984). Sin embargo, con la mecanización aumentan los márgenes de las explotaciones y en consecuencia estos grandes empresarios vuelven a la explotación directa de sus fincas (Morote, F. 1993).

TRABAJO

El cultivo tradicional de arroz en las Marismas del Guadalquivir requería un gran volumen de mano de obra debido al sistema de siembra por trasplante. A finales de los años 50 y en los años 60 empieza a escasear la mano de obra debido a la

expansión de los sectores industriales, de servicios y a una gran emigración a otros países. Todo esto hizo que se provocara un incremento en el precio del factor trabajo ya que estos empleos ofertados eran mejor remunerados que el trabajo agrario.

Esto trajo como consecuencia la modificación de las técnicas de cultivo como el paso del sistema de siembra por trasplante por el de siembra directa y la aparición de los primeros herbicidas (Del Moral, L. 1991).

En la actualidad la situación de la mano de obra de las explotaciones arroceras es como sigue:

Respecto a mano de obra familiar, se observa una presencia de este tipo de fuerza de trabajo conforme disminuye el tamaño de las explotaciones. Así, en el 84% de las explotaciones familiares (< 25 has.) se encuentra presente, bajando estas cifras conforme aumenta el tamaño de las explotaciones al 34%, 13% y 5% para los sucesivos estratos de tamaño.

Con respecto a la mano de obra fija, las explotaciones familiares no cuentan apenas con mano de obra fija 0,063 empleados/explotación, creciendo este número hasta de 2 empleados/explotación en las de más de 150 has.

Tabla 8: Mano de obra fija y familiar

	< 25h	25-60h	60-150h	> 150h
M.O.familiar (% pres.)	84	34	13	5
Nº medio empl. fijos	0,063	0,62	1,21	2

Fuente: Censo F.A.S. Elaboración propia

En cuanto al empleo de trabajadores eventuales en explotaciones menores a 25 ha. no se suelen contratar, ya que con la mano de obra familiar cubren las necesidades del trabajo en sus explotaciones en las épocas de mayor necesidad (que coinciden con los meses de junio y julio en las labores de replanta y escarda manual). En extensiones mayores se hace preciso la contratación de mano de

obra eventual aumentando paulatinamente esta contratación con el crecimiento de la explotación (Morote, F, 1993).

La gerencia de las explotaciones la llevan los titulares de las mismas (65,3%) o alguno de los miembros de la familia (27,7%). Solo un 6% de las explotaciones cuentan con un gerente. El nivel de formación de los agricultores es bajo, siendo

la experiencia (95,8% de los casos) su principal capital humano agrícola (Censo de Agricultores arroceros 1991).

CAPITAL

Las técnicas de producción de arroz han experimentado una profunda transformación en España en las tres últimas décadas. El sector arrocerero ha respondido a los cambios en los precios relativos de los factores de producción con la introducción de nuevas prácticas culturales, siembra directa en lugar de trasplante, y con la adopción de tecnologías ahorradoras de mano de obra, maquinaria y herbicidas fundamentalmente (Herruzo, C. 1986). En la actualidad puede decirse que prácticamente todas las labores del cultivo se encuentran mecanizadas a excepción de la siembra, todavía realizada a mano en las explotaciones más pequeñas de Valencia y Extremadura.

Cuando se introduce el arroz en las Marismas las labores se realizaban a mano, siendo un cultivo de un uso muy intensivo de mano de obra. El gran desarrollo que experimentó el cultivo durante y después de la Guerra Civil, produjo una fuerte demanda de mano de obra que se cubría con los temporeros que venían de Jaén, Córdoba, Extremadura y otras zonas. La demanda de trabajadores no se satisfacía con los de los pueblos cercanos.

En la década de los cincuenta se dieron dos fenómenos que afectaron al empleo de la mano de obra: se produjo un trasvase de trabajadores desde el sector agrario a otras actividades en desarrollo (industria y servicios), que contaba con mejores remuneraciones; junto a una emigración a países europeos. Todo esto originó una escasez de mano de obra agrícola que ocasionó una elevación de los costes por lo que obligaba a mecanizar, en cierto grado, las labores.

Al inicio del cultivo la preparación del lecho de siembra se realizaba con aperos tirados por bueyes o mulos (González, J. 1993). Esto cambia en los años cincuenta

con el uso de los tractores. Durante el primer tercio de siglo la siega se hacía a mano y la trilla en las eras mediante el pisoteo del grano por caballerías. Pronto aparecerían las primeras trilladoras mecánicas que requerían muchas personas para su correcto funcionamiento. En los primeros años sesenta se comenzaron a usar las primeras cosechadoras-trilladoras autopropulsadas con ruedas semiorugas.

El primer paso en la mecanización fue la introducción de los tractores, que comenzó en los años cuarenta a pesar de las dificultades existentes para importarlos. En 1953 se liberalizan las importaciones (Herruzo, C. 1986) y el uso de los tractores se generaliza a lo largo de esta década. Los tractores se dedican a faenas como el fanguero, alzar, nivelar, etc., disminuyendo el tiempo de ejecución y facilitando estas labores. Esta innovación tecnológica fue la primera y afectó a todas las labores en general. Las que le siguieron tuvieron un carácter más específico, como el paso de la siega a mano a la recolección mecanizada y de trasplante a siembra directa.

A principio de los años setenta se produce el final de la etapa del cultivo tradicional basado en el empleo de mano de obra abundante, presencia importante de arrendamiento y aparcería frente a la explotación directa.

En estos momentos hay una modernización del sistema de cultivo, mecanización, siembra directa, escarda química,... y la concentración de las explotaciones mayoritariamente cultivadas en régimen directo.

Con lo que respecta a la nivelación, esta se hace con dos tipos de máquinas: "empujadoras" y "traíllas". Últimamente estas labores se acompañan de un dispositivo de emisión de rayos láser para una mejor nivelación, a este tipo de maquinarias es a las que se les incorporan estos emisores de láser. Con los láser se consigue la nivelación de forma automática del terreno.

La mecanización de la recolección y de la siembra directa supusieron el abandono de muchas pequeñas explotaciones, y la concentración de la propiedad, buscando aumentar la dimensión de las fincas para adaptarse a esta nueva forma de producir arroz.

La mecanización del secado ha sido más lenta. Hasta los años setenta la forma más generalizada de secar el arroz era exponiéndolo al sol, en plataformas de hormigón. Esto obliga a mover continuamente los montones de arroz, lo que conlleva un gran gasto de mano de obra y un aumento del porcentaje de granos partidos. A la vez existe el riesgo de mojarse el grano por las posibles lluvias que se pudieran producir.

En los años setenta se introduce el secado mecánico, que reduce considerablemente la necesidad de mano de obra, suprime el riesgo de que se moje el grano por lluvias y reduce el número de granos partidos en el proceso de secado.

La inversión para la instalación de un secadero mecánico es elevada y sólo pueden afrontarla los grandes agricultores o las cooperativas. Este es el momento de

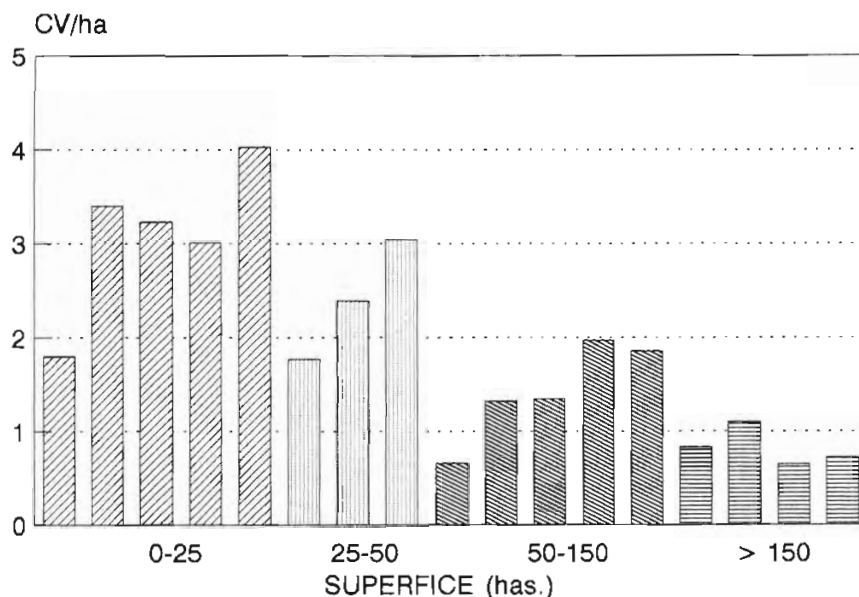
creación de las primeras cooperativas, en las que el pequeño agricultor ve resuelto el problema del secado y de la venta de arroz (González, J. 1993).

A pesar del capital en maquinaria e instalaciones que poseen las explotaciones, es muy frecuente el recurrir al uso de maquinaria ajena. El origen de esta maquinaria puede ser muy variado: cooperativas, empresas de servicios, otros agricultores, etc. Es frecuente la contratación de avionetas para la siembra y tratamientos plaguicidas, así como de la nivelación por láser.

La situación actual de la maquinaria de las explotaciones arroceras sevillanas se puede hacer a través del estudio del nº de C.V. por ha. de las explotaciones de acuerdo a sus tamaños (Morote, F. 1993).

En la Fig 2. se puede observar que esta relación es muy alta en las explotaciones entre 5 y 25 has.. La explicación de este fenómeno viene dada en parte por la ausencia de economías de tamaño en explotaciones menores de 60 has. (Morote, F. 1993), así como por el uso de la maquinaria excedente en estas explotaciones para prestar servicios a otras explotaciones de la zona.

Figura 2. Potencia Maquinaria (Cv/ha.) según tamaño explotaciones.



FUENTE: Censo Agricultores Arroceros. F.A.S. Elaborada: Morote, F. 1991.

Menos del 10% de los agricultores arroceros sevillanos poseen cosechadora propia (Censo de Agricultores Arroceros F.A.S. 1991), siendo generalizada la contratación de estos servicios a empresas especializadas, que poseyendo maquinaria para la recolección de los cereales, la adaptan a la del arroz.

Las instalaciones de secado mecánico han ido sustituyendo a las tradicionales solares. Más del 50% de los agricultores secan el grano en secaderos mecánicos ajenos, fundamentalmente a través de los servicios que reciben de sus cooperativas. Solamente un 8% de ellos lo hacen por medio del secado solar en exclusiva (Censo de Agricultores Arroceros, F.A.S. 1991).

ASOCIACIONISMO.²

COOPERATIVAS DE SECADO Y COMERCIALIZACIÓN:

En Sevilla las cooperativas comercializan un 42% del arroz cáscara, vendiéndolo posteriormente a las industrias arroceras, ya que carecen de molinos arroceros. En esta zona se ubica la principal empresa arroceras española, Arrocerías Herba, S.A., que destina gran parte de sus ventas al mercado exterior.

En Sevilla las cooperativas arroceras se encuentran bien implantadas entre los agricultores. Controlan aproximadamente el 39% de la superficie arroceras, suponiendo un 42% de la producción. En esta zona existen las siguientes cooperativas: S.C.

Veta la Mora, S.C. Arroceros Unidos, S.C. Isla Mayor, S.C. Los Tres Puentes, S.C. Santa Sofía, todas estas en Villafranco del Guadalquivir, S.C. De la Puebla del Río, en Puebla del Río y Arroceros del Bajo Guadalquivir, en los Palacios y Villafranca.

La totalidad de las cooperativas de la zona arroceras de Sevilla, a excepción de dos de ellas, la Cooperativa del Bajo Guadalquivir y Los Tres Puentes, venden su producción a Arrocerías Herba S.A. La venta se realiza mediante contratos de precampaña, realizados varios meses antes de la siega, en el que se especifica el precio de compra del arroz y forma de pago. Generalmente se establecen tres plazos, en octubre un 30%, en diciembre otro 30% y el 40% restante en febrero-marzo.

LAS COMUNIDADES DE REGANTES:

Las Comunidades de regantes son asociaciones de agricultores cuyo fin primordial es el de gestionar y explotar las concesiones de agua de riego de las que son titulares y beneficiarias.

Más del 90% de los arroceros sevillanos se encuentran asociados a una o varias Comunidades de Regantes, siendo las más importantes por el número de socios las de "Mínima", "La Ermita" y "El Mármol", que cuentan respectivamente con el 38%, 21% y 9,5% de los agricultores arroceros sevillanos (Censo de Agricultores Arroceros F.A.S. 1991).

2. José Carmona Durán, 1993. "Estado del Sec-

tor del Arroz en España". Trabajo Profesional Fin de Carrera, E.T.S.I.A.M., Universidad de Córdoba.

BIBLIOGRAFÍA

ALONSO, A. 1993: Valoración tecnológica y fijación de prioridades de investigación en el cultivo del arroz en España. Trabajo Profesional Fin de Carrera. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes de la Universidad de Córdoba.

Comisión Internacional de Expertos sobre el Desarrollo del Entorno de Doñana 1992: Dictamen sobre estrategias para el desarrollo socioeconómico sostenible del entorno de Doñana.

CRUZ, J. 1988: La intervención del hombre en la ría y Marismas del Guadalquivir. ERIA 1988.

Del MORAL, L. 1993: El impacto del déficit de agua en el arrozal de las Marismas del Guadalquivir. I Jornadas de Análisis del impacto de agua en la agricultura andaluza.

GONZÁLEZ, J. 1993: Las Marismas del Guadalquivir: Etapas de su aprovechamiento económico. C. P. Antonio Cueva.

HERRUZO, C.; Slim, Z. 1993: El Sector del arroz en España. Ventajas comparativas entre las distintas zonas productoras. Revista de Estudios Agro-Sociales nº 163.

MENANTEAU, L. 1984: Evolución histórica y consecuencias morfológicas de la intervención humana en las zonas húmedas: El caso de las Marismas del Guadalquivir.

MOROTE, F. 1993: Estructura y costes de producción en explotaciones arroceras de las Marismas del Guadalquivir. Trabajo Profesional Fin de Carrera. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes de la Universidad de Córdoba.

NAREDO, J.M.; Sumpsi, J.M. 1984: Evolución y características de los modelos disciplinarios del trabajo agrario en las zonas de gran propiedad. A. Sociedad, 33, 1984.

RODRÍGUEZ, M. 1994: Historia de la Isla Mayor del río Guadalquivir. C. P. Florentina Bou.

UNICAJA 1993: Atlas Económico de Andalucía 1992. Unicaja.

PROBLEMAS TECNOLÓGICOS DEL ARROZ Y PRIORIDADES DE INVESTIGACIÓN

**A. CASIMIRO HERRUZO Y
ANTONIO ALONSO MIELGO**

*Escuela T. S. Ingenieros Agrónomos
y de Montes.
Universidad de Córdoba*

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo pretende ofrecer una primera información económica de carácter cuantitativo sobre los principales limitantes tecnológicos de la producción de arroz en España. Asimismo, se evalúa el grado de conocimientos existente para superar las restricciones técnicas que afectan al cultivo de esta gramínea. Por último, se efectúa un primer ejercicio de priorización de actividades de investigación en este sector. El procedimiento seguido para el establecimiento de prioridades de investigación en arroz permite capitalizar la escasa y, en muchos casos, fragmentada información disponible necesaria para lograr una mejor asignación de recursos a actividades científicas y técnicas en este sector.

Dada la complejidad y diversidad del proceso de fijación de prioridades de investigación, existe coincidencia en afirmar que no hay ningún método de priorización que resulte óptimo en todas las situaciones. Por el contrario, los distintos enfoques disponibles para realizar esta difícil tarea pueden resultar, en muchos casos, complementarios.

Autores como Norton y Pardey (1987) y Contant y Bottomley (1988) han analizado una serie de procedimientos formales desarrollados para priorizar actividades de investigación. Por otra parte, existen otros métodos de priorización de la investigación que adoptan un enfoque menos riguroso, pero que resultan especialmente útiles cuando la información disponible es escasa y deficiente. Forman este grupo los métodos de congruencia, listado de criterios y criterios ponderados ("scoring"). El método de congruencia ordena las actividades de investigación según su previsible contribución al aumento del producto agrario bruto. En el segundo método indicado se utiliza un listado de criterios con el fin de asegurar que quedan fuera del proceso de toma de decisiones ninguna de las consideraciones y aspectos más relevantes. El método de los criterios ponderados es una extensión del procedimiento anterior y consiste en asignar valores numéricos y ponderaciones a los criterios establecidos.

2. METODOLOGÍA PARA LA FIJACIÓN DE PRIORIDADES DE INVESTIGACIÓN

La metodología desarrollada en este trabajo para la fijación de prioridades de investigación en arroz se asemeja a la utilizada por Macagno *et al.* (1992) e incorpora elementos de los enfoques de congruencia y listado de criterios. En él se prevén las siguientes etapas metodológicas:

- 1) Inventario, caracterización y clasificación de las actividades de investigación en arroz, así como en programas relacionados.
- 2) Identificación, valoración y localización geográfica de los factores limitantes a la producción.
- 3) Cuantificación de la magnitud de pérdidas ocasionadas por los factores limitantes.
- 4) Estimación de la disponibilidad de conocimientos para superar los problemas provocados por los factores limitantes.
- 5) Primer ejercicio de priorización, y contrastación con las orientaciones actuales de la investigación.

Las prioridades de investigación se representan en base a una matriz similar a la expuesta en la Figura 1, donde el eje de ordenadas representa la importancia económica de las pérdidas que ocasionan los factores limitantes en la producción arrocería, y el eje de abscisas el nivel de conocimiento existente para superarlos.

Como puede observarse, el máximo potencial de investigación lo tendrían aquellos factores que se sitúen en la zona superior derecha de la matriz (zona más oscura), ya que su incidencia económica es alta y el nivel de conocimiento es bajo. Por otra parte, los factores que se encuentren localizados en la zona superior izquierda - importancia económica y nivel de conocimiento altos - indicarían que es necesario un mayor esfuerzo en la divulgación de los conocimientos existentes sobre los mismos al agricultor, para paliar el alto efecto negativo que provocan en la producción.

PROBLEMAS TECNOLÓGICOS DEL ARROZ Y PRIORIDADES DE INVESTIGACIÓN

Figura 1. Matriz de fijación de prioridades

Importancia económica	Alta	
	Media	
	Baja	
		Alto Medio Bajo
		Nivel de conocimiento

De otra parte, es necesario resaltar la versatilidad del método utilizado, que queda reflejada en las posibilidades de incluir otros aspectos y/o criterios adicionales en el eje de ordenadas, además de la importancia económica; por ejemplo, efectos redistributivos, como las oportunidades de empleo, e impactos medioambientales.

La información básica para la realización de las diferentes fases se obtiene a partir de la consulta a los responsables de la investigación. Para ello es necesario elaborar dos cuestionarios. El primero recoge las orientaciones actuales de la investigación y los recursos que en ella se emplean. El segundo incorpora los aspectos relacionados con la valoración que los investigadores deben realizar de los factores tecnológicos limitantes a la producción y de la disponibilidad de conocimiento existente para superarlos. Dichos cuestionarios serán enviados a cada uno de los centros de investigación para su discusión y posterior cumplimentación mediante entrevista personal. Esto último es particularmente importante para favorecer la homogeneización de los criterios de valoración.

3. PROCESO DE PRIORIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN EN ARROZ

En este apartado se aplica la metodología descrita en el apartado anterior a la fijación de prioridades de investigación en arroz¹. La localización mayoritaria de la

superficie y producción de arroz en España (91% y 92%, respectivamente) en las zonas de Sevilla, Extremadura, Valencia y Tarragona aconseja centrar en ellas nuestro marco de estudio (MAPA, 1992).

3.1. PRIMERA ETAPA: CARACTERIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La primera etapa del proceso de priorización de actividades pretende proporcionar una síntesis global de las actividades de investigación que se llevan a cabo en arroz.

En España se realiza investigación en arroz en las cuatro principales zonas productoras, si bien el grado de intensidad de estas investigaciones no resulta homogéneo². La trayectoria investigadora del Departamento del Arroz del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) en Sueca, Valencia, se remonta a principios de siglo (Herruzo, 1986) y continúa en la actualidad con tres investigadores que llevan adscritos al mismo desde los años sesenta y setenta. En Sevilla y Extremadura la investigación en arroz data de fechas recientes, realizándose ésta en el Centro de Investigación y Desarrollo Agrario (CIDA) Las Torres-Tomejil de la Consejería de Agricultura de la Junta de Andalucía en Sevilla, y en el Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico (SIDT) La Orden de la Junta de Extremadura en Badajoz, respectivamente. Actualmente existe un investigador dedicado a la investigación en arroz

1. Para un mayor detalle véase Alonso Mielgo (1993)

2. El ámbito de este trabajo es la investigación pública, no se considera, por tanto, la investigación que puedan estar llevando a cabo las empresas privadas.

en cada uno de estos centros. La investigación en Tarragona se lleva a cabo en la Estación Experimental del Ebro perteneciente al Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (IRTA). En esta zona, al igual que en Sevilla y Extremadura, existe una persona dedicada a la investigación en arroz.

Los proyectos de investigación que se vienen realizando en los distintos centros se recogen en el cuadro 1. Como se puede apreciar, son relativamente pocos, lo que se halla en consonancia con el número de científicos responsables de las actividades de investigación en cada zona³.

Cuadro 1. Identificación de los proyectos de investigación en realización.

CENTROS	PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	OTROS CENTROS
CIDA (Sevilla)	- Evaluación de variedades de arroz. - Respuesta del arroz a la fertilización nitrogenada. - Estructura productiva y de mercado en el sector arrocero sevillano.	- - ETSIAM Córdoba
SIDT (Extrem.)	- Evaluación de variedades de arroz de perfil índica.	-
IVIA (Valencia)	- Obtención de nuevas variedades de arroz, teniendo dos líneas prioritarias: a) Resistentes al encamado, y b) De perfil índica. - Influencia de las cianobacterias fijadoras de N en la fertilización del arrozal.	IRTA Facultad Ciencias Biológicas Madrid
IRTA (Tarragona)	- Obtención de nuevas variedades de arroz. - Ensayo de métodos de lucha contra arroz salvaje.	IVIA IRRI Filipinas

Fuente: Elaboración propia a partir de las encuestas (1993).

3.2. SEGUNDA ETAPA: IDENTIFICACIÓN Y LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS FACTORES LIMITANTES

Esta segunda etapa del proceso de priorización permite identificar aquellas áreas donde es necesario resolver un determinado problema y su grado de importancia. Asimismo, permite conocer las áreas geográficas de aplicación potencial de los resultados de las investigaciones en curso o de aquellas a desarrollar en el futuro.

La valoración inicial demandada a los responsables de la investigación sobre los factores limitantes a la producción es de tipo cualitativo. El comenzar con indicadores de este tipo, como es el grado de

importancia, se justifica por el hecho de que facilita a los investigadores encuestados el paso a la siguiente fase de valoración cuantitativa, al obligarlos a realizar una primera jerarquización en base a la importancia relativa de los factores limitantes.

La Tabla 1 muestra el resultado de aplicar esta fase de la metodología al arroz. En ella se identifican los factores limitantes a la producción⁴ en las cuatro principales zonas productoras junto, a su grado de importancia. Las regiones vienen recogidas en las columnas y los factores limitantes en las filas. En la intersección se recogen los indicadores cualitativos tendentes a reflejar la intensidad del problema.

3. Para una visión completa de la investigación y experimentación pública en arroz habría que considerar también los trabajos realizados en las Estaciones de Aviso de Plagas y Enfermedades, así como las actividades de investigación de carácter más o

menos puntual realizadas por determinados departamentos universitarios.

4. A modo de aclaración vamos a comentar sucintamente la naturaleza limitante de las enferme-

PROBLEMAS TECNOLÓGICOS DEL ARROZ Y PRIORIDADES DE INVESTIGACIÓN

Tabla 1. Localización y grado de importancia de los factores limitantes.

FACTORES LIMITANTES		SEVILLA	EXTREMADURA	VALENCIA	TARRAGONA
Enfermedades	<i>Pyricularia oryzae</i>	3	2	2	2
	BYDV (roja)	X	X	X	X
Plagas	<i>Eusarcoris inconspicuus</i>	2	2	X	X
	<i>Chilo suppressalis</i>	X	X	2	2
	Quironómidos	1	1	X	X
Malas hierbas	<i>Oryza sativa</i>	2	2	3	3
	<i>Echinochloa spp.</i>	3	3	3	3
	<i>Potamogeton spp.</i>	X	X	2	X
Otros seres nocivos	Algas	1	1	1	1
	Roedores	X	X	X	X
	Aves	X	X	X	X
	Cangrejo rojo	2	X	1	1
	Variedades	1	X	1	3
	Fertilización	1	1	2	2
Riego	Sistema de riego	X	X	3	X
	Cantidad de agua	3	2	X	X
	Calidad del agua	3	X	X	X
	Maquinaria	X	X	X	X

Grados: X = No importante; 1 = Moderadamente importante; 2 = Medianamente importante; 3 = Muy importante.

Fuente: Elaboración propia.

Puede observarse como se van conformando los principales limitantes de las diferentes zonas. Así, destacan *Pyricularia oryzae*, y la cantidad y calidad de agua en Sevilla; *Echinochloa spp.*, en Extremadura; *Oryza sativa* y el sistema de riego, en Valencia; y *Oryza sativa* y las variedades, en Tarragona. Asimismo, es preciso destacar que *Echinochloa spp.* es un factor limitante de importancia máxima en todas las zonas.

3.3. TERCERA ETAPA: VALORACIÓN ECONÓMICA

El siguiente paso en la metodología consiste en la cuantificación del perjuicio ocasionado por los factores limitantes listados en la Tabla 1. Esto puede expresarse mediante el porcentaje de disminución de cosecha atribuido a los mismos en cada región productora. No obstante, es necesario aclarar que en algunos de los factores limitantes señalados, como es el

dades, plagas y malas hierbas que aparecen en dicha tabla:

- *Pyricularia oryzae* Cav. es un hongo que provoca la enfermedad denominada "fallada", debido al llenado imperfecto del grano que se produce.

- BYDV es un virus que hace que las panículas del arroz sean cortas y estén formadas por pocos racimos.

- *Eusarcoris inconspicuus* H. S. es un insecto que se alimenta de los granos en formación, extrayendo el jugo lechoso de los mismos.

- *Chilo suppressalis* Walk. es otro insecto que, en estado larvario, se alimenta de los tiernos tejidos

de las hojas y tallos; además, penetra en el tallo a las pocas horas de su nacimiento matando a la planta de arroz.

- *Quironomidae* (Quironómidos) es un familia de insectos en la que se encuentran algunas especies cuyas larvas atacan las raicillas del arroz destruyéndolas e impidiendo el arraigo del mismo.

- *Oryza sativa* L. (arroz salvaje) es una planta de la misma especie del arroz cultivado, cuyo control es muy problemático al no existir productos químicos tan específicos para combatirla.

- *Echinochloa spp.* y *Potamogeton spp.* son varias especies de malas hierbas que se presentan en los arrozales con una frecuencia alta.

caso de las variedades, la evaluación de la magnitud del daño no responde a la merma real en la producción, sino al techo impuesto a los rendimientos del cultivo por el factor limitante, en este caso, la ausencia de variedades bien adaptadas a una zona.

A la hora de evaluar el perjuicio en la producción debido a un factor limitante es importante conocer la importancia del daño como porcentaje de la producción, la periodicidad de ocurrencia y el área afectada. En un principio se intentó recoger la periodicidad de ocurrencia de los factores limitantes sobre los últimos 10 años, con el objetivo de ponderar la importancia relativa de los mismos, si bien no se obtuvo un resultado satisfactorio debido a la dificultad de valoración que encontraban los investigadores, al variar, tanto la incidencia de un año para otro, como la superficie afectada. En este sentido, por tanto, es necesario destacar que al no disponerse de información estadística la cuantificación de las pérdidas ocasionadas por los diversos factores es sólo una estimación.

Para calcular la cantidad de producción afectada se tuvo en cuenta el año 1991, dado que su comportamiento climatológico no fue restrictivo en ninguna zona y permitió la obtención de producciones relativamente normales. De esta manera, las producciones en dicho año fueron de 222.100 Tm en Sevilla, 102.100 Tm en Extremadura, 109.200 Tm en Valencia y 105.200 Tm en Tarragona (MAPA, 1992).

En la Tabla 2 se presenta la evaluación del daño provocado por los factores limitantes y la cantidad de producción afectada por zonas. Las filas recogen los factores limitantes causantes de las pérdidas de producción y las columnas la importancia del daño como porcentaje de la producción y la producción total perdida, en las cuatro regiones productoras.

Puede observarse que el volumen de producción afectado por un factor limitante depende del porcentaje de daño ejercido en una zona y de la producción total en

ésta. Así, en el caso de *Eusarcoris inconspicuus*, que produce un porcentaje de pérdida menor en Sevilla que en Tarragona, afecta, sin embargo, a una producción total mayor.

Si nos fijamos en las distintas áreas geográficas se observa que en Sevilla el factor cantidad de agua sobresalear como un limitante de primera magnitud, con un 18% de pérdida de producción, lo que corresponde a 39.900 Tm de arroz; la calidad de la misma, vinculada a su escasez y manifestada en forma de salinidad, le sigue en importancia con un 12% de pérdidas ocasionadas (26.600 Tm).

En Extremadura, son considerados principales limitantes *Echinochloa spp.* y *Pyricularia oryzae*, con un 15 y 10% de la producción afectada, respectivamente, lo que, a su vez, equivale a 15.300 y 10.200 Tm de arroz.

En Valencia el sistema de riego dependiente restringe la aplicación de otras tecnologías, por lo que se manifiesta como el mayor limitante (15% de daño y 16.300 Tm de arroz afectadas).

El arroz salvaje ocupa el primer lugar entre los factores que limitan la producción de arroz en Tarragona, afectando a un 10% de la misma (10.500 Tm de arroz).

El impacto económico de los limitantes a la producción depende del daño relativo que éstos ejercen sobre el cultivo (porcentaje de pérdida de cosecha) y del valor total de la producción sobre la que se ejerce el daño. En la Tabla 3 se recoge el valor de la producción perdida como consecuencia de los limitantes a la producción identificados. Para su cálculo se han utilizado los precios medios del arroz durante 1991 (Herruzo y Zekri, 1993). Así, en Sevilla nos encontramos con un precio medio de 44.8 pts/kg, en Extremadura de 42.5 pts/kg, y en Valencia y Tarragona de 43 pts/kg.

**PROBLEMAS TECNOLÓGICOS DEL ARROZ
Y PRIORIDADES DE INVESTIGACIÓN**

Tabla 2. Cuantificación del daño provocado por los factores limitantes en las zonas.

FACTORES LIMITANTES		SEVILLA		EXTREMADURA		VALENCIA		TARRAGONA	
		Daño (%)	P.A. (1) (10 ³ Tm)	Daño (%)	P.A. (10 ³ Tm)	Daño (%)	P.A. (10 ³ Tm)	Daño (%)	P.A. (10 ³ Tm)
Enferm.	Pyric.	8	17.7	10	10.2	3	3.2	4	4.2
Plagas	Eusarc.	4	8.8	5	5.1	0	0	0	0
	Chilo	0	0	0	0	5	5.4	5	5.2
	Quiron.	2	4.4	2	2.0	0	0	0	0
Malas hierbas	Oryza	3	6.6	5	5.1	12	13.1	10	10.5
	Echin.	5	11.1	15	15.3	7	7.6	6	6.3
	Potam.	0	0	0	0	3	3.2	0	0
O.S.N. (2)	Algas	2	4.4	3	3.0	2	2.1	2	2.1
	Cangrejo	3	6.6	0	0	2	2.1	2	2.1
Variedades		2	4.4	0	0	2	2.1	7	7.3
Fertilización		2	4.4	2	2.0	3	3.2	4	4.2
Riego	Sistema	0	0	0	0	15	16.3	0	0
	Cantidad	18	39.9	5	5.1	0	0	0	0
	Calidad	12	26.6	0	0	0	0	0	0

(1) P.A. = Producción afectada por los factores limitantes; (2) O.S.N. = Otros seres nocivos.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Valor de la producción afectada por los factores limitantes (millones de pesetas).

FACTORES LIMITANTES		SEVILLA	EXTREMADURA	VALENCIA	TARRAGONA	TOTAL
Enferm.	Pyric.	796	434	140	180	1.550
Plagas	Eusarc.	398	216	0	0	614
	Chilo	0	0	234	226	460
	Quiron.	199	86	0	0	285
Malas hierbas	Oryza	298	216	563	452	1.529
	Echin.	497	650	328	271	1.746
	Potam.	0	0	140	0	140
O.S.N. (1)	Algas	199	130	93	90	512
	Cangr.	298	0	93	90	481
Variedades		199	0	93	316	608
Fertilización		199	86	140	180	605
Riego	Sistema	0	0	704	0	704
	Cantidad	1.791	216	0	0	2.007
	Calidad	1.194	0	0	0	1.194
TOTAL		6.068	2.034	2.528	1.805	12.435

(1) O.S.N. = Otros seres nocivos.

Fuente: Elaboración propia.

El mayor precio en Sevilla se debe a que esta zona produce mayoritariamente arroz de perfil índica con una cotización más elevada. Este hecho, unido a que Sevilla es la mayor zona productora de España, contribuye a que sea ésta la región donde las deficiencias tecnológicas del cultivo ejercen un mayor impacto económico total. Independientemente de tener la mayor producción de las cuatro zonas arroceras y, por consiguiente, contar con la mayor producción afectada, la región sevillana es la que presenta los mayores limitantes técnicos a la producción, debido, fundamentalmente, al problema de la escasez de agua (valorado en 1.791 millones de pesetas)⁵.

Para el conjunto de las zonas arroceras consideradas es también la cantidad de agua el principal factor limitante (2.007 millones de pesetas), a pesar de que es un problema que afecta casi de manera exclusiva a Sevilla. La calidad del agua y el sistema de riego (1.194 y 704 millones de pesetas, respectivamente) se evalúan con premisas similares, ya que se detectan como limitantes únicamente en Sevilla y Valencia, respectivamente.

Entre los demás factores destacan *Echinochloa spp.*, *Pyricularia oryzae* y *Oryza sativa*, siendo éstos comunes a todas las zonas en mayor o menor medida. El valor total de la producción afectada asciende a 1.746, 1.550 y 1.529 millones de pesetas, respectivamente, que, como podemos ver en la Tabla 3, supone ocupar el segundo, tercero y cuarto lugar en la importancia económica sobre todos los factores considerados.

3.4. CUARTA ETAPA: GRADO DE DISPONIBILIDAD DE CONOCIMIENTOS

En esta fase se realiza una valoración de la disponibilidad de conocimiento para

la resolución de los problemas que plantean los factores limitantes. Cuando se carece de conocimientos o tecnología para superar las limitaciones impuestas, la estrategia radicaría en poner un mayor énfasis en la investigación; en caso contrario, si existe información disponible, pero esta no alcanza a los agricultores, habría que dedicar un mayor esfuerzo a la labor de difusión.

En la Tabla 4 se presentan los resultados de esta fase de la metodología. Como en las tablas anteriores, los limitantes a la producción vienen listados en las filas y las regiones en las columnas. En la intersección se coloca el indicador del grado de disponibilidad de conocimiento. Puede apreciarse como las contestaciones mayoritarias de los investigadores reflejan una disponibilidad media de conocimiento sobre los factores limitantes. Se observa también una casi total ausencia de respuestas que indiquen un nivel alto de conocimiento.

En los casos concretos de la cantidad y calidad de agua, el sistema de riego y la fertilización, la disponibilidad de conocimientos resulta relativamente baja en todas las zonas, lo que indica el alto potencial de investigación que presentan estos factores. En este sentido, es necesario mencionar que, en todas las zonas, los investigadores apuntan como líneas de investigación a fomentar aquellas que tengan por objetivos un mejor conocimiento de la fisiología del arroz, de manera que este tipo de investigación de carácter básico permita el desarrollo de investigaciones posteriores con un carácter más aplicado (respuesta de esta especie al estrés hídrico, al abonado, a temperaturas bajas en germinación, etc.).

El nivel de conocimiento señalado sobre el control de los factores relacionados con la protección vegetal es medio-

5. El mayor tamaño de las explotaciones en Sevilla contribuye a paliar los efectos negativos de

los limitantes técnicos a la producción analizados (Herruzo y Zekri, 1993).

**PROBLEMAS TECNOLÓGICOS DEL ARROZ
Y PRIORIDADES DE INVESTIGACIÓN**

alto. Las orientaciones de la investigación propuestas por los investigadores en este campo van dirigidas, en líneas generales, hacia el estudio de métodos de control integrados, más efectivos económicamente y con menor impacto sobre el medio ambiente.

En cuanto a las variedades, el nivel de conocimiento también es medio-alto, aunque se insiste, en todas las zonas, en la necesidad de seguir investigando en la obtención y/o aclimatación de nuevas variedades, que den respuesta a las inquietudes de la demanda y que ofrezcan unas garantías de éxito altas en su cultivo.

Tabla 4. Disponibilidad de conocimiento sobre los factores limitantes en cada zona (1).

FACTORES LIMITANTES		SEVILLA	EXTREMADURA	VALENCIA	TARRAGONA
Enferm.	<i>Pyricularia oryzae</i>	M	M	M	M
Plagas	<i>Eusarcoris inconspicuus</i>	M	M	X	X
	<i>Chilo suppressalis</i>	X	X	M	M
	Quironómidos	M	M	X	X
Malas hierbas	<i>Oryza sativa</i>	M	M	M	A
	<i>Echinochloa</i> spp.	M	M	M	B
	<i>Potamogeton</i> spp.	X	X	M	M
O.S.N. (2)	Algas	M	M	A	M
	Cangrejo rojo	M	X	M	M
Variedades		M	X	A	M
Fertilización		M	B	B	B
Riego	Sistema de riego	X	X	B	X
	Cantidad de agua	B	B	X	X
	Calidad del agua	B	X	X	X

(1) Niveles: X = No relevante; B = Bajo; M = Medio; A = Alto.
(2) O.S.N. = Otros seres nocivos.

Fuente: Elaboración propia.

3.5. QUINTA ETAPA: FIJACIÓN DE PRIORIDADES

En esta última etapa de la metodología se realiza un primer ejercicio de priorización de actividades de investigación hacia las cuales podrían destinarse los recursos disponibles o asignar nuevos recursos.

Las Figuras 2, 3, 4 y 5 reproducen a la Figura 1 del Apartado 3 y recogen las matrices de fijación de prioridades para cada zona productora. La Figura 6 recoge la matriz de fijación de prioridades deducida para el conjunto del Estado. Las matrices específicas por zonas se conforman, como se mencionó anteriormente, en función del grado de importancia económica del factor limitante y del nivel de conocimiento o de tecnología existente para su resolución (Tablas 1 y 4, respectivamente).

La ubicación de los factores limitantes en el ángulo superior derecho debe interpretarse como que éstos tienen una alta incidencia económica para el cultivo del arroz y presentan una alta potencialidad de investigación (nivel de conocimiento bajo), es decir, los factores limitantes ahí situados indicarían, en un principio, el campo de investigación que ofrecería una

gran rentabilidad económica a la inversión. Los factores que se sitúan más a la izquierda denotan que el nivel de conocimiento sobre ellos va siendo mayor y, por tanto, se requiere un mayor esfuerzo en la difusión de los mismos.

La Figura 2 muestra la matriz de fijación de prioridades para el arrozal sevillano. Los problemas estructurales relativos a la cantidad y calidad del agua se encuentran en la zona de máxima priorización; *Pyricularia oryzae* y *Echinochloa spp.* les siguen en importancia económica.

En Extremadura (Figura 3), destaca la inexistencia de factores limitantes en la zona de máxima priorización; así, el marco de prioridades vendría dado por el nivel de conocimiento medio y la importancia económica alta de *Echinochloa spp.*, y el nivel de conocimiento bajo e importancia económica media de la cantidad de agua.

De otra parte, es necesario señalar la existencia de limitantes específicos comunes a las dos zonas anteriores, como son la cantidad de agua y *Eusarcoris inconspicuus*, lo que podría inducir la realización de actividades de investigación de forma conjunta.

Figura 2. Matriz de fijación de prioridades en Sevilla.

Importancia económica	Alta	Pyricularia oryzae Echinochloa spp.	Cantidad de agua Calidad del agua	
	Media	Eusarcoris inconspicuus Cangrejo rojo Oryza sativa		
	Baja	Quironómidos Algas Variedades Fertilización		
		Alto	Medio	Bajo
		Nivel de conocimiento		

Fuente: Elaboración propia.

PROBLEMAS TECNOLÓGICOS DEL ARROZ Y PRIORIDADES DE INVESTIGACIÓN

Figura 3. Matriz de fijación de prioridades en Extremadura.

Importancia económica	Alta	Echinochloa spp.		
	Media	Pyricularia oryzae Eusarcoris inconspicuus Oryza sativa	Cantidad de agua	
	Baja	Algas Quironómidos	Fertilización	
		Alto	Medio	Bajo
		Nivel de conocimiento		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Matriz de fijación de prioridades en Valencia.

Importancia económica	Alta	Oryza sativa Echinochloa spp.	Sistema de riego	
	Media	Chilo suppressalis Pyricularia oryzae Potamogeton natans	Fertilización	
	Baja	Algas Variedades	Cangrejo rojo	
		Alto	Medio	Bajo
		Nivel de conocimiento		

Fuente: Elaboración propia.

El sistema de riego se presenta como principal factor a priorizar en actividades de investigación en Valencia (Figura 4); le siguen en importancia económica *Oryza sativa* y *Echinochloa spp.*, y con un alto potencial de investigación (nivel bajo de conocimiento) y una importancia económica media, la fertilización.

En Tarragona (Figura 5), son *Oryza sativa*, las variedades y *Echinochloa spp.* los limitantes económicos más importan-

tes, si bien existen diferencias respecto al potencial de investigación que presentan: el último de ellos el más alto, las variedades un grado medio y *Oryza sativa* el menor. El bajo potencial de investigación que indica el arroz salvaje permite deducir que es necesario potenciar la labor de difusión de conocimientos para mitigar los problemas causados por el mismo. Con una importancia económica media y un alto potencial de investigación se encuentra la fertilización.

Figura 5. Matriz de fijación de prioridades en Tarragona.

Importancia económica	Alta	Oryza sativa	Variedades	Echinochloa spp.
	Media		Chilo suppressalis Pyricularia oryzae	Fertilización
	Baja		Algas Cangrejo rojo	
		Alto	Medio	Bajo
		Nivel de conocimiento		

Fuente: Elaboración propia.

Al igual que ocurría entre las dos zonas anteriores, la presencia de limitantes específicos comunes (con una relativamente alta importancia económica) en Valencia y Tarragona, como son el *Chilo suppressalis* y la fertilización, es una característica a tener en cuenta en la realización de actividades futuras de investigación.

De cualquier modo, es necesario tener también en cuenta los demás factores presentes en las tablas anteriormente comentadas, ya que la disponibilidad de recursos limitados para dedicarlos a la investigación, los objetivos de los organismos financieros (nacionales, autonómicos, locales...), los antecedentes de investigación a nivel internacional, etc., podrían aconsejar la inversión en la resolución de los mismos.

Una vez señaladas las actividades prioritarias de investigación en cada zona es preciso realizar un esfuerzo integrador, de manera que en otra matriz se ubiquen los factores limitantes globales del sector (representado en este caso por las cuatro zonas en estudio). Para ello, se han con-

siderado factores limitantes con una importancia económica alta a aquellos que afectan a la producción en un valor superior a 1.000 millones de pesetas (ver Tabla 3); con una importancia media a los comprendidos entre 1.000 y 400 millones de pesetas; y con una importancia baja al resto. El nivel de conocimiento se ha determinado en función de las respuestas mayoritarias dadas por los investigadores. Las divergencias obtenidas en este sentido no han sido grandes, si bien las ocurridas sugieren la necesidad de usar indicadores cuantitativos que permitan una valoración más precisa⁶.

La figura 6 muestra la matriz de fijación de prioridades a nivel estatal. Se puede apreciar que la cantidad y calidad de agua se presentan como factores a priorizar en el plano de la investigación, a pesar de aparecer como problemas geográficamente limitados principalmente a la zona arroceras sevillana. La alta producción obtenida en esta zona y la estimación relativamente elevada del porcentaje de daño atribuido a los factores mencionados justifican este hecho.

6. Por ejemplo, si las diferencias fueran muy grandes se podría estar dando una situación de falta

de transferencia de información entre las distintas zonas.

PROBLEMAS TECNOLÓGICOS DEL ARROZ Y PRIORIDADES DE INVESTIGACIÓN

Figura 6. Matriz de fijación de prioridades en general

Importancia económica	Alta	Echinochloa spp. Pyricularia oryzae Oryza sativa	Cantidad de agua Calidad del agua	
	Media	Eusarcoris inconspicuus Variedades Algas Cangrejo rojo Chilo suppressalis	Sistema de riego Fertilización	
	Baja	Quironómidos Potamogeton natans		
		Alto	Medio	Bajo
		Nivel de conocimiento		

Fuente: Elaboración propia.

La importancia económica alta y el nivel de conocimiento medio caracterizan a los factores *Echinochloa spp.*, *Pyricularia oryzae* y *Oryza sativa*. Además, su incidencia general les confiere un potencial de investigación relativamente alto, a través de una coordinación entre los centros de investigación de las diferentes zonas.

El sistema de riego, principal factor limitante en Valencia, tiene una importancia económica media pero un potencial de investigación alto. En una situación similar se halla la fertilización, con la salvedad de que es un problema genérico tanto en su aspecto geográfico como por la falta de conocimiento existente.

En un orden de importancia menor se encuentran los factores visibles en el centro de la Figura 6, si bien es necesario tenerlos en cuenta, dado que su diferente localización geográfica puede inducir la realización de actividades de investigación conjuntas.

Una vez finalizado el ejercicio de fijación de prioridades, se procede a contrastar el grado de correspondencia existente entre las actividades de investigación en

curso (en base a la información del Cuadro 1) con las actividades prioritarias resultantes de la valoración realizada.

Es necesario resaltar el énfasis, generalizado en todas las zonas, en dedicar al menos una línea de investigación a los aspectos relacionados con la mejora genética de variedades. Este hecho contrasta con la situación actual de otras tecnologías, donde el nivel de conocimiento para superar los problemas que plantean es relativamente bajo y las pérdidas que ocasionan son notables (véase el caso de la cantidad y la calidad de agua en Sevilla), y sugiere una reasignación de recursos de investigación o más bien, dado el carácter limitado de los recursos existentes, la ampliación de éstos hacia estas otras tecnologías cuya puesta a punto es actualmente más deficiente. Asimismo, sería aconsejable la coordinación con investigadores de otras áreas de conocimiento, de manera que pudiera ser de utilidad para el sector arrocero la investigación realizada en las mismas.

En Sevilla, la línea de investigación en fertilización nitrogenada responde a la falta de criterios que actualmente existe

con respecto al empleo de abonos ricos en este elemento. No obstante, este factor se presenta con un nivel de conocimiento medio y una relativamente baja importancia económica. En Valencia, en cambio, la línea de investigación en fertilización nitrogenada está en consonancia con un bajo nivel de conocimiento. En Tarragona, la línea de investigación en arroz salvaje comenzó hace unos años, por lo que actualmente se posee un nivel de conocimiento alto para eludirlo. Este hecho podría hacer derivar la investigación hacia otros factores limitantes como *Echinochloa spp.*, cuya prioridad de investigación en esta zona es máxima.

De otra parte, la diferencia de conocimientos entre las distintas zonas con respecto a determinados factores (arroz salvaje, algas, etc.) podría disminuirse con una mayor coordinación entre los centros dedicados a la investigación en arroz. En este sentido, se están realizando esfuerzos importantes para conseguir una mayor vinculación, no sólo entre los centros españoles, sino también con otros centros extranjeros⁷. Como podemos observar en el Cuadro 1, es de destacar la relación que, de cara a la investigación, mantienen las dos zonas mediterráneas entre sí, así como la del IRTA con el International Rice Research Institute (IRRI) de Filipinas.

5. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha pretendido sentar las bases para el desarrollo de una metodología que contribuya a mejorar el proceso de asignación de recursos a la investigación en arroz, mediante el perfeccionamiento de los procedimientos de fijación de prioridades. Con este objetivo, se ha desarrollado una metodología que permite priorizar líneas de investigación

de forma estructurada y sistematizada, a partir de la información proporcionada por los propios investigadores sobre los factores limitantes a la producción y el grado de conocimiento técnico sobre los problemas que originan.

La aplicación de esta metodología ha proporcionado, entre otra información, una visión general de los recursos de investigación empleados en este sector, el nivel de coordinación de estos recursos entre las instituciones de investigación de las Comunidades Autónomas donde se localiza el cultivo, y el grado de concordancia del esfuerzo investigador con las líneas prioritarias obtenidas.

Como todo trabajo de investigación, este artículo presenta limitaciones que en este caso son tanto de orden práctico como metodológico. Las primeras son sobre todo consecuencia del pequeño tamaño de la comunidad de científicos dedicados a la investigación en arroz en España, y su formación eminentemente agronómica. Este hecho ha obligado a restringir al máximo los factores a tener en cuenta a la hora de priorizar líneas de investigación, quedando fuera del análisis aspectos tan importantes como las restricciones a la reducción de costes del cultivo (por ejemplo el alto coste de las labores mecánicas) y las externalidades ambientales negativas.

En cuanto a las limitaciones de orden metodológico, en concreto la escasa formalización del procedimiento empleado, queremos insistir en que el objetivo de este trabajo se ha limitado a realizar un primer paso dentro de un proceso más amplio que confiamos pueda enriquecerse en el futuro con nuevas aportaciones que contemplen, entre otros aspectos, el análisis de un mayor número de factores tecnológicos y su tratamiento mediante técnicas de cuantificación más potentes.

7. Un ejemplo en este aspecto lo constituye el Congreso de la Red Agronómica Mediterránea celebrado en Valencia los días 16, 17 y 18 de abril del

presente año. Entre sus objetivos destacan la consolidación de las redes de investigadores ya formadas y el fomento de la creación de otras nuevas en diferentes áreas.

BIBLIOGRAFÍA

ALONSO MIELGO, A. (1993). *Valoración tecnológica y fijación de prioridades en el cultivo del arroz en España*. Córdoba. ETSIAM, Universidad de Córdoba, Trabajo Profesional Fin de Carrera.

CONTANT, R. B. and BOTTOMLEY, A. (1988). *Priority setting in agricultural research*. The Hague (Netherlands). ISNAR, Working Paper N° 8.

HERRUZO, A. C. (1986). *Evaluación de la investigación agraria: aplicación al cultivo del arroz en España*. Madrid. MAPA, Comunicaciones INIA, Serie Economía y Sociología Agrarias, núm. 19.

HERRUZO, A. C. y ZEKRI, S. (1993). "El sector del arroz en España: ventajas

comparativas entre las distintas zonas productoras". *Revista de Estudios Agro-Sociales*, 163, pp. 127-147.

MACAGNO, L. F., PIZARRO, J. B. y CORDONE, G. E. (1992). *Características de los proyectos de Investigación: Un aporte metodológico para la fijación de prioridades*. Buenos Aires (Argentina). INTA, Documento de Trabajo núm. 2.

MAPA (1992). *Boletín Mensual de Estadística Agraria*. Madrid. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

NORTON, G. W. and PARDEY, P. G. (1987). *Priority setting mechanisms for national Agricultural research systems: present experience and future needs*. The Hague (Netherlands). ISNAR, Working Paper N° 7.

ECONOMÍAS DEPENDIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE ARROZ EN LAS MARISMAS DEL GUADALQUIVIR. INCIDENCIA DE LA SEQUÍA EN LOS SECTORES DEPENDIENTES Y EN LOS AGRICULTORES ARROCEROS

NAVARRO, L.; DÍAZ, J.; RODRÍGUEZ, M.J.
C.I.D.A. Las Torres y Tomejil.
Alcalá del Río, Sevilla.

1. ANTECEDENTES

El cultivo de arroz en las Marismas del Guadalquivir, desde su tardía implantación en el segundo tercio del presente siglo, ha cambiado el paisaje natural y socio-económico de esta zona.

En efecto, en los últimos sesenta años, se ha pasado de contemplar unas marismas pantanosas con aprovechamientos pesqueros y ganaderos muy extensivos y la existencia de una escasa población, muy diferenciada de la de su entorno próximo, con actividades nómadas, a una extensión agrícola bien estructurada y tecnificada y a unos núcleos rurales habitados por agricultores progresistas e innovadores que posibilitan una riqueza tanto directa para ellos y sus familias como indirecta para otras actividades con un grado de dependencia más o menos estrecha con las demandas de medios de producción de este cultivo y de los medios de vida de sus cultivadores.

Una difícil etapa de colonización, tras muchas vicisitudes, tanto humanas, como consecuencia de las circunstancias históricas de nuestro país, como tecnológicas de transformaciones ingenieriles de trascendencia (secas, ordenación de caudales y preparación de la infraestructura que acogiese al cultivo), ha producido el cambio.

Todo este esfuerzo está siendo amenazado en nuestros días por una meteorología adversa, que está minando al sector y a los que de él dependen, provocando efectos negativos de diversa intensidad en toda la población de la zona.

Lo que a continuación se va a presentar son algunos de los resultados de un proyecto de Concertación Federación de Arroceros de Sevilla - Consejería de Agricultu-

ra de la Junta de Andalucía, que ha medido la importancia de las Economías Dependientes del Cultivo de Arroz, cuantificando en lo posible la trascendencia de la sequía en las economías de empresas y familias relacionadas con dicho cultivo.

2. METODOLOGÍA¹

El marco de este estudio son los municipios productores de arroz, teniendo una mayor incidencia el actual municipio de Villafranco del Guadalquivir, cuya dependencia de este cultivo es trascendental para la economía de toda su población.

2.1. EL MARCO TEÓRICO DE LAS ECONOMÍAS DEPENDIENTES. EL USO DE LOS COSTES DE PRODUCCIÓN PARA LA ESTIMACIÓN CUANTITATIVA DE DICHAS ECONOMÍAS.

Consideramos Economías Dependientes del arroz a aquéllas que generan su cultivo sobre distintos entes (empresas de venta de materias primas, de servicios, de venta y reparación de maquinaria e instalaciones, el propio agricultor y su familia, etc.) como consecuencia de la demanda del cultivo de factores de producción (Tierra, Capital, Mano de obra, Materias primas,...).

La cuantificación de estas Economías Dependientes se realizará a través de la medida de los costes de producción asociados a los factores de producción. Habiendo por lo tanto una relación entre los grupos de costes obtenidos, factores de producción y las empresas (o grupos de empresas) y personas (o colectivos) intervinientes en el proceso productivo, siendo los montantes de los costes calculados sus Economías Dependientes².

1. Una explicación más razonada de esta metodología puede verse en el trabajo original de procedencia de esta presentación (Navarro et al 1994).

2. La información relativa a los costes de producción procede de una encuesta realizada a 50

explotaciones arroceras sevillanas estratificada por tamaños de información, disponiéndose por lo tanto de una casuística de costes en función de las características de las diversas explotaciones y de los agricultores que las cultivan (Morote, F.; Navarro, L. 1993).

Figura 1. Economías dependientes del arroz



Se han definido, de acuerdo con la Fig. 1 seis grandes partidas que agrupan factores de producción:

1) *Tierra*: Recoge la base territorial de la explotación.

2) *Capital*: Incluye fundamentalmente a la maquinaria e instalaciones disponibles.

3) *Mano de obra*: Que integra a los trabajadores fijos y eventuales.

4) *Servicios*: Incluyendo a las empresas que prestan servicios en la realización de las labores de cultivo, así como a las Comunidades de Regantes y Cooperativas, que atienden al empresario agrario y las entidades financieras.

5) *Materias primas*: Semillas, fertilizantes, fitosanitarios y combustibles y lubricantes fundamentalmente.

6) *Empresario y familia*: Refiriéndose este concepto la aportación que hace el empresario y su familia en el proceso, debido a su trabajo y al riesgo del empresario inherente a la actividad productiva.

La Tierra como medio de producción es de fundamental importancia. Es la estructura que soporta físicamente a los cultivos y en cuyo seno se producen todos los procesos físicos, químicos y biológicos

que posibilitan el crecimiento y desarrollo de las plantas de arroz. Todo este conjunto de utilidades que posee el suelo y su entorno es aportado al cultivo de arroz y puede ser evaluado a través de la Renta de la Tierra, como coste de oportunidad.

La Maquinaria y las Instalaciones facilitan las labores de cultivo, el almacenamiento del grano y maquinaria, y, en muchos casos, el secado parcial o total del arroz al contar determinadas explotaciones con secaderos solares o/y mecánicos. Los costes asociados a estos factores de producción son fundamentalmente dos: a) el de reposición de dicha maquinaria e instalaciones y b) el de mantenimiento.

La reposición de maquinaria e instalaciones puede ser evaluada a través de los costes de amortización de dicha maquinaria e instalaciones, afectando estos conceptos a los vendedores de maquinaria, fabricantes de instalaciones y constructoras.

El coste de mantenimiento de maquinaria e instalaciones abarca la reparación de la maquinaria y el mantenimiento de las instalaciones de la finca (edificios, ins-

talaciones de riego). Los colectivos asociados a estos costes son las empresas de reparación de maquinaria e instalaciones y las empresas constructoras.

La Mano de Obra ha sido descompuesta en mano de obra fija, que trabaja todo el año en la explotación, la eventual, que lo hace en determinadas temporadas y en aquellas tareas menos mecanizadas. Los costes asociados a estos factores de producción son los correspondientes a mano de obra fija y eventual y los colectivos asociados a estos factores y costes son los trabajadores fijos y eventuales.

Los Servicios que recibe el agricultor para la producción y comercialización de sus cosechas provienen de entidades, unas creadas por él mismo, en asociación con otros agricultores y otras externas al empresario arrocero.

Las primeras son creadas para reducir los costes de producción (Comunidades de Regantes) y acceder a una mayor participación del valor añadido del producto en las fases posteriores al cultivo (Cooperativas).

Las segundas proceden de empresas externas que atienden al agricultor fundamentalmente en las labores de cultivo (laboreo, siembra, tratamientos, recolección). A estas empresas las llamaremos desde ahora empresas de servicios.

Además de los conceptos anteriores, el agricultor arrocero recibe la atención de empresas ajenas al sector agrario. Como ejemplo de este concepto están los servicios financieros de los Bancos y Cajas de Ahorros.

Los colectivos dependientes son, en el primer caso el propio agricultor, en el segundo las propias *empresas de servicios* y en el tercero de los casos los Bancos y Cajas de Ahorros.

Otros factores de producción fundamentales son las Materias Primas. Se trata de aquellos productos usados por el

agricultor, tanto los dedicados al propio cultivo como los que se requieren para el funcionamiento de la maquinaria y las instalaciones.

Los componentes más importantes de esta partida son semillas, fertilizantes, fitosanitarios y combustibles y lubricantes, siendo los costes asociados a ellas los del mismo nombre. Los colectivos dependientes de las *Materias Primas* son los vendedores de dichos factores de producción.

Por último se encuentran los factores de producción a los que se ha llamado El Empresario. El empresario y su familia participan en el proceso de producción de arroz aportando fundamentalmente dos componentes: trabajo (*mano de obra familiar*) y *conocimiento y riesgo empresarial*. También se incluyen en este capítulo los llamados costes de oportunidad que se corresponden con la posibilidad del empresario de invertir los gastos corrientes de la actividad arrocera en otras empresas alternativas. Los colectivos dependientes de estas economías son los empresarios agrarios y sus familias.

2.2. LAS ENTREVISTAS A LOS SECTORES DEPENDIENTES DEL CULTIVO DEL ARROZ COMO MÉTODO CUALITATIVO DE DESCRIPCIÓN DE SUS ECONOMÍAS Y SU ADAPTACIÓN A LA SITUACIÓN DE SEQUÍA

Una vez cuantificadas las Economías Dependientes en una situación normal de cultivo de arroz, se ha completado esta información con una visión cualitativa facilitada por estos entes en la que se recoge la marcha de estas empresas e individuos en una situación de no cultivo de arroz. Para ello se han realizado una serie de entrevistas, de carácter casi censal, a expertos, representantes de las empresas que facilitan al agricultor arrocero factores de producción, entre los cuales cabe citar a: vendedores de repuestos para maquinaria, talleres de herrería, talleres de reparaciones, Cooperativas de agricultores, Comunidades de Regantes, empresas de trabajos agrícolas a terceros, Ban-

cos y entidades financieras, suministradores de agroquímicos, empresas de tratamientos aéreos y suministradores de combustibles y lubricantes.

La estructura básica de la encuesta incluye cuestiones fundamentales como los volúmenes de facturación; el número de trabajadores fijos y eventuales, tanto en las campañas en las que se cuenta con suficiente agua para sembrar toda la superficie del arrozal, como en los años de sequía (1991 y 1993 respectivamente); la proporción de su actividad que depende directamente del cultivo del arroz; la forma de venta de sus bienes y servicios; las estrategias profesionales básicas utilizadas para paliar la fuerte disminución en la facturación en los años de sequía y por último, las perspectivas de futuro que presenta su actividad dado el persistente déficit de recursos hídricos.

2.3. INCIDENCIA DE LA SEQUÍA EN LA ECONOMÍA DE LOS AGRICULTORES ARROCEROS. RELACIÓN CON EL TAMAÑO DE LAS EXPLOTACIONES

La sequía afecta económicamente a los agricultores arroceros por una serie de razones que van desde una disminución de la renta procedente de la actividad agraria al subempleo de su mano de obra familiar y fija y de su maquinaria e instalaciones.

La sequía que se padece produce, por razones inherentes a la salinización del agua de riego, una disminución de la superficie de cultivo, siendo la superficie cultivada de arroz un porcentaje, muchas veces pequeño, de la extensión total disponible, variable según los años y coincidente geográficamente con las zonas más alejadas a la desembocadura del Guadalquivir.

La alternativa en las explotaciones no cultivadas de arroz es la siembra de cultivos oleaginosos, adaptables a las condiciones de suelo de la zona arrocera (gira-

sol y colza han sido los que se han empleado en los tres últimos años).

La disminución de la renta por hectárea de los agricultores se ha evaluado a través del cálculo de la diferencia unitaria de los márgenes brutos correspondientes a los cultivos de arroz y a los cultivos alternativos. Una expresión que puede estimar este valor es:

$$\Delta R = \frac{S_i MB_a - (S_a MB'_a + S_{alt} MB_{alt} + SV)}{S_i}$$

donde MB_a es el Margen Bruto del arroz en un año normal de cultivo, MB'_a ídem³ en un año de reducción importante de la superficie de cultivo, MB_{alt} ídem del cultivo alternativo, las S son las superficies correspondientes a los subíndices que les acompañan y SV las subvenciones recibidas.

Hay que tener en cuenta que si S_i es la superficie total susceptible de ser cultivada de arroz en un año normal, ésta puede ser descompuesta en S_a, la cultivada de arroz en un año de sequía, S_{alt}, la cultivada con el cultivo alternativo y S_{ret} la de retirada obligatoria. Los cálculos para la superficie de cultivo alternativa y de retirada son:

$$S_{alt} = (S_i - S_a) \cdot 0,85 \text{ y } S_{ret} = (S_i - S_a) \cdot 0,15$$

Dado que las subvenciones recibidas por los agricultores arroceros, durante el tiempo en que se ha realizado este estudio, son de 100.000 ptas/ha. para la superficie sembrada con el cultivo alternativo y de 80.000 ptas/ha. para la que es obligatoria abandonar, dichas subvenciones totales serán de:

$$SV = 100.000 (S_i - S_a) \cdot 0,85 + 80.000 (S_i - S_a) \cdot 0,15$$

○ sea,

3. En este caso los costes de cultivo son mayores, así como, a veces, los precios pagados a los agricultores por el arroz.

$$SV=97.000 (S_t-S_a)$$

Con lo que la disminución de la renta de los agricultores puede ser expresada como:

$$\Delta R = \frac{S_t MB_a - (S_t MB_a' + S_{alt} MB_{alt} + (S_t - S_a) 97.000)}{S_t}$$

El subempleo de la mano de obra fija y familiar se puede estimar a través del conocimiento de los costes en estos conceptos relativos a los cultivos alternativos. Para ello habría que suponer que el agricultor, a largo plazo, tendría que adaptarse a una situación empresarial agraria menos intensiva, para la cual tendría que dimensionar sus necesidades de mano de obra, siendo el resultado de lo cual un menor uso de ambos conceptos. La diferencia de los costes entre la actual estructura de mano de obra y esta teórica a la que nos referimos es una buena medida del subempleo de mano de obra fija y familiar.

Dado que no se dispone de información del empleo de esta mano de obra en el cultivo alternativo en aquella situación teórica establecida, y que solo se sabe el correspondiente al cultivo de arroz, se va a hacer un supuesto considerando que la proporción de empleo de esta mano de obra requerida en el cultivo alternativo se mantiene constante para cada explotación, con lo cual, la explotación con mayor coste por Hectárea de estos conceptos se verá más perjudicada por la sequía⁴.

Así pues se va a estudiar la relación existente entre los costes por Hectárea en estos conceptos y la superficie de las explotaciones y se verá cuales son las explotaciones más perjudicadas por estos motivos.

El subempleo de maquinaria e instalaciones se va a estudiar haciendo un

supuesto similar al caso de la mano de obra fija y familiar. Se calcularán los costes por Hectárea en estos conceptos en el cultivo de arroz para las distintas dimensiones de las explotaciones, considerándose que el subempleo de maquinaria e instalaciones es mayor para aquellas explotaciones con un mayor coste por Hectárea en estos conceptos.

3. RESULTADOS

3.1. CUANTIFICACIÓN DE LAS ECONOMÍAS DEPENDIENTES

La descripción de los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 1 y se va a hacer siguiendo el orden de los factores de producción intervinientes en el cultivo de arroz: Tierra, Capital, Mano de Obra, Servicios, Materias Primas y Empresario.

El factor Tierra es evaluado a través de la renta media en los contratos de arrendamiento siendo su valor de 90.000 ptas/Ha. Este valor está tendiendo a la baja como consecuencia de la reducción del precio de la Tierra ocasionado por la sequía. Los colectivos en los que repercute este valor son los propietarios de las fincas.

La *Maquinaria e Instalaciones* incluyen dos apartados: la *Reposición* y el *Mantenimiento*.

La reposición o renovación de maquinaria e instalaciones ha sido estimada a través de los costes de amortización. El valor calculado para este concepto es de 36.233 ptas/Ha. Dentro del mismo, la reposición de tractores y aperos es la que más importancia tiene (17.010 y 14.659 ptas/ha. respectivamente). Las empresas afectadas por este coste son las vendedoras de tractores, aperos, equipos de riego, secaderos y empresas de construcción fundamentalmente.

4. En efecto si para cada explotación

$$\frac{MO_{alt}}{MO_a} = cte. ; MO_{alt} = cte. MO_a$$

entonces el subempleo de esa MO será

$$MO_a - MO_{alt} = MO_a (1 - cte)$$

proporcional a la disponibilidad de MO (fija o familiar) por Ha.

ECONOMÍAS DEPENDIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE ARROZ EN LAS MARISMAS DEL GUADALQUIVIR. INCIDENCIA DE LA SEQUÍA EN LOS SECTORES DEPENDIENTES Y EN LOS AGRICULTORES ARROCEROS

Tabla 1: Estimación de las Economías Dependientes a través de los Costes de Cultivo

Factor de Producción	Coste	%*	Colectivo Dependiente
TIERRA	90.000	20,13	Propietarios de las explotaciones
CAPITAL	50.099	11,21	
• <i>Reposición</i>	36.233	72,32	• Vendedores de tractores, aperos, equipos de riego, secaderos, empresas de construcción.
Tractores-Cosechadoras	17.010		
Aperos	14.659		
Otros	4.564		
• <i>Mantenimiento</i>	13.866	27,68	• Empresas de reparación de maquinaria, herrerías.
Tractores-Cosechadoras	6.366		
Aperos	5.812		
Otros	1.688		
MANO DE OBRA	48.099	10,80	
• <i>Fija</i>	25.382	52,77	• Mano de obra fija.
• <i>Eventual</i>	22.717	47,23	• Mano de obra eventual.
SERVICIOS	102.194	22,86	
• <i>Cooperativas</i>	20.330	19,89	• Agricultores arroceros.
• <i>Comunidades de Regantes</i>	30.006	29,36	• Agricultores arroceros.
• <i>Empresas de Servicios</i>	32.327	31,63	• Empresas de servicios generales agrarios (Recolección, tratamientos, nivelación, etc.).
Recolección	16.946		
Tratamientos	6.882		
Nivelación	5.737		
Otras	2.762		
• <i>Entidades Financieras</i>	19.531	19,11	• Bancos y Cajas de Ahorros.
Préstamos de campaña	9.697		
Compra de Maquinaria	9.834		
MATERIAS PRIMAS	90.174	20,17	
• <i>Fitosanitarios</i>	39.876	44,22	• Vendedores de fitosanitarios.
• <i>Semillas</i>	17.445	19,35	• Vendedores de semillas.
• <i>Abonos</i>	13.216	14,66	• Vendedores de abonos.
• <i>Combustibles</i>	19.637	21,78	• Estaciones de servicio.
EMPRESARIO	42.803	9,57	
• <i>Mano de obra familiar</i>	27.022	63,13	• Empresario y su familia.
• <i>Gestión y Riesgo</i>	12.000	28,04	• Empresario y su familia.
• <i>Costes de Oportunidad</i>	3.781	8,83	• Empresario y su familia.
OTROS	23.669	5,29	

* Los porcentajes se refieren a: Los capítulos principales al total; los subcapítulos al correspondiente capítulo.

Fuente: Morote, F. 1993. Elaboración propia

El *mantenimiento* o conservación de la maquinaria e instalaciones tiene menor importancia (13.866 ptas/ha.). Las empresas que reparan maquinaria agrícola y las herrerías son en las que más incide este coste de cultivo.

El arroz ha sido un cultivo que ha demandado gran cantidad de *mano de obra* en el pasado, debido a que muchas de las labores de cultivo, como la siembra y la recolección, que hoy se encuentran totalmente mecanizadas, se realizaban a mano. A pesar de la evolución hacia la mecanización del campo, la mano de obra representa en la actualidad una partida importante de los costes de cultivo.

El cultivo de arroz emplea 48.099 ptas/Ha. de mano de obra contratada. Esta cifra extendida a toda la superficie disponible para su cultivo representa 1.680.746.926 ptas. Esto es equivalente a un total de 450 trabajadores fijos y 202.327 jornales eventuales.

Los *servicios* que recibe el cultivo de arroz son muy variados. Hablando de los más significativos desde el punto de vista de los costes de cultivo, se pueden citar los que prestan las *Cooperativas, Comunidades de Regantes, Empresas de Servicios y Entidades Financieras*.

Las *Cooperativas y Comunidades de Regantes* representan el 50% de los costes de cultivo imputables a los Servicios (20.330 y 30.006 ptas/Ha. respectivamente). La repercusión de estos costes recae, en último término, en los agricultores.

El coste medio por Ha. imputable a las *empresas de servicios* es de 32.327 ptas. siendo las tareas más demandadas las de *recolección* (16.946 ptas/Ha.), tratamientos fitosanitarios (6.882 ptas/Ha.) y *nivelación láser* (5.737 ptas/Ha.). Las demás faenas de cultivo son realizadas por los agricultores con sus propios medios. La importancia que tiene la contratación de estas faenas a *Empresas de Servicios* depende del tamaño de las explotaciones. Las explotaciones mayores suelen dispo-

ner de cosechadoras y niveladoras láser para realizar las tareas correspondientes, siendo los tratamientos fitosanitarios, fundamentalmente, los que son contratados de una forma igualitaria por todos los agricultores, con independencia del tamaño de sus explotaciones.

Los *Servicios Financieros de Bancos y Cajas de Ahorros* posibilitan préstamos a los agricultores para la adquisición de maquinaria y equipos y para hacer frente a los pagos por las Materias Primas y los Servicios a lo largo del año agrícola. Estos últimos se realizan a través de Créditos de Campaña. El montante total de estos servicios se traduce en un coste por Ha. de 19.531 ptas.

La importancia relativa de uno y otro tipo de servicios (compra de maquinaria y créditos de campaña) es similar (9.834 y 9697 ptas/Ha. respectivamente), siendo en el primero de los casos la compra de tractores y aperos el principal destino de dichos préstamos.

Los costes de la Materias Primas suponen un 19,9% de los costes totales de cultivo. Los conceptos en los que se ha dividido este capítulo para su descripción han sido: *Semillas, Fertilizantes, Fitosanitarios y Combustibles y lubricantes*.

De los puntos anteriores, el correspondiente a los productos fitosanitarios es el que cobra mayor importancia en el caso del cultivo del arroz. El montante de este coste es de 39.876 ptas/Ha. Le siguen en orden de importancia económica los de combustibles (19.637 ptas/Ha.), semillas (17.445 ptas/Ha.) y *fertilizantes* (13.216 ptas/Ha.). Las repercusiones de estos costes recaen sobre las empresas vendedoras de estos factores de producción.

El *Empresario* arrocero y su familia aportan al cultivo de arroz tres tipos de apoyo, el derivado de la gestión de la explotación, el del trabajo familiar y el que llamamos costes de oportunidad, correspondiente este último a la posibilidad de

invertir los gastos corrientes de la actividad arrocerá en otras empresas alternativas.

Esta actividad empresarial se traduce en 42.803 ptas/ha, equivalente al 9,45% de los costes totales del cultivo. De este concepto, los costes de la *Mano de Obra Familiar* son los de mayor importancia (27.022 ptas/ha.). La repercusión de estos costos incide en el empresario agrario y su familia.

3.2. LAS ENTREVISTAS A LOS SECTORES DEPENDIENTES. INCIDENCIA DE LA SEQUÍA EN SUS ECONOMÍAS

Algunos datos relativos a la incidencia de la reciente sequía en los colectivos dependientes puede verse en el Anejo I de este trabajo donde se muestra la reducción de los volúmenes de ventas y de personal (en dos puntos temporales: en un año de cultivo normal de arroz, 1991, y en otro de sequía, 1993) de una muestra de empresas dependientes del cultivo de arroz que fueron entrevistadas.

De la observación de dicho Anejo se pone de manifiesto que en todos ellos se ha producido una drástica reducción de las ventas y asimismo de la mano de obra empleada, a base de una eliminación casi total de la mano de obra eventual que se venía contratando en los años bonancibles y de regulaciones de empleo afectando a la mano de obra fija.

Es una queja común de todos estos colectivos que, a diferencia de lo que ocurre con los agricultores, ellos no reciben ninguna ayuda de la Administración en esta situación de crisis.

A continuación se describe una serie de problemáticas que afectan a los diversos tipos de empresas que compone la

muestra de estudio, así como la adecuación de dichas empresas a la situación de crisis⁵.

Si consideramos el factor *Tierra* el precio pagado en las transacciones de compra-venta de fincas, siempre variable según la situación de las parcelas, infraestructura, etc., ha disminuido notablemente, encontrándose ejemplos de ofertas de explotaciones a precios hasta la tercera parte de las que se encontraban en épocas de cultivo normal.

En lo que respecta al *Capital*, la demanda de maquinaria agrícola y aperos está decreciendo como consecuencia de que dichos equipos sufren todo el peso de la obsolescencia pero sólo parte del correspondiente a su desgaste físico, ya que el trabajo que realizan es menor. De igual forma, las dificultades económicas de los agricultores fomentan la disminución de inversiones de este tipo.

Los *proveedores de repuestos de maquinaria*, que trabajan fundamentalmente a la demanda, tienden como estrategia a sus reducciones en las ventas hacia la optimización de sus políticas de abastecimiento y stocks y conseguir de sus proveedores las mejores condiciones de pago.

Los *talleres de herrería y los talleres de reparación*, que tienen menos trabajo como consecuencia del menor uso de los equipos mecánicos, sufren además, como consecuencia de la aparición en el mercado de obreros especializados que realizan las mismas tareas pero de una forma sumergida, una competencia desleal que disminuye adicionalmente su volumen de trabajo.

La *Mano de Obra Eventual* es la más afectada con la reducción de la superficie de arroz, como consecuencia de la

5. La información que se describe en lo que sigue, por razones de espacio, es una breve sinop-

sis de lo que se recoge en el trabajo original del que ésta ha sido extraída (Navarro et al 1994).

extensificación de la actividad agraria que se produce en la zona. Esta situación hace que dichos trabajadores busquen el trabajo en otras zonas, principalmente en pueblos cercanos como Coria del Río, La Puebla del Río y sobre todo en Villamanrique de la Condesa y en Almonte, en actividades, frecuentemente agrarias, en cultivos distintos del arroz, como el fresón.

Las *Cooperativas y Comunidades de Regantes* tienen problemáticas comunes derivadas de tener que mantener su actividad a través de las aportaciones de los socios, los agricultores, que se encuentran en un elevado nivel de endeudamiento. Este hecho se incrementa en aquellas Cooperativas que no tienen aún amortizadas sus instalaciones.

Las *Empresas de Servicios*, entre las que se incluyen las que realizan tratamientos aéreos y las que efectúan el resto de las labores de cultivo, tienen problemas diferenciados.

Si nos referimos a las de tratamientos aéreos, estas empresas disminuyen fuertemente su tasa de actividad, presentando problemas financieros relacionados con el alto valor de los aviones que utilizan y de los costes asociados a ellos (amortizaciones, mantenimiento, alojamientos y seguros). Su actividad la orientan hacia otros cultivos de otras zonas y hacia actividades forestales, muchas veces relativas a la extinción de incendios.

Las empresas de servicios que se dedican a la realización de labores de cultivo no tienen una reducción tan fuerte de su actividad debido a que muchas de las labores que vienen realizando en el arroz han de efectuarse asimismo en los cultivos alternativos (colza y girasol). Las estrategias para sobrellevar la crisis son las de intentar mantener su volumen de actividad buscando trabajo en otras comarcas y la de reducir sus inversiones en maquinaria.

Los *Bancos* muestran una reducción en el número de solicitudes de préstamos tanto para la realización de nuevas inversiones en maquinaria y equipos como para los créditos de campaña.

Las empresas de *agro-químicos* tienden hacia la diversificación de sus ventas a otros productos como son las semillas de los cultivos que alternativamente se usan en épocas de sequía (colza y girasol) y también van a la búsqueda de nuevos mercados en otras comarcas vecinas. Esto último produce que tengan que competir con otras empresas de su ramo en esas comarcas y que se dirijan sus ventas a los peores clientes de las mismas con los consiguientes problemas en los cobros.

La problemática de *El Empresario y su Familia* se estudiará con más detalle en el apartado que sigue, cuando se trate de la incidencia de la sequía en sus economías.

3.3. INCIDENCIA DE LA SEQUÍA EN LOS AGRICULTORES ARROCEROS. RELACIÓN CON EL TAMAÑO DE LAS EXPLOTACIONES

Tal y como se expuso en la metodología, la sequía afecta a los agricultores arroceros por tres motivos fundamentalmente: disminución de la renta, subempleo de la mano de obra fija y familiar y subempleo de la maquinaria e instalaciones.

Las razones para ello son los menores ingresos (incluyendo las subvenciones) que les aportan los cultivos alternativos y la menor rentabilidad que les supone, por un lado la mano de obra fija y familiar, por tener que utilizarla en otras actividades, menos provechosas, para las que en principio no se había pensado su uso, y por otro la maquinaria e instalaciones, que al ser menos empleadas, soportan los costes de amortización (fundamentalmente por obsolescencia) sin ser rentabilizadas a través del cultivo de arroz.

ECONOMÍAS DEPENDIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE ARROZ EN LAS MARISMAS DEL GUADALQUIVIR. INCIDENCIA DE LA SEQUÍA EN LOS SECTORES DEPENDIENTES Y EN LOS AGRICULTORES ARROCEROS

Disminución de la renta de los agricultores arroceros

Los costes variables del cultivo de arroz (Morote, F. 1993) y del cultivo de la colza (obtenidos a través de información

técnica de agricultores y empresas de servicios); las producciones medias unitarias de arroz en año de cultivo normal, ídem de las del cultivo de colza, así como de los precios de mercado en las distintas situaciones, son mostrados en la Tabla 2.

Tabla 2: Costes de cultivo del arroz y colza

	AÑO NORMAL			AÑO SEQUÍA		
	COSTES	PRODUCCIÓN	PRECIO	COSTES	PRODUCCIÓN	PRECIO
ARROZ	224.718	7.500	55	247.190	4.000-6.500	58
COLZA				25.750	1.500	30

Fuente Morote, F. 1993. Elaboración propia

La subvención ofrecida por la Administración para el cultivo de la colza fue durante 1994 de 100.000 ptas/ha. para la superficie dedicada al cultivo de colza (85% de la superficie) y de 80.000 ptas/ha para que se abandona (15% de la superficie). De acuerdo con estos datos la subvención por hectárea para la superficie no cultivada de arroz es de 97.000 ptas/ha ($100.000 \text{ ptas/ha} * 0,85 + 80.000 \text{ ptas/ha} * 0,15$).

De acuerdo con lo anterior, los Márgenes Brutos de los distintos cultivos son mostrados en la Tabla 3.

Del examen de la tabla se deduce que el interés del agricultor, desde un punto de vista económico, para cultivar arroz en años de sequía, es cuando el margen

bruto por hectárea del arroz supera a la suma del margen bruto por hectárea de la colza (afectado por la proporción de superficie dedicada a la colza de dicha hectárea) más la subvención por hectárea de dicho cultivo y la correspondiente a la retirada de tierras correspondiente, o sea, cuando aquél sea superior a 113.362 ptas. Por lo tanto, considerando racional la conducta del agricultor, no se esperaría que se cultivase arroz en años de sequía, a no ser que la producción estimada de arroz por hectárea fuese mayor de 6.265 kg.; siendo 4.262 kg/ha, la producción en la que el Margen Bruto del arroz en años de sequía sería cero, o sea, en la que se cubrirían con los ingresos los costes de cultivo variables.

Tabla 3: Márgenes Brutos de los cultivos de arroz y colza

CULTIVO	MARGEN BRUTO
ARROZ. AÑO NORMAL (7.500 Kg/ha)	187.782
ARROZ AÑO SEQUÍA.	
4.262	0
4.500	13.810
5.000	42.810
5.500	71.810
6.000	100.810
6.265	113.362
COLZA	19.250

Fuente: Morote, F. Elaboración propia

Teniendo en cuenta la ecuación expresada en la metodología que medía la disminución de la renta del agricultor, en función de los márgenes brutos del cultivo de arroz y de la colza:

$$\Delta R = \frac{S_1 MB_a - (S_1 MB_a' + S_{alt} MB_{alt} + (S_1 - S_a) 97.000)}{S_1}$$

y llamando r a la proporción de superficie cultivada durante un año de sequía, o sea:

$$S_a = r S_1$$

la ecuación anterior quedaría como sigue:

$$\Delta R = MB_a - (r \cdot MB_a' + (1-r) (0,85 \cdot MB_{alt} + 97.000))$$

Si suponemos que como mínimo el agricultor siembra arroz cuando:

$$MB_a' = 97.000 + MB_{alt} \cdot 0,85$$

llegamos a la conclusión de que la reducción de ingresos del agricultor por hectárea equivale a la diferencia de los

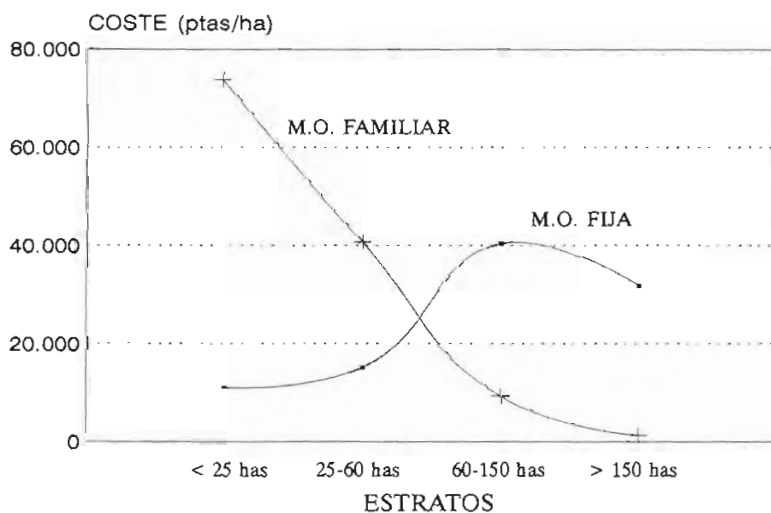
márgenes brutos del cultivo de arroz en condiciones normales de cultivo (margen bruto 187.782 ptas/ha) y el del arroz en condiciones de sequía y una producción de 6.265 kg/ha (que produce un margen bruto de 113.362 ptas), siendo en resumen de 74.420 ptas/ha.

Subempleo de la mano de obra fija y familiar

Dadas las dificultades obvias de estimación expresadas en la metodología; en lo que sigue se va a describir la importancia relativa de estos costes en función del tamaño de las explotaciones, considerando como supuesto lo expuesto en la metodología sobre este punto, o sea, que la proporción de empleo de la mano de obra requerida en el cultivo alternativo se mantiene constante para cada explotación, con lo cual, la explotación con mayor coste por hectárea de estos conceptos se verá más perjudicada por la sequía.

La Fig. 2 y la Tabla 4 muestran las relaciones entre los costes de la mano de obra fija y familiar y los tamaños de las explotaciones.

Figura 2. Subempleo de la mano de obra fija y familiar en función del tamaño de las explotaciones.



ECONOMÍAS DEPENDIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE ARROZ EN LAS MARISMAS DEL GUADALQUIVIR. INCIDENCIA DE LA SEQUÍA EN LOS SECTORES DEPENDIENTES Y EN LOS AGRICULTORES ARROCEROS

Tabla 4: Frecuencias de los costes/ha de la mano de obra fija y familiar en función de los tamaños de las explotaciones

TAMAÑO	M.O. FIJA			M.O. FAMILIAR		
	0	0-50.000	> 50.000	0	0-50.000	> 50.000
< 25 has.	18	0	2	3	7	10
25-60 has.	7	2	1	2	4	4
60-150 has.	0	5	2	4	3	0
> 150 has.	0	10	1	9	2	0

Fuente: datos propios (encuestas)

Los costes medios por hectárea de la mano de obra fija son 25.382 ptas. y presentan una distribución por estratos de tamaño de: 11.033 ptas/ha para las explotaciones menores de 25 has., 15.146 ptas/ha. para las de tamaño comprendido entre 25-60 has., de 40.383 ptas/ha. para las comprendidas entre 60-150 has. y de 31.829 ptas/ha. para las explotaciones mayores de 150 has.

Esta variación de los costes de acuerdo con los tamaños de las explotaciones se explica por el incremento en el uso de mano de obra fija a medida que aumenta el tamaño de las explotaciones y por la mejor distribución de estos costes entre la superficie total de las explotaciones para las explotaciones mayores.

Así, sólo el 10% de las explotaciones de menos de 25 has. usan mano de obra fija, aumentando el porcentaje de uso de esta mano de obra para los siguientes estratos de tamaño al 30%, 100% y 100% (para las explotaciones de 25-60 has., de 60-150 has. y mayores de 150 has. respectivamente).

Si nos acogemos a lo expuesto en la Tabla 4 vemos, no obstante, que los cos-

tes de la mano de obra fija de las explotaciones que disponen de esta mano de obra, en el estrato de menos de 25 has., son mayores de 50.000 ptas/ha. en los dos casos encontrados (presentando valores de 95.652 y 125.000 ptas/ha respectivamente) y que dichos costes para las explotaciones de los dos estratos superiores de tamaño se encuentran siempre en valores menores de 50.000 ptas/ha⁶.

El aumento del uso de la mano de obra fija y de la mejor rentabilización de los costes a ella inherentes conforme aumenta el tamaño de las explotaciones, queda explicado en la forma de la curva de la Fig. 2 que presenta un tramo creciente inicial, hasta el estrato de explotaciones comprendidas entre 60-150 has., seguido de otro descendente que une este último intervalo con el de las fincas mayores de 150 has.

El coste medio por hectárea de la mano de obra familiar es de 27.022 ptas y su distribución por estratos de tamaño es de 73.803, 40.734, 9.357 y 1.309 ptas/ha. para los estratos de tamaño de menos de 25 has, 25-60 has., 60-150 has. y mayores de 150 has. respectivamente.

6. Todas estas relaciones son estadísticamente

significativas en análisis de tablas de contingencia, con un nivel de significación de 0,0001

Este descenso, mostrado en la Fig. 2 y en la Tabla 4, se justifica por el distinto uso de esta fuerza de trabajo por los empresarios de las explotaciones según los distintos tamaños y por la mejor distribución de este coste en las explotaciones mayores.

Así, en orden ascendente de tamaño de explotaciones, el porcentaje de empresarios que usan mano de obra familiar es decreciente y sigue la siguiente pauta: 85%, 80%, 42% y 18,2%. De igual forma, el uso más rentable de esta mano de obra a medida que aumenta el tamaño de las explotaciones, hace que se haga más patente el hecho de esta tendencia decreciente de los costes unitarios (la mayoría de los costes unitarios de la mano de obra familiar de las explotaciones de menos de 25 has. son mayores de 50.000 ptas/ha., esta situación se equilibra en las explotaciones entre 25-60 has. y se sitúa en valores menores de 50.00 ptas/ha. en las explotaciones mayores de 60 has.).

Se puede expresar como conclusión de estos resultados que el subempleo de la mano de obra fija es mayor en las explotaciones mayores, pero que en aquellas explotaciones pequeñas que disponen de mano de obra fija este subempleo alcanza cotas más altas debido a los altos costes por hectárea que en ellas se

encuentran. Respecto a la mano de obra familiar, los efectos de mayor proporción de uso de mano de obra familiar y mayores costes unitarios se unen de una forma negativa en las explotaciones pequeñas.

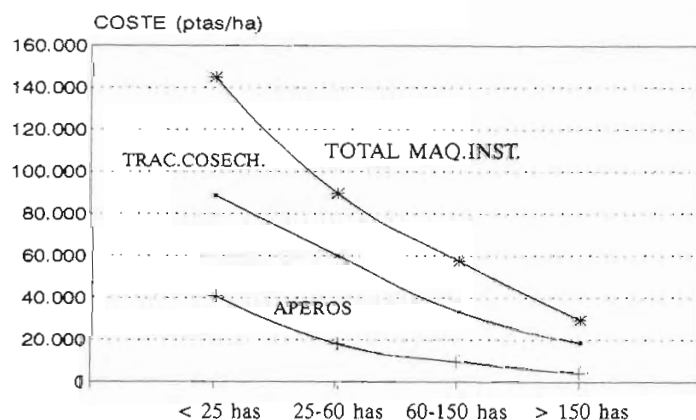
Subempleo de maquinaria e instalaciones

Al igual que en el apartado anterior se va a describir la importancia relativa de los costes de la maquinaria e instalaciones en función del tamaño de las explotaciones, entendiendo, igual que antes se expuso, que la proporción de empleo de la maquinaria e instalaciones requerida en el cultivo alternativo se mantiene constante para cada explotación, por lo que las explotaciones con mayores costes por hectárea en maquinaria e instalaciones se verán más perjudicadas por la sequía.

En la Fig. 3 y la Tabla 5 se muestran las relaciones entre los costes unitarios de la maquinaria e instalaciones y la superficie de las explotaciones.

Los costes medios por hectárea de maquinaria e instalaciones son de 72.450 ptas.. Estos costes para los distintos tamaños de las explotaciones son de 144.917, 89.649, 57.488 y 29.343 ptas/ha. para las explotaciones de tamaños <25, 25-60, 60-150 y >150 has. respectivamente.

Figura 3. Subempleo de la maquinaria e instalaciones en función del tamaño de las explotaciones



FUENTE: Morote, F. 1993. Elaborada: Navarro, L. 1994

ECONOMÍAS DEPENDIENTES DE LA PRODUCCIÓN DE ARROZ EN LAS MARISMAS DEL GUADALQUIVIR. INCIDENCIA DE LA SEQUÍA EN LOS SECTORES DEPENDIENTES Y EN LOS AGRICULTORES ARROCEROS

Tabla 4 : Frecuencia de los costes/ha de la maquinaria e instalaciones en función de los tamaños de las explotaciones

TAMAÑO	< 50.000	50.000-75.000	75.000-100.000	> 100.000
< 25 has	2	3	4	11
25-60 has	2	3	2	3
60-150 has	4	1	1	1
> 150 has	10	1	0	0

Fuente: datos propios (encuestas)

Se aprecia, en la Fig. 3 un decrecimiento en los costes unitarios de maquinaria e instalaciones conforme aumentan los tamaños de las explotaciones, que se manifiesta con la misma tendencia en todos los componentes de estos costes.

Si atendemos a la distribución de estos costes (en intervalos de los mismos) por estratos de tamaño, Tabla 4, vemos, por un lado, que el 75% de las explotaciones menores de 25 has. tienen unos costes unitarios mayores de 75.000 ptas., presentando máximos por encima de las 500.000 ptas/ha.⁷, mientras que en el otro extremo en lo que respecta a tamaño de explotaciones, o sea, aquellas mayores de 150 has., el 90,9% de ellas tienen unos costes unitarios por debajo de las 50.000 ptas/ha. Todas estas diferencias de costes entre los diferentes estratos de tamaño son significativas ($\alpha \leq 0,01$) en todos los tests estadísticos efectuados (ANOVA, Chi-Cuadrado).

Se concluye de lo anterior lo ya apuntado en Morote, F. 1993, del exceso de mecanización de las explotaciones pequeñas, que lleva consigo una mayor repercusión de los costes por este concepto, pudiéndose inferir que el subempleo de maquinaria e instalaciones en los casos de sequía es mayor para estos agricultores.

7. Algunas de las explotaciones pequeñas emplean el exceso de maquinaria en la contratación de servicios a otras explotaciones.

4. CONCLUSIONES

Las marismas del Guadalquivir han pasado desde su origen hasta nuestros días, de ser un *paraje pantanoso* con *aprovechamientos ganaderos* muy extensivos a una de las zonas agrícolas más productivas de España. Ello generado por las sucesivas *mejoras ingenieriles* que en ella se han practicado, canalizadas exclusivamente por la *iniciativa privada*.

Estas transformaciones, que tuvieron como meta el explotar la zona con la introducción de la agricultura, condujeron a definir al cultivo de arroz como el aprovechamiento más idóneo, debido a la *capacidad de adaptación* del mismo a las condiciones de salinidad de suelo y agua. Otros cultivos, como el *algodón*, tendrían que enmarcarse, por las condiciones edafológicas antes citadas, a la *Vega de La Puebla del Río* y a parte de la *margin izquierda del Guadalquivir*, aproximadamente un 20% de la superficie hoy ocupada por el arrozal, presentándose, aún así, una *reducción en sus rendimientos*, incluso en las mejores zonas.

La demanda del arroz de *factores de producción* hace que participen en su cultivo numerosos agentes, cuya importancia ha sido medida a través del cálculo de sus *Economías Dependientes*. Dichos agentes comprenden: Los propietarios de la Tierra, los vendedores y reparadores de *Maquinaria, e Instalaciones, las Cooperativas, Comunidades de Regantes, Empresas de Servicios Agrarios y Entidades Financieras (que aportan Servicios), la Mano de Obra (fija y eventual)*, distribui-

dores de *Materias Primas* (semillas, abonos, fitosanitarios) y el *Agricultor y su familia* (que aportan mano de obra familiar y gestión y riesgo empresarial).

La importancia de la participación relativa de cada uno de los grupos de factores productivos es por este orden: en primer lugar, con un peso específico similar se encuentran los Servicios, las *Materias Primas* y la *Tierra*, expresada en forma de su renta (22,57%; 19,90% y 19,88% respectivamente), a un segundo nivel y también con similar importancia se encuentra el Capital (maquinaria e instalaciones), la *Mano de Obra* y la actividad *Empresarial* (empresario y su familia) (12,32%; 10,62% y 9,45% respectivamente) y por último otra serie de actividades agrupadas bajo el epígrafe de Otros, que incluye a los Seguros, los Impuestos y otra serie de conceptos muy variados (5,23%).

La disminución de la superficie de arroz (como consecuencia de la sequía de los últimos años) afecta a todos los factores de producción porque el nuevo sistema agrario que se crea en la zona (de un monocultivo de arroz se pasa a una distribución de la superficie entre arroz y otros cultivos como colza o/y girasol) es *menos intensivo*. Dicha repercusión se traduce en una *disminución de los volúmenes de ventas y del número de trabajadores empleados*, en unos casos, y en el *subempleo* de los medios que disponen los agentes que aportan dichos factores, en todos.

Esta reducción de la superficie cultivada no afecta en la misma proporción a todos agentes antes señalados. Así pues:

- El factor *Tierra* (renta de la misma) se ve afectado pero en un plazo más largo, debido a que participan en su valor variables de tipo sociológico, además de la esperanza de que los años siguientes sean bonancibles.

- En el factor *Capital*, y en lo que se refiere a la *Reposición de maquinaria e instalaciones*, dicho utillaje sufre todo el peso de la obsolescencia pero sólo parte del

correspondiente a su desgaste físico, ya que el trabajo que realizan es menor. Por dicha razón hay una disminución en las ventas de maquinaria e instalaciones agrícolas, al alargarse su vida útil. Asimismo, el agricultor, con dificultades financieras, realiza menores inversiones en maquinaria que las que corresponderían a épocas de mejores resultados económicos.

El *Mantenimiento* de dicha maquinaria e instalaciones se considera imprescindible en las tareas de conservación de edificios, que dependen más de las circunstancias climatológicas que del uso que de ellos se hace. En lo que respecta a maquinaria agrícola, secaderos, bombas de riego, etc. el menor uso de estos elementos hace que se averíen menos y que requieran, por tanto, un menor mantenimiento.

- Las *Cooperativas y Comunidades de Regantes* disminuyen su actividad variable en la misma proporción que lo hace la superficie sembrada de arroz, aunque no la fija, correspondiente al mantenimiento de sus instalaciones y al de la infraestructura de caminos y canales de riego. Los socios, por consiguiente, son requeridos a pagar cuotas que no son muy diferentes de las exigidas en años de plena actividad productiva. Este hecho es más acusado en el caso de que estas asociaciones se encuentren en fase de amortización de sus instalaciones.

- Dentro de las *Empresas de Servicios Agrarios* las más afectadas son las que realizan *tratamientos aéreos*, fitosanitarios y siembra, y las que efectúan la recolección del arroz. Aquéllas que realizan las labores de cultivo se ven menos perjudicadas debido a que parte de estas labores son requeridas como preparatorias en los cultivos alternativos.

- La *Mano de Obra Eventual* se ve más influida que la fija debido a la mayor intensificación del cultivo de arroz respecto a los alternativos. La *Fija*, en muchos casos, es disminuida a través de *regulaciones de empleo*.

- Las *Materias Primas* son los factores de producción que más se ven afectados por la sequía, debido a la citada intensificación del cultivo del arroz con respecto a los cultivos de colza o girasol que son aprovechados en régimen de secano. En efecto, el abonado en este segundo caso es mucho menor, no llevándose a cabo el abonado de fondo, sólo realizándose, no en todos los casos el de cobertera y prescindiendo de los tratamientos fitosanitarios, muy frecuentes en el cultivo de arroz.

- En el *Empresario* y su familia se produce por las mismas razones un subempleo de su capacidad productiva.

La importancia cuantitativa de esta repercusión puede verse a través de los datos presentados en los cálculos de las *Economías Dependientes* y en el Anejo 1, correspondientes a la reducción de los volúmenes de ventas y de personal de una muestra de empresas dependientes del cultivo de arroz que fueron entrevistadas.

La mayor parte de los agentes (excepto los agricultores) intervinientes en el cultivo de arroz se quejan de no recibir ningún apoyo de la Administración en los años de sequía.

La sequía afecta asimismo a los agricultores arroceros por tres razones fundamentalmente: *disminución de la renta, subempleo de la mano de obra fija y familiar y subempleo de la maquinaria e instalaciones.*

En el primero de los casos se estima que a no ser que las producciones alcancen los 6.265 kg/ha, no parece rentable el producir arroz en años de fuerte sequía (si se mantuviesen las condiciones de las

subvenciones facilitadas por la Administración y los márgenes brutos de los cultivos alternativos). Las producciones de arroz que cubren los costes variables son de 4.262 kg/ha. Considerando que el agricultor actúa racionalmente desde un punto de vista económico, *la pérdida media por hectárea de los agricultores arroceros en años de sequía se puede estimar en 74.420 ptas.*

Con respecto al *subempleo de la mano de obra fija y familiar y de la maquinaria e instalaciones* de la explotación (como consecuencia de la falta de capacidad del empresario arroceros de adaptar a corto plazo sus costes fijos e implícitos) se pone de manifiesto lo siguiente:

-En el caso de la *mano de obra fija* son, en general, las explotaciones en torno a las 60 has. las más perjudicadas, dado que poseen, en general este tipo de mano de obra y les afecta en menor medida las economías de tamaño que se presentan en las explotaciones mayores. Se encuentran desequilibrios de más entidad en aquellas explotaciones de escasa dimensión que cuentan con mano de obra fija.

- En relación con la *mano de obra familiar* son las explotaciones más pequeñas las que disponen de más mano de obra de este tipo, afectándoles en el subempleo de la misma tanto la misma disponibilidad de esta fuerza de trabajo como la falta de economías de tamaño donde repercuta.

- El *subempleo de maquinaria e instalaciones* afecta en mayor medida a las explotaciones de menor tamaño debido al exceso de mecanización que presentan estas explotaciones.

ANEJO I

REDUCCIÓN DEL VOLUMEN DE VENTAS Y DE MANO DE OBRA EN EMPRESAS DEPENDIENTES DEL CULTIVO DE ARROZ

1. SUMINISTRADORES DE AGROQUÍMICOS.

EMPRESA	FACTURACIÓN (10 ⁶ ptas)		EMP. FIJOS		EMP. EVENTUALES	
	1991	1993	1991	1993	1991	1993
A	300	50	5	-	2	-
B	200	42	1	1	2	1
C	300	20	6	3	3	0
D	40	5	1	1	-	-
E	-	33	-	1	-	1

2. EMPRESAS DE AVIACIÓN.

EMPRESA	FACTURACIÓN (10 ⁶ ptas)		EMP. FIJOS		EMP. EVENTUALES	
	1991	1993	1991	1993	1991	1993
A	100	22	11	11	3	3
B	200	-	11	5	13	0

3. SUMINISTRADORES DE REPUESTOS.

EMPRESA	FACTURACIÓN (10 ⁶ ptas)		EMP. FIJOS		EMP. EVENTUALES	
	1991	1993	1991	1993	1991	1993
A	60	20	4	4	0	0
B	50	15	2	2	0	0
C	22	8	1	1	0	0

4. TALLERES DE REPARACIÓN.

EMPRESA	FACTURACIÓN (10 ⁶ ptas)		EMP. FIJOS		EMP. EVENTUALES	
	1991	1993	1991	1993	1991	1993
A	35	6	4	1	0	0
B	-	-	2	2	0	0
C	-	-	3	3	0	0

5. TALLERES DE HERRERÍA

EMPRESA	FACTURACIÓN (10 ⁶ ptas)		EMP. FIJOS		EMP. EVENTUALES	
	1991	1993	1991	1993	1991	1993
A	9	2,5	1	1	1	0
B	65	3,07	3	2	10	3
C	30	12,5	6	3	0	1

6. COOPERATIVAS DE AGRICULTORES

EMPRESA	FACTURACIÓN (10 ⁶ ptas)		EMP. FIJOS		EMP. EVENTUALES	
	1991	1993	1991	1993	1991	1993
A	1200	10	3	1	18	0
B	1500	-	2	2	20	0

7. COMUNIDADES DE REGANTES

NOMBRE	COSTES TOTALES (10 ⁶)	
	1991	1993
A	127.2	18.7
B	30.6	2.7
C	74.4	7.5

BIBLIOGRAFÍA

ALONSO, A. 1993: Valoración tecnológica y fijación de prioridades de investigación en el cultivo del arroz en España. Trabajo Profesional Fin de Carrera. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes de la Universidad de Córdoba.

BALLESTEROS, E. 1978: Principios de economía de la empresa. Alianza Editorial.

BALLESTEROS, E. 1991: Economía de la empresa agraria y alimentaria. Mundi-Prensa.

CABALLERO, P.; De MIGUEL, M. D.; JULIA, J. F. 1991: Costes y precios en hortofruticultura. Mundi-Prensa.

Comisión Internacional de Expertos sobre el Desarrollo del Entorno de Doñana 1992: Dictamen sobre estrategias para el desarrollo socioeconómico sostenible del entorno de Doñana.

Consejería de Gobernación, Junta de Andalucía 1993: Estudio Sociológico y de Propiedad de la tierra del municipio de La Puebla del Río.

Del MORAL, L. 1993: El impacto del déficit de agua en el arrozal de las Marismas del Guadalquivir. I Jornadas de Análisis del impacto de agua en la agricultura andaluza.

Diputación Provincial de Sevilla 1992: Anuario Estadístico de la Provincia de Sevilla.

Diputación Provincial de Sevilla 1993: Anuario Estadístico de la Provincia de Sevilla.

GONZÁLEZ, J. 1993: Las Marismas del Guadalquivir: Etapas de su aprove-

chamiento económico. C. P. Antonio Cueva.

HERRUZO, C.; SLIM Z. 1993: El Sector del arroz en España. Ventajas comparativas entre las distintas zonas productoras. Revista de Estudios Agro-Sociales nº 163.

Instituto de Estadística de Andalucía: Base de Datos Informática S.I.M.A.

Instituto Nacional de Estadística: Censo de la Población y de las Viviendas de España. Años: 1930, 1940, 1950, 1960, 1970 y 1981.

Instituto Nacional de Estadística: Padrón Municipal de Habitantes. Años: 1945, 1955, 1965, 1975 y 1986.

MILLER, Mc. 1981: Economies of size in U.S. field crop farming. Agricultural Economic Report nº 472.

MOROTE, F. 1993: Estructura y costes de producción en explotaciones arroceras de las Marismas del Guadalquivir. Trabajo Profesional Fin de Carrera. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes de la Universidad de Córdoba.

NAVARRO et al. 1994: Economías Dependientes y Secundarias de la Producción de Arroz en las Marismas del Guadalquivir (Concertación Federación de Arroceros de Sevilla-Consejería de Agricultura de la Junta de Andalucía).

NICHOLSON, W. 1979: Intermediate Microeconomics and its application. The Dryden Press.

RODRÍGUEZ, M. 1994: Historia de la Isla Mayor del río Guadalquivir. C. P. Florentina Bou.

UNICAJA 1993: Atlas Económico de Andalucía 1992. Unicaja.

EL COMERCIO EXTERIOR DE ESPAÑA: ARROZ

M^a JOSÉ FERNÁNDEZ SANTA-ANA
*Subdirectora General Adjunta de
Cereales y Leguminosas.
Secretaría General de Producciones
y Mercados Agrarios.
Ministerio de Agricultura, Pesca y
Alimentación*

I. INTRODUCCIÓN

La reglamentación y el seguimiento estadístico y de gestión del mercado del arroz frente al exterior encierra cierta complejidad, ya que aunque se trata de un producto básico su comercialización y consumo en los países desarrollados presenta características propias, unas veces derivadas de las calidades del producto y otras de sus diferentes estados de elaboración.

Para facilitar la familiarización con el tema me parece imprescindible describir brevemente la Organización Común del Mercado del Arroz actual, y dado el momento, los compromisos que se han adquirido en el marco del GATT, ya transformado en Organización Mundial del Comercio. Procuero también describir los cauces necesarios a seguir en las relaciones comerciales con terceros países y valorar, de acuerdo con la información estadística disponible, el volumen y estructura de nuestro Comercio Exterior en los últimos años.

I.1. LA PROTECCIÓN FRENTE AL EXTERIOR DEL ARROZ COMUNITARIO EN LA ACTUAL OCM DEL ARROZ

La OCM del arroz se basa en un *régimen de precios* y en un *régimen de intercambios* e incluye los siguientes productos:

- Arroz cáscara, cargo, semielaborado, elaborado y partidos de arroz.
- Harina, grañones, sémolas, copos, aglomerados y almidones de arroz.

La clasificación comunitaria del arroz es la siguiente:

- Arroz de granos redondos: longitud \geq 5,2 mm. relación longitud- anchura $>$ 2,
- Arroz de granos medios: longitud $>$ 5,2 < 6 mm. relación longitud- anchura $<$ 3.
- Arroz de granos largos: longitud \geq 6 mm.

a) relación longitud-anchura $>$ 2 y $<$ 3.

b) relación longitud-anchura $>$ 3 (Arroz Índica).

La campaña de comercialización empieza el 1 de septiembre y termina el 31 de agosto del año siguiente.

Desde el 1 de enero al 31 de julio los organismos de intervención compran el arroz cáscara que se les oferta en lotes homogéneos de al menos 20 t. al precio de compra de la intervención.

Régimen de precios

Para cada campaña se fijan los siguientes precios, referidos a una calidad tipo:

a) *A nivel de la producción y del mercado*

- Precio de intervención para el arroz cáscara (precio único tanto para el de grano largo como para el de grano redondo). Se fija para el centro de intervención de Vercelli, centro de la zona más excedentaria.

La intervención compra al precio del 94% del precio de intervención para el arroz "Índica" y al 90% de dicho precio para el arroz "Japónica".

- Precio indicativo para el arroz cargo (descascarillado) (único para el arroz largo y redondo). Se fija para Duisburgo, centro de la zona más deficitaria.

b) *A nivel de intercambio con países terceros*

- Precio umbral o de entrada para el arroz descascarillado de la calidad tipo (único para arroces largo y redondo). Se fija para Rotterdam, se deduce del indicativo y garantiza el respeto del mercado a este precio indicativo.

- Precios umbral derivados para los arroces blancos distinguiendo redondo y largo.

- Precio umbral para los partidos, que se fija en relación con el precio umbral del maíz.

Los precios anteriores experimentan unos incrementos mensuales a lo largo de la campaña. Los de intervención tienen 7 incrementos, de enero a julio. Los precios indicativos y umbral 10 incrementos, de octubre a julio.

El esquema de precios y sus valores en las últimas campañas figura en el Anexo nº 1.

Régimen de intercambios

La protección comunitaria frente a países terceros se basa en el respeto al precio umbral por lo que se aplica una exacción reguladora variable "prélèvement" que iguala el precio CIF calculado en Rotterdam al precio umbral, es decir al nivel del precio indicativo en Duisburgo.

En cuanto a las exportaciones, se conceden restituciones con objeto de hacer competitivo el arroz comunitario en el mercado mundial.

II. REGULACIÓN DEL COMERCIO FRENTE A TERCEROS PAÍSES EN LA U.E.

II.1. IMPORTACIONES

Toda importación o exportación comunitaria, y por tanto española, de los productos contemplados en la O.C.M. del arroz está sujeta a la presentación de un certificado de importación o exportación. Estos certificados son expedidos por los Estados miembros *a toda persona interesada que lo solicite (cualquiera que sea su lugar de establecimiento en la Comunidad y son válidos en toda la Comunidad)*. En España los certificados han de solicitarse y son concedidos por la Dirección General de Comercio Exterior del Ministerio de Comercio y Turismo.

La expedición de los certificados está supeditada a la presentación de una fianza que garantiza la *obligación de importar o exportar mientras dure el periodo de validez del certificado* y que se pierde en

su totalidad o parcialmente si durante el citado plazo no se realiza operación alguna o sólo parcialmente.

El periodo de validez de los certificados se decide por la Comisión mediante el procedimiento del Comité de Gestión. En la actualidad cuando se importa en la Comunidad arroz se percibe un "derecho regulador" igual a la diferencia entre los precios CIF y el precio umbral del arroz cargo. Los aplicables al arroz cáscara se obtienen ajustando a los del arroz cargo en función del tipo de conversión. Los de los arroces blancos se obtienen por la diferencia entre sus precios umbral derivados y los precios CIF correspondientes. Estos valores se diferencian por un lado para los arroces redondos y por otro para los medios y largos.

El derecho regulador de los partidos es la diferencia entre su precio umbral (ligado al del maíz) y el precio CIF.

Se calculan, por tanto, para Rotterdam:

- Un precio CIF para el arroz cargo en granos redondos.
- Un precio CIF para el arroz cargo en granos largos.
- Un precio CIF para el arroz blanco en granos redondos.
- Un precio CIF para el arroz blanco en granos largos.
- Un precio CIF para los partidos.

Para el cálculo de los precios CIF en granos largos puede tomarse una cotización de medios. Los precios CIF se calculan para una mercancía a granel a partir de las cotizaciones más favorables del mercado mundial *ajustadas en función de las diferencias eventuales de calidad* con relación a la calidad tipo, así como en función, en su caso, de la tasa de conversión, los gastos de fabricación y el valor de los subproductos. Los precios CIF son calculados por la Comisión.

Para los productos derivados del arroz (harinas, sémolas, almidones, etc.) el

“derecho regulador” que se aplica consta de dos elementos: un elemento “móvil” que se refiere a la incidencia en el coste del derecho establecido para el producto de base y un elemento “fijo” para asegurar la protección a la industria de transformación.

El “derecho regulador” que se percibe es el aplicable el *día de la importación*. No obstante, se puede aplicar el vigente el día en que se solicita el certificado ajustado del precio umbral que estará en vigor durante el mes de la importación. Si se quiere “prefijar” ha de solicitarse al mismo tiempo que se solicita el certificado. Cuando del examen de la situación del mercado puedan producirse dificultades debidas a esta “prefijación” la Comisión puede suprimir, por el procedimiento del Comité de Gestión y en caso de urgencia eliminando éste, la suspensión de la prefijación.

ACUERDOS PREFERENCIALES

Aunque la regla general es la expresada anteriormente, en la Comunidad entran actualmente las siguientes cantidades de arroz en condiciones especiales.

- El equivalente a 125.000 t. de arroz descascarillado procedente de países ACP y 20.000 t. de partidos, con reducción del 50% del derecho regulador (prélèvement).

Hay que destacar que en la actualidad, y como consecuencia de la Decisión del Consejo de 25/7/91 sobre disposiciones aplicables a los Países y Territorios de Ultramar (P.T.U.), gran parte de este contingente entra en la U.E. sin soportar derecho alguno porque al experimentar alguna transformación en estos países adquieren este origen.

- El equivalente a 10.000 t. de arroz descascarillado con reducción del 25% de arroz Basmati.

- El equivalente a 4.000 t. de arroz descascarillado procedente de Bangla Desh con una reducción del “prélèvement” del 50%.

- El equivalente a 32.000 t. procedentes de Egipto con reducción del 25%.

De todo lo anterior se deduce, que la protección comunitaria del arroz, establecida a través del precio umbral del arroz descascarillado y los precios umbrales derivados a partir de éste, se encuentra debilitada.

II.2. EXPORTACIONES

En la medida necesaria para permitir la exportación en estado natural o transformado en determinadas mercancías, la diferencia entre los precios de los diferentes tipos de arroz en los mercados mundial y comunitario, puede cubrirse mediante una restitución a la exportación.

La restitución es la misma para toda la Comunidad y puede diferenciarse según los destinos. La fijación de las restituciones se realiza mediante el procedimiento del Comité de Gestión, pero pueden ser modificadas en el intervalo entre dos sesiones por la Comisión si lo estima conveniente.

La cuantía aplicable de la restitución es la del día de la exportación pero a petición del exportador al mismo tiempo que la solicitud del certificado puede aplicarse la restitución aplicable este día, ajustada en función del precio umbral que estará en vigor el mes de la exportación. Se pueden fijar además correctivos por la Comisión que se aplican a la restitución en caso de que ésta se “prefije”. Como en el caso del derecho regulador, si se estima conveniente por la Comisión, puede suspender la posibilidad de la “prefijación”.

Las restituciones pueden fijarse de forma periódica o mediante licitación. En el primer caso se las denomina normalmente de “derecho común” y son válidas durante un periodo determinado para cualquier operador que las solicita. En el segundo caso se abren reglamentariamente todas las campañas varias adjudicaciones por una cantidad determinada, según el balance comunitario, para arro-

ces redondo y medios y largo A (para estos últimos dos adjudicaciones en función de los destinos). Los operadores pueden presentar todas las semanas ante el organismo competente de cada Estado miembro, en España en el Servicio Nacional de Productos Agrarios, la restitución que solicitan para una determinada cantidad a exportar. Todas las ofertas presentadas, que son anónimas, son ordenadas por los servicios de la Comisión desde una cuantía inferior a superior y en cada sesión del Comité de Gestión se fija la cuantía máxima de la restitución aceptada. Establecida ésta, se aceptan también todas las solicitudes de cuantía inferior.

La cuantía máxima de la restitución se calcula teniendo en cuenta, entre otras consideraciones, los precios comunitario y mundial, gastos de transporte, apreciación de disponibilidades en los diferentes mercados, etc.

III. CONSECUENCIAS EN EL COMERCIO EXTERIOR DE LA ENTRADA EN VIGOR DEL ACUERDO GATT

En el Acuerdo sobre Agricultura final de la Ronda Uruguay se establecen compromisos vinculantes específicos en las esferas del *Acceso a los Mercados*, *Ayuda Interna* y *Competencia de las Exportaciones*. Como es lógico, todo ello tiene consecuencias inevitables en el Comercio Exterior de la Comunidad y, por tanto, español.

Todas las medidas en frontera establecidas por la Comunidad para protegerse de las importaciones de terceros países se han "arancelizado", y dejarán de existir los "derechos reguladores" variables que se han transformado en "derechos arancelarios". Estas "tarifas" habrán de disminuirse en un 36% entre los años 1995 y 2000. La cuantía de los mismos es la siguiente:

Tarifas Acuerdo	1/7/95	1/9/95	1/9/96	1/9/97	1/9/98	1/9/99	1/9/00
Cáscara	310,2	310,2	290,4	270,5	250,7	230,9	211,0
Cargo	388,2	388,2	363,4	338,5	313,7	288,9	264,0
Semielaborado	611,0	611,0	572,0	533,0	494,0	455,0	416,0

No obstante lo anterior, la aplicación del derecho arancelario ha quedado limitada al Acuerdo entre EE.UU. y la U.E. de diciembre de 1993, por el cual ésta en el sector del arroz, se compromete a aplicar la arancelización de tal manera que el precio de importación (que incluye el equivalente arancelario) no exceda del 188% del precio de intervención para el arroz "Japónica" y del 180% del precio de intervención para el arroz "Índica". Estas son las relaciones actuales del precio umbral con los precios de compra por la intervención de los arroces "Japónica" e "Índica", respectivamente, como se ha expresado en el Anexo nº 1.

Como parte del proceso de arancelización, han de conservarse las oportunidades de acceso actual. El compromiso de

acceso mínimo, establecido con carácter general como porcentaje sobre el consumo interno no ofrece problemas en el arroz, porque se supera con mucho actualmente en este sector. El periodo de base que se ha tomado para los cálculos es la media del 86-88.

Se ha acordado un mecanismo de salvaguardia que permite implantar "derechos adicionales" en el caso de que las cantidades importadas o los precios exteriores alcancen determinados niveles. Es muy improbable que esta "cláusula de salvaguardia" sea necesario aplicarse en este sector.

En segundo lugar existe el compromiso de disminuir de 1995 al 2000 en un

20% globalmente para todos los productos agrarios la Medida Global de Ayuda. Entre los conceptos incluidos en la M.G.A. figura el de "sostenimiento de los precios de mercado" que se ha calculado multiplicando la diferencia entre un precio exterior de referencia y el precio interior administrado por la cantidad de producción con derecho a percibir este último precio. Para el arroz la M.G.A. se ha evaluado como media del 86-88 en 409,7 millones de ECUS.

Los compromisos en materia de competencia de las exportaciones consisten en que las exportaciones subvencionadas (no se incluye la Ayuda Alimentaria) deberán haberse reducido al final del periodo de aplicación en:

a) un 36% de los desembolsos presupuestarios respecto al periodo de base (en este caso 86-90).

b) un 21% de las cantidades respecto al periodo de base (86-90).

Los compromisos de reducción de los gastos y cantidades referentes a la exportación se recogen el Anexo nº 2.

Por tanto, para la exportación a partir de la próxima campaña, sólo se concederán los certificados de exportación con derecho a restitución dentro de los límites de cantidades acordados en el GATT.

El Acuerdo entrará en vigor para el sector del arroz el 1 de julio de 1995 en lo referente a las importaciones y el 1 de septiembre de 1995 en lo referente a las exportaciones. Desaparece, en consecuencia el término "derecho regulador" de toda la reglamentación y se adapta la normativa de forma que se aplican los derechos arancelarios, con los límites expuestos por lo que se calculará también por la Comisión periódicamente un "derecho a la importación" que será la diferencia entre el 180% o 188% del precio de intervención, según se trate de Índica o Japónica, respectivamente, y el precio CIF y se aplicará la cantidad que resulte inferior.

Se establece también un sistema más estricto de seguimiento de las cantidades exportadas para cumplimentar los límites de gasto y cantidad en las exportaciones.

En resumen, cuando se importe arroz en la Comunidad, y por tanto en España, se aplicarán los derechos del arancel aduanero común. No obstante, para el arroz descascarillado, el derecho de importación será igual al precio de compra de la intervención válido en el momento de la importación para el arroz de tipo "Índica" y "Japónica", respectivamente, sumándole:

- un 80% en el caso del arroz de tipo "Índica".
- un 88% en el caso del arroz de tipo "Japónica".

y restándole el precio de importación.

Para el arroz blanco el derecho a la importación será igual al precio de compra de la intervención sumándole un porcentaje a calcular (ajustando en función de tipos de conversión gastos de elaboración, valor subproductos e importe de protección a la industria). Los valores son los del Anexo nº 2. Al valor así obtenido se le resta el precio de importación. No obstante, el derecho aplicable no podrá sobrepasar el tipo de los derechos del arancel aduanero común para este tipo de arroz.

- Lo expuesto sobre los certificados de importación y exportación sigue siendo válido esencialmente a partir de la entrada en vigor del Acuerdo y aunque las condiciones que se expresan a continuación sobre la importación y exportación responden al esquema vigente actualmente se precisan con la normativa ya aprobada por la Comisión para gestionar mejor el Acuerdo GATT.

- Los certificados obligan a exportar al destino previsto. Se entiende por destino, el conjunto de los países que tienen la misma restitución. El margen de tolerancia entre la cantidad que figura en el certificado y la real exportada será del 5%.

En el caso de que la restitución que se aplique sea como consecuencia de una adjudicación, la cuantía de ésta ha de expresarse en el certificado y se hará mención a que se ha concedido por asignación de una adjudicación. También ha de expresarse en el certificado si éste se concede, en su caso, en el marco de las adjudicaciones para ayuda alimentaria.

El periodo de validez de los *certificados de importación* para el arroz cáscara, cargo, semiblanqueado y blanco es el del fin del segundo mes siguiente a la entrega del certificado. Para los partidos la validez es hasta el fin del tercer mes siguiente y los de los derivados de arroz (harina, sémolas, pellets, almidón, etc.) hasta el fin del cuarto mes siguiente al de la entrega del certificado. Cuando existen para determinados países terceros periodos de validez especial, ha de ponerse en el certificado y es obligatorio importar de estos países.

Los certificados de exportación a partir del 1 de septiembre de 1995 están sujetos a "*plazo de reflexión*", es decir, la Comisión puede decidir no dar curso a la solicitud de los mismos. Esto no se aplica a los certificados entregados en el marco de un sistema de adjudicación.

El periodo de validez de los *certificados de exportación* es de 90 días a partir de su entrega para los arroces cáscara, cargo, semiblanqueado y blanco, de 30 días para los partidos y el fin del cuarto mes posterior al de la entrega para los transformados (harina, grañones, almidón, ...). Los certificados en el marco de la "ayuda alimentaria" son válidos hasta el fin del cuarto mes posterior a la entrega del certificado.

Algunos certificados sólo se expiden cuando se ha presentado un contrato con un organismo o sociedad del país de destino. En este caso los certificados no se conceden hasta tres días laborables después de su solicitud, el Estado miembro ha de comunicarlos a la Comisión. Si las demandas superan la cantidad límite para

la que se ha fijado la restitución, la Comisión aplica un coeficiente de reducción. El solicitante del certificado puede si no le interesa retirar la demanda en los dos días laborables siguientes a la notificación.

En caso de que el importador no ejecute el contrato, el operador puede exportar a otro destino pero sólo con la restitución que el día de solicitud del certificado se aplicaba a "otros países terceros".

En casos especiales, v.gr., cuando el exportador está en vías de concluir un contrato que justifique una duración superior, los certificados pueden ser válidos por un periodo superior a la norma general. En este caso existe obligación de pre-fijar la restitución válida el día de la solicitud para el destino previsto. La cantidad mínima a exportar en ese caso es de 15.000 t., salvo si se trata de un Estado ACP en cuyo caso se reduce a 5.000 t.

La cuantía de las garantías son de 1 ECU/t. para los certificados de importación y de 30 ECU/t. para los certificados de exportación de arroz en grano.

Conviene tener en cuenta que la Comisión tiene la facultad de poder variar los periodos de validez de los certificados, cuantía de las garantías, etc., por lo que en el momento de realizar una operación concreta conviene confirmar estos extremos.

IV. CARACTERÍSTICAS DEL COMERCIO EXTERIOR ESPAÑOL

IV.1. CORRIENTES COMERCIALES PRINCIPALES

En la terminología comunitaria el Comercio Exterior es el que se realiza con terceros países ya que existe mercado único y el Comercio Interior es el comercio intracomunitario. Las salidas de arroz español hacia otros Estados miembros son denominadas *expediciones* y por

tanto, no necesitan de ninguna autorización para ser realizadas. Los certificados de *exportación* son pues sólo para autorizar la exportación a terceros países. De forma análoga puede hablarse de *entradas* de arroz procedente de otros Estados miembros de la Comunidad y de *importaciones* procedentes de terceros países que precisan, por tanto, de un certificado de importación.

España antes de pertenecer a la Comunidad producía arroces redondos y especialmente medios. La Comunidad, debido a las características de la producción italiana especialmente, era excedentaria de arroces medios y deficitaria de largos de las variedades "Índica" y largo B. Por ello, y con el fin de no incrementar el excedente de arroces medios al entrar España en la Comunidad se implantó un programa de reconversión varietal de medios a largos B mediante la concesión de una ayuda por ha. Dicho programa, ya finalizado, fue iniciado en Andalucía y constituyó todo un éxito solamente perjudicado en la actualidad, se espera que coyunturalmente, como consecuencia de la sequía.

El cambio del marco de referencia, hizo que se modificase completamente el esquema de nuestras corrientes comerciales. Antes de la Adhesión el excedente coyuntural de arroz español se enviaba a otros países con restituciones aprobadas por el Comité Ejecutivo y Financiero del F.O.R.P.P.A. Como consecuencia del cambio de regulación el mercado exterior español por excelencia pasó a ser el mercado comunitario y en especial los envíos de arroces "Índica" al Norte de la Comunidad, realizadas esencialmente en forma de arroz cargo.

Al ir ocupando los arroces "Índica" en España una superficie creciente, los déficits variables de "Japónica" o medios, según las campañas, se han cubierto con arroz procedente de otros Estados miembros y en especial de Italia, si bien en la campaña 1993/94, por la escasez de la cosecha, fueron también muy importantes las entradas desde Grecia.

Las oscilaciones en las últimas campañas del volumen y corrientes de nuestro Comercio Exterior, se deben a las oscilaciones de nuestra superficie y producción (Anexo nº 3). El detalle por CC.AA. permite deducir la composición de la producción (Anexo nº 4). Tanto las entradas como las salidas se dirigen especialmente de y a la Comunidad. También se observa la elevada cuantía y la prepotencia de los arroces "Índica" en los envíos a la Comunidad en las campañas 91/92 y 92/93 en que las producciones fueron más normales y el descenso de las dos últimas campañas en el volumen como consecuencia de la sequía. Por el contrario, las importaciones son especialmente de otros tipos de arroz aunque en las dos últimas campañas ha habido que importar más arroces largos en cáscara como puede verse en los Anexos detallados del Comercio Exterior, adjuntados en último lugar.

Dentro de la Comunidad, nuestros destinos principales son Bélgica, Holanda y Alemania, exportándose también cantidades considerables a otros países.

Respecto a la información de base utilizada para confeccionar los cuadros es la de las cintas de la Dirección General de Aduanas. Hay que señalar que es la información estadística imputada a los meses de las respectivas campañas por la citada Dirección, pero que a veces no coincide con las fechas exactas de salida o entrada de mercancía por problemas de centralización de los datos a partir de las diferentes aduanas. Por otro lado, y en especial en la campaña 1993/94, puede reflejarse la dificultad de la puesta en marcha del mercado único que creó en toda la Comunidad problemas para la información de las corrientes intracomunitarias en los primeros meses de la entrada en vigor del mismo.

IV. 2. EL RÉGIMEN DE TRÁFICO DE PERFECCIONAMIENTO ACTIVO EN ESPAÑA

Los derechos arancelarios en cualquiera de sus modalidades tienen como

objeto, junto con otros instrumentos de política económica, la orientación de la producción nacional y su defensa frente a la competencia del exterior.

Ahora bien, las mercancías que se exportan *en cuya composición entran productos importados que han pagado derechos arancelarios* son más caras como consecuencia de éstos, por lo que pierden competitividad frente a otros oferentes de las mismas. Para obviar este encarecimiento y como un *mecanismo de fomento a la exportación* aparece el instrumento denominado Tráfico de Perfeccionamiento Activo. Este instrumento pues, permite eliminar los efectos del arancel y de otros impuestos indirectos correspondientes a mercancías importadas que sirven para elaborar productos destinados a los mercados internacionales. Dentro de los dos sistemas de eliminación del pago de los derechos, el de suspensión y el de reintegro, en arroz se usa normalmente el de suspensión. En España más del 20 por ciento de nuestras exportaciones generales globales se realiza bajo este régimen. En la Unión Europea este régimen supera el 25 por ciento del total enviado a terceros países de todas las mercancías. A nivel comunitario el T.P.A. se gestiona a través del Comité de Regímenes Aduaneros Económicos. El representante español en el mismo es un funcionario de la Dirección General de Aduanas del M^o de Economía y Hacienda que asiste acompañado de un funcionario de la Dirección General de Comercio Exterior del M^o de Comercio y Turismo.

Los Estados Miembros, han de comunicar con periodicidad mensual a la Comisión de las Comunidades Europeas las autorizaciones de perfeccionamiento activo emitidas consignando la mercancía a importar, su cantidad, el producto compensador y la fecha de expiración de la autorización. La autorización es concedida en España por la Dirección General de Comercio Exterior y tiene un plazo de validez de un año (la campaña de comercialización).

Se entiende por *productos compensadores principales* los productos para cuya obtención se ha autorizado el régimen de perfeccionamiento activo y por *productos compensadores secundarios* los productos compensadores distintos de los productos compensadores principales y que resultan necesariamente de la operación de perfeccionamiento. La compensación se realiza estableciendo una relación de equivalencia entre las mercancías importadas y exportadas. En el caso del arroz, la equivalencia está perfectamente determinada para el producto compensador principal, ya que ha de tratarse de arroces comprendidos dentro del mismo grupo de la clasificación comunitaria e internacional de los arroces y atendiendo no sólo a la longitud sino también a la relación longitud/anchura.

El control y por tanto, la medición del arroz, se realiza en los laboratorios de Aduanas de conformidad con lo dispuesto en el Anexo A del R. (CEE) n^o 1418/76 del Consejo, es decir del Reglamento Base de la Organización Común del Mercado del Arroz.

En el régimen de suspensión estricto, es decir en el que la importación tiene lugar antes que la exportación, ésta ha de realizarse en un plazo límite de seis meses a partir de aquella. En el caso de exportación anticipada la importación ha de realizarse en un plazo de tres meses.

Terminado ya el final del periodo transitorio de la Adhesión de España a la Comunidad Europea este régimen sólo es aplicable actualmente a *mercancías no comunitarias*. Además, la entrada en vigor del Mercado Único ha tenido como consecuencia la desaparición de las fronteras aduaneras entre los Estados Miembros de la Comunidad Europea y la posibilidad de que existan autorizaciones de perfeccionamiento activo que tengan incidencia en más de un Estado Miembro.

Todo lo anterior, ha dado lugar a que la normativa española que regula este régimen haya tenido que adaptarse.

En la actualidad la normativa nacional sobre el régimen de perfeccionamiento activo se regula por la Orden de la Presidencia del Gobierno de 27 de diciembre de 1994 y las Circulares de aplicación de la misma del Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales de la Agencia Estatal de Administración Tributaria y de la Dirección General de Comercio Exterior.

Tradicionalmente en España se ha hecho uso de esta medida de fomento a la exportación. Con anterioridad a la entrada en la Comunidad Europea se tenía dispuesto en la legislación nacional una cantidad máxima por campaña a autorizar en dicho régimen equivalente a 50.000 t. de arroz cargo.

Como puede apreciarse en el apartado siguiente las cantidades que se han comercializado bajo dicho régimen no difieren en gran medida de las tradicionales.

IV.3. EL COMERCIO ESPAÑOL CON TERCEROS PAÍSES

Ya se ha destacado el papel primordial del mercado comunitario y en concreto de otros Estados miembros en el Comercio Exterior español. Asimismo me ha parecido conveniente dedicar el apartado anterior a describir el funcionamiento del T.P.A. por la importancia que adquiere este régimen dentro del volumen global de nuestro comercio con terceros países. El Anexo nº 5 se ha confeccionado desglosando para cada grado de elaboración, dentro de las importaciones y exportaciones globales, las realizadas en T.P.A. Las cifras, como puede observarse, hablan por sí solas y de ellas se deduce el volumen reducido de nuestros envíos a países terceros bajo el régimen comercial normal. Esto tiene como reflejo la escasa participación de España en la solicitud de las restituciones concedidas por la Comunidad bajo el sistema de adjudicación.

En los Anexos nº 6 y nº 7 se expresa, numérica y gráficamente, el origen de nuestras importaciones y el destino de nuestras exportaciones. Los orígenes

lógicos, como para el resto de la Comunidad, son EE.UU. y Asia (Thailandia, Vietnam,...). Las importaciones del Norte de África son desde Egipto, que como ya se ha dicho, entran con un derecho regulador reducido.

Las exportaciones se dirigen en especial a África, pudiendo destacarse las salidas hacia Libia y Angola. Es muy importante también el mercado de Oriente Medio (Turquía, Líbano,...). España mantiene también ciertas corrientes tradicionales con los nuevos socios europeos del Norte de la Comunidad así como con Austria y Suiza.

V. CONCLUSIONES

El momento actual es realmente decisivo, como ha podido deducirse, para el futuro de las relaciones exteriores de la Comunidad en este sector. Es preciso reconocer que el Acuerdo en sus términos literales puede originar problemas a la agricultura e industria comunitarias del arroz. El cambiar un precio umbral que es *mínimo* a un precio *máximo* de importación, lleva a que las partes contratantes hayan de realizar un esfuerzo para interpretar de forma lógica y adecuada lo que se ha resumido concisamente. Parece que la Comisión es consciente del tema, así como los Estados miembros productores y elaboradores de arroz.

Está claro, por tanto, que las modalidades de aplicación y la vigilancia estricta del comportamiento del mercado comunitario es el próximo reto del sector, junto con la Reforma de la O.C.M. del mismo que habrá de contener unas directrices coordinadas con lo acordado y, al mismo tiempo, obviamente ofrecer a los agricultores e industriales comunitarios las posibilidades de competir con los agricultores de terceros países. Parece que la propuesta de la Comisión sobre la Reforma de la O.C.M. del arroz, será presentada al Consejo a fines de mayo y no dudo que contendrá medidas en este sentido.

En España, afortunadamente, no parece que tengamos serios problemas competitivos en arroz siempre, naturalmente, que de bajarse el precio de intervención se conceda una ayuda al productor. Nuestros rendimientos no sólo son buenos a escala comunitaria, sino mundial. Espero que la climatología cambie de ciclo y permita que podamos producir para el consumo interno, para enviar a nuestros socios de la U.E. y también a mercados de países terceros en los que nuestro arroz no tendría serios problemas para competir con los mejores de otros países.

VI. RESUMEN

En este trabajo, se trata de analizar la estructura de nuestro comercio exterior y puesto que la normativa es la común de la U.E. poner de relieve la mayor intercomunicación de los mercados mundial y comunitario que va a producirse en el futuro en este sector en el que ya existen acuerdos preferenciales que disminuyen la protección para

la producción comunitaria. Asimismo, se pretende facilitar al lector el conocimiento de la normativa que rige el mismo y los departamentos administrativos competentes en la materia. Se ha tratado de destacar el peso que tiene el mercado intracomunitario frente al de terceros países y con el fin de situarlo en su lugar y familiarizar en especial al sector productor con el famoso "TPA" se explica este régimen y la importancia que tiene en el comercio con terceros países. Hay que destacar el esfuerzo realizado en un programa informático que ha permitido seguir dentro del comercio exterior el realizado en TPA y además detallar todas las entradas y salidas clasificándolas según los tipos de arroz y los grados de elaboración lo que no sé si habrá podido recogerse como Anexo a esta publicación. Por otro lado, con los coeficientes de transformación reglamentarios se ha transformado todo en elaborado con el fin de poder realizar comparaciones. Espero interesar en este seguimiento a los implicados en el sector del arroz con el fin de detectar posibles errores y sacar conclusiones útiles para la futura gestión del mismo.

VII. PALABRAS CLAVE

O.C.M.:	Organización Común de Mercado.
Precios CIF:	Precio en destino, Coste, Seguro y Flete.
Precio Umbral:	Precio mínimo de importación de terceros países.
Precio Techo:	Precio máximo de importación.
G.A.T.T.:	Acuerdo General sobre Tarifas Aduaneras y Comercio.
O.M.C.:	Organización Mundial de Comercio.
T.P.A.:	Tráfico de Perfeccionamiento Activo.
Expedición:	Envíos a otros socios de la U.E.
Entradas:	Recepciones desde otros socios de la U.E.
Importaciones:	Mercancías procedentes de países terceros.
Exportaciones:	Mercancías enviadas a países terceros.
Comercio Interior:	Dentro de la U.E.
Comercio Exterior:	Con países no miembros de la U.E.
Derecho Arancelario:	Fijado en el Acuerdo G.A.T.T.
Derecho de Importación:	Calculado a partir de los Precios Máximos de Importación y los C.I.F.

VIII. ANEXOS

PRECIOS INSTITUCIONALES EN LA OCM DEL ARROZ

	1991/92 ECU/t.	1992/93 ECU/t.	1993/94 ECU/t.	1994/95 ECU/t.
Precio de intervención del arroz cáscara	313,65	313,65	309,60	309,60
Precio de compra	294,83	294,83	291,02 *	291,02 *
			278,64 **	278,64 **
Precio indicativo del arroz cargo	546,13	545,52	530,60	530,60
Precio umbral del arroz cargo	540,05	539,44	523,88	523,88
Precio umbral del arroz blanco redondo	718,65	717,86	697,78	697,78
Precio umbral del arroz blanco medio y largo	789,52	788,64	766,09	766,09
Precio umbral de los partidos	290,84	281,91	281,91	276,88

A partir de la campaña 1993/94 se estableció que el *precio de compra* del arroz "Índica" sería el 94% del precio de intervención y para el arroz "Japónica" el 90% del mismo precio.

	Precio de compra (Cáscara)	Precio Umbral (Cargo)	%
Arroz Índica	291,02	523,88	180
Arroz Japónica	278,64	523,88	188

Unidad: ECU/t. (Verdes).

El precio umbral del arroz semiblanqueado redondo es actualmente de 667,81 ECU/t. y del semiblanqueado medio y largo 728,69 ECU/t.

ACUERDO GATT - ARROZ

Competencias de las exportaciones
Compromiso de reducción de gastos y cantidades

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	NIVELES DE GASTO (MILLONES ECUS)							CANTIDAD (MILES T.)						
	BASE	1995	1996	1997	1998	1999	2000	BASE	1995	1996	1997	1998	1999	2000
ARROZ	61,8	58,1	54,4	50,7	47,0	43,3	39,6	183,7	177,3	170,8	164,4	158,0	151,6	145,1

COMERCIO EXTERIOR DE ARROZ DE ESPAÑA (en equivalente en arroz blanco)

Unidad: t.
T.P.A. Excluido

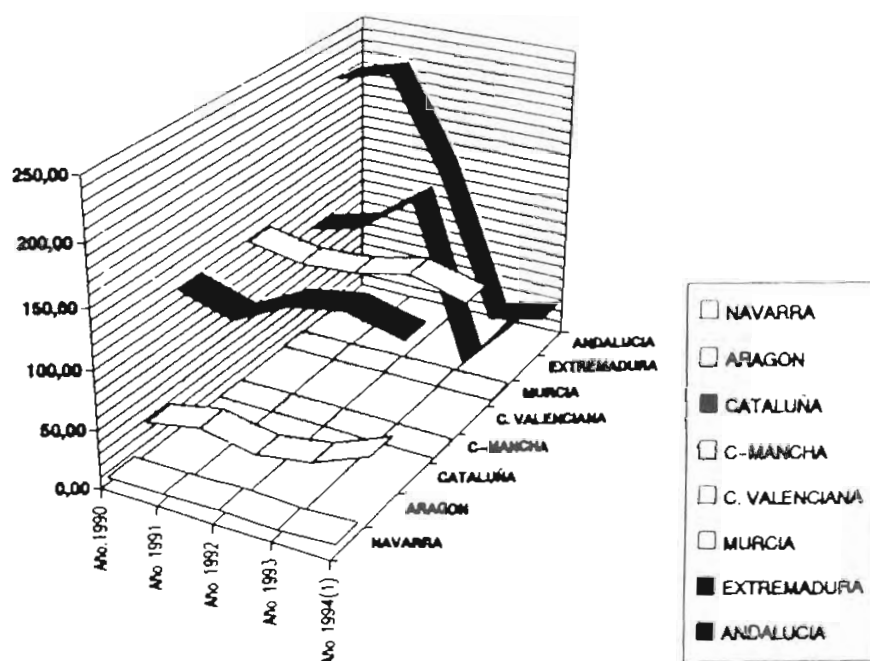
	1991/92		1992/93		1993/94		1994/95 *	
	Total	Largo B	Total	Largo B	Total	Largo B	Total	Largo B
A. IMPORTACIONES								
C.E.E.	12.933	2.158	49.188	15.113	102.087	10.404	66.000	27.550
P.T.	653	496	982	764	20.407	18.144	5.000	5.000
TOTAL	13.586	2.654	50.170	15.877	122.494	28.548	71.000	32.550
B. EXPORTACIONES								
C.E.E.	122.306	116.012	128.997	120.360	25.547	20.215	55.000	55.000
P.T.	7.316	599	24.519	10.068	2.890	-	1.558	-
TOTAL	129.622	116.611	153.516	130.428	28.437	20.215	56.558	55.000

Nota: La cantidad de Largo B está incluida en el total

Fuente: Dirección General de Aduanas

* Previsión

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ARROZ EN ESPAÑA (000 T.)



COMERCIO EXTERIOR ESPAÑOL CON PAÍSES TERCEROS

UNIDAD: t.

	1992/93			1993/94			1994/95					
	Cáscara	Cargo	Blanco	Partido	Cáscara	Cargo	Blanco	Partido	Cáscara	Cargo	Blanco	Partido
I. IMPORTACIONES												
Totales	18.119	1.222	24.170	1.469	10.070	20.210	34.665	1.726	11.418	10	2.586	257
En Régimen de T.P.A.	16.463	1.205	24.107	-	4.085	14.892	20.928	41	11.418	-	2.549	225
II. EXPORTACIONES												
Totales	2	66	16.401	140	3.964	3.783	39.599	245	-	4.896	5.847	85
En Régimen de T.P.A.	-	-	15.117	-	3.941	3.749	35.277	245	-	4.859	5.639	84

Nota: El semblanco y blanco se han incluido en el blanco.

Fuente: Dirección General de Aduanas.

Elaboración: Subdirección General de Cereales y Leguminosas.

COMERCIO EXTERIOR ESPAÑOL DESGLOSADO POR ZONAS GEOGRÁFICAS								
Importaciones	92/93				93/94			
	Cáscara	Cargo	Elaborado	Total*	Cáscara	Cargo	Elaborado	Total*
C.E.E.	21.831	6.926	20.091	37.969	66.654	6.987	60.496	105.309
Países Terceros								
EE.UU.	18.099	51	1.510	12.405	10.070	1.258	49	6.959
Sur y C. América	0	0	0	0	0	1.300	0	897
Asia	20.000	1.171	8.423	21.231	0	1.307	13.465	14.367
Norte de Africa	0	0	0	0	0	12.451	2.791	11.382
Australia	0	0	14.237	14.237	0	3.884	11.135	13.815
Total P. Terceros	38.099	1.222	24.170	47.873	10.070	20.200	27.440	47.420
*Equivalente en blanco								
Unidad: t Incluido T.P.A.								

COMERCIO EXTERIOR ESPAÑOL DESGLOSADO POR ZONAS GEOGRÁFICAS

Exportaciones	92/93				93/94			
	Cáscara	Cargo	Elaborado	Total*	Cáscara	Cargo	Elaborado	Total*
C.E.E.	66.627	86.584	24.276	123.995	4.305	23.325	7.642	26.319
Países Terceros								
N. Y C. Europa	0	59	469	510	229	3.779	802	3.547
Este Europa	0	0	0	0	0	0	977	977
Andorra y Gibraltar	0	0	0	0	6	0	392	396
Oriente Medio	0	3	3.389	3.391	3.726	4	3.085	5.323
Africa	0	0	4.326	4.326	0	0	33.227	33.227
EE.UU.	0	0	22	22	0	0	30	30
Sur y C. América	0	11	6.902	6.910	3	0	1.089	1.091
Total P. Terceros	0	73	15.108	15.159	3.964	3.783	39.602	44.591

*Equivalente en blanco

Unidad: t
Incluido T.P.A.

COMPETITIVIDAD DEL SECTOR INDUSTRIAL ARROCERO Y LA DISTRIBUCIÓN

J. BRIZ, I. DE FELIPE

*Departamento de Economía y Ciencias
Sociales Agrarias
Universidad Politécnica de Madrid.*

RESUMEN

El trabajo se plantea la capacidad competitiva del sector arrocero español dentro del marco de la Unión Europea. Hay un primer enfoque estructuralista, en base al modelo de Organización Sectorial propugnado por J. Bain haciendo énfasis en la Estructura-Conducta y Funcionamiento.

Posteriormente se hace una exposición sobre la competitividad siguiendo el modelo de Porter, donde se incluye la competitividad de los proveedores, el poder negociador de los clientes y la posición de otras empresas. Las estrategias comerciales aplicables se engloban dentro del marco de las 6P, así como la incidencia del ciclo de vida comercial. Finalmente se analiza la posición competitiva del sector arrocero español en un escenario que incluye desde las condiciones agroclimáticas la economía financiera, la organización empresarial, la distribución comercial y la evolución por el consumidor. Se concluye con una breve exposición de la evolución y perspectivas.

PALABRAS CLAVE:

Competitividad, arroz, estructura, estrategia comercial, evolución, poder negociador.

1. INTRODUCCIÓN

Exponemos a continuación algunas de las características más significativas dentro del sector arrocero español. Después de una breve exposición de metodología analítica se dan algunas pautas de posibles estrategias a aplicar, comentando la posición competitiva en el contexto externo y finalmente una breve exposición sobre las perspectivas futuras. Entendemos que el análisis debe contemplarse con la prudencia que aconseja el enfoque de un mundo dinámico. Determinadas circunstancias agroclimáticas (sequía) o políticas (monetarios, acuerdos internacionales) obligan a los oportunos reajus-

tes. El planteamiento que se hace es un punto de partida para discutir las posibles alternativas y estrategias.

El presente trabajo trata, por una parte, de analizar el sector arrocero español, aplicando la metodología tradicional de organización sectorial (industrial organization) y tomando como base el estudio realizado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación sobre la porción competitiva del sector de alimentación y bebidas de España realizado por Ernst & Young Asesores S.A. en Diciembre de 1992.

El objetivo esencial es enfatizar la interrelación Estructura-Conducta-Funcionamiento, bajo la incidencia de acciones de política económica y teniendo en consideración las condiciones imperantes tanto en el sector como en el medio socioeconómico en que se desenvuelve.

Siguiendo a Cariton y Perloff (1990 pág. 4) las interrelaciones podrían establecerse:

Condiciones Básicas \rightleftharpoons Estructura \rightleftharpoons Conducta \rightleftharpoons Funcionamiento, y sobre todas ellas las repercusiones de las Políticas Gubernamentales.

A continuación se expone un análisis metodológico competitivo, estrategias a aplicar, situación y perspectivas en el caso español.

2. CONDICIONES BÁSICAS

Resulta de interés analizar el cambio experimentado por el sector arrocero español por efectos socioeconómicos, destacando por su mayor importancia la integración en el área de la Unión Europea, la posterior ampliación de este área económica y la firma de los Acuerdos de la Ronda Uruguay.

Todos estos hechos han venido provocando unos efectos combinados de mayor horizonte de mercado consumidor y al

mismo tiempo una mayor competitividad debido al proceso de liberalización.

Desde un punto de vista más dinámico procede analizar los cambios de escenario más relevantes tanto en un escenario macroeconómico como industrial. Otro escenario de interés es el análisis de los elementos exógenos que influyen en la capacidad competitiva del sector, y donde se aprecia una mayoría de aspectos positivos sobre los negativos especialmente en el área de demanda y estrategia.

2.1. ESTRUCTURA DEL SECTOR ARROCERO

A comienzos de la presente década España ocupa la segunda posición productora de arroz en la Unión Europea, con una cuarta parte del total, en tanto que Italia tiene un 60%.

Hay dos aspectos que conviene resaltar en la estructura productiva de nuestro país. De un lado el cambio geográfico de las zonas productoras, trasladándose su centro de gravedad hacia las marismas de Sevilla y tierras de Badajoz, en detrimento de otras zonas tradicionales como Valencia y el delta del Ebro.

El segundo aspecto es más cualitativo y afecta a la reconversión varietal desde grano redondo hacia otros de grano largo (Índica) respondiendo con ello a las demandas del mercado.

Un breve análisis de la estructura empresarial de la industria arrocera nos muestra una situación predominante del Grupo Herba seguido a distancia del grupo SOS. Este posicionamiento de núcleo central líder con una aureola de pequeñas industrias familiares, va a condicionar posteriormente su comportamiento y en definitiva el funcionamiento del propio sector.

La distribución geográfica de las empresas nos indica el mayor número de empresas elaboradoras de Valencia, lugar tradicionalmente arrocero, en tanto

que el secado y almacenamiento se ubica por número de empresas en Andalucía y Extremadura.

Finalmente el envasado resulta especialmente significativo en Valencia en tanto que la comercialización se ubica esencialmente por orden de importancia en Andalucía y Valencia.

Si comparamos la situación de suministrador y compradores de arroz, observamos la pérdida de poder negociador de los primeros, su atomización frente al proceso de concentración de la industria, el apoyo de la Administración a través del precio de intervención, y la tendencia hacia marcas blancas lo que en definitiva coloca en situación de privilegio a los distribuidores.

Otro comentario de interés es el elevado grado de rivalidad existente, en un mercado que se considera maduro, con una sobrecapacidad productiva y crecimiento negativo. No obstante, cabría plantearse aquí los posibles efectos de una publicidad genérica que pudiese expandir la demanda, provocando el cambio de hábitos de los consumidores, al igual que ha ocurrido en otros nichos de mercado europeo.

El fuerte dominio ejercido por una empresa, unido a las barreras de entrada y salida al sector y la dificultad de obtener materia prima adecuada a precios competitivos, hacen que se incluya dentro de una atractividad media-baja, con escasas posibilidades de penetración de otras empresas.

2.2. CONDUCTA DEL SECTOR

En este capítulo suelen incluirse elementos relacionados con el comportamiento de los agentes económicos así como algunas de las actividades relacionadas con actitudes empresariales.

En base al mencionado trabajo del MAPA, hemos considerado oportuno pre-

sentar aquí el cuadro resumen sobre algunas de las actividades relevantes que llevan a cabo las empresas arroceras. El cuadro contempla: actividades primarias (logística interna, producción, logística externa y comercial), aprovisionamiento, recursos humanos, infraestructura de actividades de apoyo. En términos generales podemos afirmar que el comportamiento es aceptable en la mayoría de las facetas mencionadas y no detectan problemas serios. No obstante si contemplamos elementos relativos a la competencia, hemos de indicar diversos horizontes de análisis:

a) La estructura oligopolista del sector industrial debe condicionar en gran parte el comportamiento de las empresas, que en muchos casos se limitan a seguir al líder.

b) No hay constancia sobre los efectos derivados de la concentración empresarial en cuanto a la transparencia del mercado, evolución de mercados, etc.

c) Se resalta en el citado trabajo el insuficiente aprovechamiento de la capacidad productiva del sector para orientarse hacia los mercados exteriores, debido en parte a una inadecuada disponibilidad de recursos humanos especializados en este área.

2.3. FUNCIONAMIENTO DEL SECTOR

A nivel mundial el sector arrocero español es poco significativo, tanto en la producción como en el consumo (menos de 1 por 1000). No obstante en el entorno de la Unión Europea, España figura como segundo productor (después de Italia) con una cuarta parte de la producción, y en torno al 15% del consumo. Resalta, no obstante, en el funcionamiento una acusada dinámica en la industria arrocera, donde el grupo Herba se configura como el primero en Europa, controlando a través de participaciones en diversas empresas un 40% del consumo total.

Ello tiene su reflejo en las inversiones realizadas donde el grupo Herba suponía en torno a los dos tercios del total, con el

consiguiente impacto en innovaciones tecnológicas, posición de mercado, etc.

Otro de los escenarios que pueden analizarse en el funcionamiento de un sector es la evolución del consumo de sus productos. En el caso que nos ocupa, España es el segundo país (después de Italia) en consumo dentro de la Unión Europea, con más de 250.000 Tm. al año.

En nuestro país, a pesar del gran arraigo en ciertas regiones como Valencia, la tendencia es a disminuir, estando en torno a los 6 Kgs. Se considera un bien inferior en muchos casos ya que el consumo disminuye al aumentar la renta. No obstante hay que puntualizar que hay ejemplos donde cabe plantear una recuperación del consumo de arroz, incorporado a menús que podríamos denominar de lujo.

3. METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS COMPETITIVO

Hay diversos métodos para tratar de analizar la competitividad de un sector. Desde los primeros trabajos de J. Bain sobre Organización Industrial anteriormente mencionados, a los análisis más recientes planteados por Michael Porter se ofrece una amplia gama.

La elección de uno y otro método está condicionada por los objetivos que se pretenden y naturalmente por el grado de información básica disponible.

Un trabajo realizado para el MAPA (1993) plantea la competitividad en el mercado interno desde cinco escenarios diferentes: los proveedores, los clientes, las propias empresas del sector y, finalmente, los productos sustitutivos.

a) Competitividad de los proveedores

Hemos de considerar que los proveedores (agricultores) se encuentran poco agrupados y salvo excepciones (Delta del Ebro) no hay organizaciones cooperativas de interés. Por otra parte, la importancia relativa de las zonas productoras arrocero-

COMPETITIVIDAD DEL SECTOR INDUSTRIAL ARROCERO Y LA DISTRIBUCIÓN

ras en España ha ido evolucionando. Desde la región valenciana, se ha trasladado a Andalucía con cierto asentamiento en Extremadura, no existiendo en estas dos últimas una acusada tradición de cultivos de arroz. De alguna manera, ha sido la propia industria la que ha incentivado su asentamiento y por consiguiente ha partido de una posición de "privilegio de partida". El hecho del posible acceso al mercado de arroces procedentes del exterior en condiciones muy competitivas de precios o calidad, aún existiendo las oportunas medidas de protección, supone un elemento disuasivo a emplear por la empresa transformadora.

Uno de los problemas que afectan al sector productor es la fuerte dependencia del agua. En períodos de sequía, como hemos venido enfrentado los últimos años, existe un claro desincentivo al agricultor.

La industria debe recurrir entonces al mercado exterior para su normal abastecimiento.

Por todo lo expuesto, nos encontramos con un poder negociador favorable a la industria frente al agricultor.

b) Poder negociador de los clientes

La importancia creciente que están adquiriendo las grandes cadenas de dis-

tribución en nuestro país hace que su poder negociador supere a las industrias transformadoras alimentarias. No obstante la situación se encuentra relativamente equilibrada si observamos el acusado grado de concentración en el caso de la industria arrocera. Cabe esperar en el futuro una posición de equilibrio de grupos oligopolistas, rodeados por un grupo amplio de pequeñas empresas que siguen las directrices marcadas por los grupos líderes.

Si nos referimos al comercio exterior, la situación es diferente ya que la diferenciación del producto es menor y el factor más decisivo es el precio, debiendo de competir con países de bajos costes de producción y elaboración.

c) Poder competitivo de otras empresas del sector

Considerando la estructura del sector y su funcionamiento, podemos indicar que hay un elevado grado de competencia. A nivel nacional, el trabajo del MAPA identifica seis grupos de empresas arroceras tradicionales: Arroceras Herba, Nomen, Productos Coral, Ibérica de Arroces, Maicenas Españolas y Grupo SOS. Las tres primeras podemos incluirlas dentro del área de influencia del grupo Herba. Según el cuadro adjunto, podemos identificar los porcentajes de cuota de mercado.

EMPRESA	Venta arroz envasado Tm.	Ventas totales Tm.	% sobre total	MARCAS
Arrocerías Herba	28.000	232.143	57	La Cigala
Nomen	26.913	28.682	7	Nomen
Productos Coral	24.000	34.000	8,3	La Fallera
Ibérica de Arroces	18.000	33.000	8,1	Signo/La Perdiz
Maicenas Españolas	16.000	32.000	7,8	Dacsa
Grupo SOS	32.000	47.000	11,5	Sos
TOTAL		406.825		

Fuente: MAPA, Alimarket y elaboración propia.

Existe además una aureola de pequeñas empresas que facturan menos de 10.000 Tm y cuyo radio comercial es esencialmente local.

Se observa en todo caso una predominancia del Grupo Herba que, además de las tres primeras mencionadas, con una cuota sobre el total del grupo líder del 57 %, tiene otras empresas de menor tamaño (Arrocería Sevillana, Cotemsa) que le confiere el liderazgo.

Dentro del ciclo de vida comercial, en el mercado español diversos autores consideran que se encuentra en una fase de madurez ó declive, es decir, donde las ventas han alcanzado un máximo ó están en retroceso.

Ello plantea diversas medidas a adoptar tanto desde el punto de vista global del sector como a nivel de empresa.

De forma global nos encontramos con un producto que se encuentra escasamente diferenciado en cuando a sus atributos básicos, existiendo no obstante grandes líneas (arroz largo ó redondo), así como marcas comerciales. La penetración de marcas blancas de los distribuidores acentúa la competencia y ello se hace en base a una estrategia de precios a la baja. Si a ello añadimos el exceso de capacidad productiva instalada y las importaciones previsibles de otros Estados Comunitarios como Italia, llegamos a la conclusión de plantear una estrategia global de incentivo de la demanda tanto interna como externa.

d) Competitividad de productos sustitutivos

Los productos sustitutivos están en función de las distintas formas en que el arroz entra en la alimentación. En los países del centro y norte europeo, el arroz es muchas veces un producto acompañante en el menú, y suelen emplearse arroces de tipo largo de importación, ya que ellos no son productores. En todo caso la competencia proviene esencialmente de otros productos con hidratos de carbono. (pas-

tas, patatas, etc). El objetivo en este caso sería tratar de lanzar la imagen del arroz como plato principal y completo.

Los restaurantes étnicos (indios, pakistaníes y orientales en general) están teniendo una influencia significativa en los cambios de hábitos de consumo.

La situación es muy diferente en otros países con cultura mediterránea, donde el arroz aparece como plato principal y, en muchos casos, (paella) identificativo de una cultura. Aquí habría que incentivar su uso además como acompañante en el menú. Hay también tradiciones como el incorporarlo en productos como la morcilla, donde compite con la cebolla. No hay que minusvalorar la importancia que puedan tener los postres o el empleo de sub-productos en alimentación animal, fabricación de alcohol, etc.

4. ESTRATEGIAS A APLICAR

Como presentación, podríamos decir que según el estudio del MAPA (pág. 69) "la atractividad del sector es media baja como consecuencia de la existencia de marcas locales muy establecidas, la tendencia descendente del consumo y la reducción de márgenes de beneficio, así como la creciente tendencia a la concentración". No queda, por tanto, mucha esperanza al optimismo. Por ello y considerando que sigue siendo un sector con ciertas perspectivas potenciales, si tomamos la evolución en otros países, cabe plantearnos una serie de estrategias que incrementan sus posibilidades competitivas. Para ellos nos referiremos esencialmente a las estrategias enmarcadas dentro del grupo de las 6 P: Producto, promoción y publicidad, precio, posición y logística, política de imagen y política de influencia.

4.1. POLÍTICA DE PRODUCTO

La búsqueda de nuevos productos que sustituyan y compensen la fase de madu-

rez/declive actual, es un punto clave en las actuaciones. De hecho se aprecian esfuerzos en lograr arroces de cocción rápida, semipreparados, para uso en microondas, congelados, etc. A ello hay que añadir la variedad en los posibles platos preparados (comida canjún, indonesia, etc) que puedan tener una buena aceptación. La potenciación de servicios a domicilio (telepaella) y en general la potenciación del binomio I+D tanto en producción, elaboración y consumo. La experiencia tanto interna como internacional, debe ser compartida al máximo.

4.2. POLÍTICA DE PROMOCIÓN Y PUBLICIDAD

Debemos distinguir dos tipos de acciones en este ámbito: genéricas y marquistas.

Las promociones genéricas tratan de desplazar positivamente la demanda del producto, a través de campañas informativas y persuasivas sobre los atributos del arroz (nutritivas, tradiciones, sabor) tratando de presentar una imagen diferencial. En este campo hay experiencias positivas realizadas en EE.UU (O. Forker y R. Ward) donde participan a través de aportaciones económicas todos los involucrados en el sector (agricultores, industriales y comerciantes). También podrían disponerse de fondos públicos (comunitarios, nacionales o regionales) que apoyasen estas campañas.

Las promociones marquistas tienen un ámbito eminentemente empresarial y tratan de incrementar las ventas de una marca específica. Para ello pueden hacerlo mediante la expansión de la demanda o adquiriendo parte de la cuota de mercado a otras marcas de la competencia.

4.3. POLÍTICA DE LOGÍSTICA Y DISTRIBUCIÓN

En este área es necesaria una mejora en las infraestructuras de comunicación. La deficiencia de nuestra red de transporte encarece nuestro producto (se esti-

ma en una repercusión del 5% sobre el precio final). Una buena coordinación logística puede favorecer tanto la entrada como la salida de arroz de nuestro mercado, aumentando la competitividad y evitando situaciones de abuso de posición dominante.

A mayor transparencia y mejora de la distribución, se espera un mayor beneficio al productor y consumidor que se encuentran en los extremos de la cadena comercial. La adecuada ubicación de almacenes, análisis de predicción de mercados y organización de los oportunos stocks reguladores, son elementos esenciales para un buen funcionamiento. La informatización del proceso de pedidos y el empleo de visores ópticos y códigos de barras ha mejorado notoriamente el sistema logístico y las relaciones comerciales industria-distribución.

4.4. POLÍTICA DE PRECIOS

El hecho de que el arroz se haya venido considerando un producto tradicional e indiferenciado ha hecho que la estrategia para vender más se base en unos precios a la baja. La aparición de nuevas variedades (tipo Índica) y las marcas comerciales existentes, han logrado una cierta diferenciación. No obstante la proliferación de marcas blancas por parte de empresas distribuidoras puede llevar a una agresividad mayor en los precios.

En el mercado europeo, las marcas blancas están logrando unos elevados niveles de penetración (30% en la R.F. Alemana, 41% en Francia, 57% en Bélgica).

Se prevé por consiguiente una fuerte lucha en los precios del producto, incentivados por el grado de liberalización creciente del mercado hacia el exterior.

Una forma de conseguir mejor posición en los precios obtenidos es a través de la segmentación y discriminación de mercado que pasa por la búsqueda de nuevos productos, con atributos del arroz aprecia-

bles por el consumidor, y aportando un mayor valor añadido, por ejemplo a través de recetas y platos preparados.

4.5. POLÍTICA DE IMAGEN

Las acciones en este campo se refieren a resaltar la posición del sector arrocero dentro del entorno social. No hay una "promoción directa" del producto, sino que se actúa a través de participaciones en acontecimientos públicos que redunden en el bienestar común. Las campañas para mejora de la nutrición, la formación del consumidor, eventos culturales, deportivos, etc. son algunas de las dimensiones en este campo. Se trata en esencia de ganarse una confianza social, resaltando también la repercusión en la economía del país, la tradición, etc.

4.6. POLÍTICA DE INFLUENCIA

En este área, el objetivo es crear un grupo de influencia, que influya en los órganos de decisión, esencialmente a nivel público. La coordinación con otros colegas europeos para defensa del sector arrocero en las instituciones comunitarias. También cabe incluir acciones acerca de los gobiernos nacionales y regionales correspondientes.

Aunque las formas de actuación son muy diversas, hay que reconocer la eficiencia de hechos similares aplicados en otros sectores, y en definitiva la conveniencia de aunar intereses entre todos los afectados: productores, industriales y comerciantes.

5. ESTRATEGIAS EMPRESARIALES Y CICLO DE VIDA COMERCIAL

Las empresas deben adoptar sus estrategias a la fase del ciclo comercial en que se encuentran los productos que venden. En el caso del arroz, hemos expues-

to que en ciertos mercados se encuentra en fase de madurez y declive, lo que procede aplicar estrategias de atrinchamiento y retirada. En todo caso cabe contemplar diversas acciones de marketing según las diferentes etapas del ciclo de vida desde la introducción al declive, ya que cabe plantear acciones en nuevos mercados o lanzar nuevos productos (marcas, variedades, etc.)

Podemos también plantear la posición competitiva en el ciclo de vida siguiendo la matriz Arthur O. Little con un cierto detalle desde mantener el liderazgo a la liquidación inmediata de la empresa.

La interrelación de la tarea de crecimiento del mercado con la cuota de mercado permite también clarificar la situación de productos en la estrategia competitiva.

El sector arrocero se enfrenta al reto de la modernización, que pasa desde la reestructuración operativa de las empresas al lanzamiento de nuevos productos. Refiriéndonos a este último capítulo, cabe señalar el minucioso proceso de actuaciones, que van desde la definición de los objetivos, búsqueda de ideas hasta la comercialización.

Otro aspecto a destacar en las estrategias empresariales es su posición de ataque o defensa comercial según el segmento de mercado en que se muevan. Si nos referimos al sector arrocero, hemos identificado anteriormente un reducido grupo de empresas líderes del sector cuya estrategia expansiva les podría indentificar como atacantes. Las distintas modalidades que presentan pasan desde el ataque frontal al lateral, guerrilla, etc.

Por el contrario, pequeñas y medianas empresas ubicadas en un mercado regional o local estarían más en una situación defensiva. Sus variantes ofrecen la posibilidad de contraofensiva, defensa móvil o defensa lateral.

6. LA POSICIÓN COMPETITIVA DEL SECTOR ARROCERO ESPAÑOL EN EL CONTEXTO EXTERIOR

El *análisis de los factores* que pueden influir en la competitividad de los sectores en los diversos países ha sido analizado de forma global por M. Porter.

En base a algunas ideas básicas podemos plantearnos aquí la factibilidad de que el sector arrocero español consiga una buena posición en el contexto internacional. Son varios los escenarios que podemos contemplar en dicho contexto:

a) Condiciones agroclimáticas

Podemos considerar que el conjunto es favorable para nuestro país. De hecho, los cultivos se centran en las zonas de marismas de Andalucía, Extremadura y Levante donde, en muchas ocasiones, no existen otras alternativas agrarias. Hemos de anotar, no obstante, que las limitaciones en el abastecimiento de agua, no sólo condiciona la expansión de su cultivo, sino la pervivencia de los ya existentes.

b) Ámbito sociocultural

También aquí el balance resulta favorable pues es un cultivo de gran tradición, con recursos humanos aceptables en cuanto al cultivo y transformación. Tal vez los problemas se presentan sobre todo en el área comercial, tanto para el comercio interior como para el exterior. La implantación de nuevas superficies comerciales y fuertes grupos en la distribución exige una respuesta adecuada del sector para adaptarse.

c) Ámbito económico-financiero

Supone una barrera para la competitividad de nuestro sector. Los elevados tipos de interés y el precio más alto de factores productivos como la energía, nos hace perder posiciones. Los salarios se están equiparando por otra parte a la media comunitaria, erosionando nuestra

ventaja comparativa. Ciertas medidas de política monetaria devaluando la peseta, han supuesto un impulso a nuestras exportaciones. Sin embargo, la situación del dólar y la lira italiana con cotizaciones a la baja han compensado las ventajas mencionadas ya que, en el caso italiano, son nuestros más directos competidores.

d) Ámbito organizativo-comparativo

Hemos de señalar la organización común de mercado que da unas pautas de protección frente a terceros países y unas ciertas garantías y ayudas a los productores aunque en ocasiones el exceso de burocracia limita seriamente las posibilidades de acceso a ciertas empresas.

Organizativamente, existe una Asociación Nacional de Industrias del Arroz que se encuentra en manos de la principal empresa del sector, por lo que existe escasa actividad informativa y de formación en el Sector (MAPA pág. 77). Esto que, a corto plazo, puede verse como una política eficiente para dicha empresa, condiciona a medio y largo plazo el buen desarrollo del sector ya que implica un factor de riesgo al depender en esencia de la evolución de dicha empresa. Se ha de reconocer el impulso en el binomio I+D de las empresas Herba y SOS, obteniéndose nuevas variedades (tipo Índica) e impulsando la expansión en el mercado europeo.

e) Ámbito de Economías Externas

Se ocupa este epígrafe de los efectos que otros sectores relacionados con el arrocero, puedan tener en un desarrollo competitivo de éste. Debemos partir del núcleo básico en España que es la industria elaboradora de arroz, como grupo de mayor poder económico y negociador. De un lado nos encontramos para los industriales con unas buenas posibilidades de abastecerse de materia prima a una buena relación calidad/precio.

La gran dispersión de los productores, y la relativa buena calidad del arroz culti-

vado operan en este sentido positivo. Hemos de anotar también la válvula de escape del comercio exterior, con capacidad de abastecerse de materia prima italiana (especialmente arroz redondo) y exportar el tipo largo al mercado internacional.

Su peso específico les permite a las grandes empresas unas buenas relaciones con el sector servicios (financiero, económico, etc) aunque tal vez las condiciones sean inferiores a las existentes en otros países comunitarios.

En el consumo, podemos señalar un mercado interno, relativamente cautivo debido al fuerte arraigo de la tradición en platos típicos, aunque hemos de apuntar el inicio de cambio de gustos y la influencia creciente de restaurantes étnicos.

f) Ámbito de la distribución comercial

De forma general y siguiendo el trabajo del Ministerio de Economía y Hacienda (Comercialización de Cereales, Colección Estudios nº 42) se exponen el circuito correspondiente al arroz, incluyendo tanto el mercado interno como las relaciones exteriores.

La existencia de secaderos y las funciones de almacenamiento son algunas de las acciones primarias. Posteriormente en el gráfico correspondiente se indican algunos de los destinos finales, consumo humano, piensos, bebidas alcohólicas, consumo animal y semillas.

El proceso comercial del arroz como puede apreciarse cubre una serie de etapas entre las que podemos mencionar: recolección y secado, almacenamiento, transformación industrial y distribución. A título orientativo recogemos en los cuadros correspondientes los costes de producción y comerciales de las industrias arroceras (Cuadro VIII. 9 y 10 del Estudio nº 49, Comercialización de cereales) así como la distribución porcentual de ingresos correspondientes al arroz en grano, harinas de arroz, cascarillas y otros productos residuales.

Resulta también ilustrativo, especialmente a efectos comparativos el Cuadro VIII, 20. En el se incluyen los márgenes brutos medios aplicados por el comercio minorista al pan tradicional, galletas, bollos y arroz. Como podemos observar por término medio el arroz tiene un margen inferior a los otros, estando en línea con el pan tradicional, y dependiendo del tipo de establecimiento.

Siguiendo con la tónica general, la valoración que los minoristas realizaron sobre los márgenes aplicados (Cuadro VIII.21) es insuficiente (28%), suficiente(25%) y un 37% no sabe o no contesta. No hay por consiguiente una posición muy definida al respecto.

Resulta especialmente ilustrativo el análisis del vector general de costes y formación del precio final (Cuadro VII.22). El comercio minorista opera con un margen comercial del 12.1%, el mayorista con un 7.1%, la industria transformadora tiene un excedente del 5.3% y el agricultor del 19.1%. Para tener una idea más ajustada de los ingresos globales habría que ponderarlos con el volumen de cantidad comercializada.

g) Ámbito de evaluación por el consumidor

Habida cuenta del interés que el arroz tiene en nuestra dieta alimentaria, hemos de considerar las diferencias de calidad entre las distintas marcas y tipos de arroz que se ofrecen al consumidor. En un reciente estudio llevado a cabo por la OCU, se dan una serie de indicaciones sobre el valor nutritivo, etiquetado, formas de elaboración, así como una serie de consejos al consumidor para lograr optimizar la relación calidad-precio.

En conjunto y después de analizar 25 marcas de arroces, la citada institución selecciona unas "compras maestras" incluyendo en categoría extra el mejor arroz la marca Montsia, dado que presenta la menor cantidad de defectos y una buena calificación en la prueba de degustación. En categoría primera destacan

Calasparra y La Cigala, como mejores marcas desde un punto de vista técnico.

7. EVOLUCIÓN Y PERSPECTIVAS

La evolución de un sector en una economía de mercado depende de su capacidad competitiva que a su vez se ve condicionada por una serie de elementos internos y externos. Siguiendo el trabajo del MAPA (1993), podemos identificar una serie de factores endógenos (economías de escala, situación productiva, mercados internacionales, penetración en distribución, diferenciación del producto y evolución de la demanda) y exógenos (normas comunitarias, crisis económica, debilitamiento de la peseta y fin de ayudas comunitarias a plantaciones de grano largo). Para cada una se identifican los denominados "puntos fuertes" y "puntos débiles".

Consecuencia de todo ello hay una serie de recomendaciones estratégicas:

7.1. PARA EMPRESAS DEL SECTOR:

- a) Desarrollo de nuevos productos.
- b) Mejora de estructuras productivas.
- c) Ordenación de las relaciones productoras agrarios-industria.
- d) Equilibrio posición negociadora industria-gran distribución.
- e) Campañas de promoción y publicidad del producto.
- f) Creación de una Sociedad para el fomento del comercio exterior.
- g) Formación profesional de recursos humanos.

7.2. PARA LA ADMINISTRACIÓN:

- a) Apoyo al desarrollo y racionalización de la industria.

- b) Potenciación del binomio I+D.
- c) Ordenación de las relaciones agricultura-comercio-industria.
- d) Apoyo al comercio exterior.
- e) Asesoramiento técnico-comercial potenciando "viveros empresariales".
- f) Mejora del entorno competitivo con mayor transparencia del mercado.

En resumen, podríamos decir que la situación global del sector es de un moderado optimismo a medio plazo, siempre que se acometan las reformas oportunas.

BIBLIOGRAFÍA

CARLTON D. y PERLOFF J. (1990) *Modern Industrial Organization* Harper Collins Publishers.

De FELIPE I., BRIZ J.: (1994) Anotaciones al sector arrocero español desde un enfoque de organización sectorial. Comunicación presentada al Seminario Internacional de Arroz. Córdoba. Diciembre.

M.A.P.A. "Estudio sobre la posición competitiva del sector de alimentación y bebidas en España: Sector del arroz" (1993). Secretaría General Técnica de Alimentación.

Ministerio de Economía y Hacienda. *Comercialización de Cereales*. Colección Estudios nº 42. (1990)

OCU. - Compra Maestra (1994) *Análisis de arroz blanco*. Mayo nº 165. Pág 29-33.

RODRÍGUEZ del BOSQUE (Coord) (1994) *Marketing: Estrategias y Aplicaciones Sectoriales*. Ed. Civitas.

EL CONSUMO DE ARROZ EN ESPAÑA

PROF. DR. J. L. LÓPEZ GARCÍA
Dpto. de Economía y CC. SS. Agrarias
E.T.S.I. Agrónomos.
Universidad Politécnica de Madrid.

RESUMEN

Este artículo consta de tres partes bien diferenciadas. En la primera se hace un resumen de los principales indicadores del consumo de arroz en España, a un nivel general. En la segunda parte, se abordan los resultados de una investigación de mercado sobre el comportamiento del consumidor de arroz madrileño; se destacan los aspectos de calidad y principales atributos que tiene en cuenta el consumidor, la frecuencia y modalidad de las compras, los hábitos de guisar el arroz y los principales platos que con él se cocinan. La tercera parte, muestra un estudio comparativo entre el arroz y otros diez productos usados en nuestra cocina tradicional; refleja las elecciones que hace el consumidor madrileño en diferentes situaciones de la vida diaria a la hora de tener que decidirse por un plato u otro, usando bien arroz o bien cualquiera de los otros diez alimentos con los que se compara.

PALABRAS CLAVE:

Arroz, marketing, consumo, comportamiento del consumidor, agro-alimentario, investigación de mercado.

1. INTRODUCCIÓN

El consumo de arroz en España está actualmente en poco más de **seis kg/habitante/año** según los datos facilitados por el panel de consumo del M^a de Agricultura Pesca y Alimentación, que es el que tiene datos más reales. En 1993 ese valor fue de 6,12 kg/h/año y en 1994 de 6,26 Kg/h/año. Se aprecia una ligera disminución desde el año 1987 según informaciones de los gestores del panel de consumo del MAPA y en todos los alimentos básicos. Esta disminución será para el arroz, según estimaciones, del orden del 6,3% comparando el año 1995 y el 1994. La posible retracción del gasto en consumo alimentario, el envejecimiento de la población y el nulo crecimiento demográfico, tal vez sean las causas de esa disminución paulatina.

Ese consumo per cápita se desglosa en una estructura poco variable según los principales grupos consumidores. Para el año 1994, un 86,9% es para los hogares, el 8,4% para la hostelería, y las instituciones y otros el 4,7% restante.

Las variaciones de consumos per cápita, precios medios al consumo según las diferentes regiones de España, y otros datos referentes a la importancia de los puntos de venta del arroz, se pueden apreciar en el cuadro numérico nº 1. En ese cuadro se dan cifras para los años 1992 y 1993 para las diferentes regiones de consumo españolas. Las siglas que aparecen y su significado son, CCPC= cantidad comprada per cápita en Kg/hogar, PHC= porcentaje de hogares compradores, y PPUP= precio por unidad de producto.

Por regiones, el mayor consumo y gasto per cápita corresponde a Levante, después a Andalucía y luego al Noreste o Cataluña, que todos ellos tienen unas cifras superiores a la media nacional.

Nuestro consumo se puede considerar estable, siguiendo la pauta europea, a pesar de las circunstancias desfavorables debido a la sequía que persiste a lo largo de los últimos años. Esta sequía ha hecho cambiar el signo del papel de España como productor; antes exportaba pequeñas cantidades y ahora tiene que importarlas. Concretamente, el año 1992 la producción nacional fue de 558.000 Tm y en 1993 tan solo de 298.000 Tm de arroz cáscara.

Antes se exportaba cerca de 150.000 Tm y en 1993 se importaron unas 100.000 Tm para compensar el déficit.

Todo eso afecta al consumo del arroz pues la reducción de la oferta hace subir los precios.

Por otra parte, las grandes superficies utilizan el arroz como producto reclamo (loss leader), y presionan a los envasadores a ajustar los precios cada vez más.

Otro aspecto a tener en cuenta es el movimiento de absorción y concentración de las empresas del sector arrocero. Actualmente tenemos una situación parecida a la francesa, donde existen dos grandes empresas envasadoras y distribuidoras de arroz en el sector detallista. Una gran empresa que tiene una cuota del 30% de la distribución de arroz y otra que le sigue con el 20% de cuota de ese mercado. Esto endurece la competencia y actúa frenando la subida de los precios al detall.

2. CONDUCTA DEL CONSUMIDOR DE ARROZ MADRILEÑO

Durante el curso académico 1993-94, en la UDI de Comercialización y Divulgación Agrarias (ETSI Agrónomos), se realizó una encuesta a los consumidores de Madrid para saber su comportamiento frente al arroz. Vamos a reproducir algunos de sus resultados por tener especial importancia y además ser el consumidor madrileño un buen representante de la media del consumidor español.

La metodología y tamaño de la muestra empleada fue como sigue. Se seleccionaron los barrios de Madrid y de las tripletas de los tres primeros números del teléfono de cada distrito, o cada barrio se sortearon y se escogieron solamente veintiocho. Cada tripleta se le adjudicó a un alumno, quien se encargó de llamar por teléfono de forma aleatoria a diferentes números que empezaran por esa tripleta. Se entregaron unos diez cuestionarios por cada alumno, de los que tan solo doscientos sesenta y tres fueron válidos. Los datos se metieron en una base y de su análisis salieron los resultados que aquí se exponen.

El perfil de la muestra es de 51% de amas/os de casa, un 44% de personas que trabajaban fuera del hogar y no ejercen como los anteriores, y un 5% de parados/as. El tramo de edades fue agrupado por decenas, en función del primer dígito de la edad de la persona entrevistada.

Así, de los veinte hubo 22%, de los treinta 16%, de los cuarentas 27%, de los cincuenta 25% y de los sesenta y más años el 10%. Creemos que tiene una significación estadística suficiente para ser representativa de la población consumidora de Madrid en cuanto a tamaño y a dispersión por tramos de edad.

La lista de las principales preguntas y el resumen de las principales respuestas se exponen a continuación.

El **tipo de tienda** en la que compra el arroz habitualmente, fue así, tiendas 5%, ultramarinos 7%, supermercados 57%, hipermercados 29% y cash&carry 2%. Los establecimientos que venden más arroz son los supermercados o lugares donde más compras se hacen, pero tal vez en los hipermercados sean más voluminosas aunque menos frecuentes. Resulta curioso comparar la semejanza de ese cuadro con los datos dados por el panel del MAPA.

Qué **tamaño de paquete** ha comprado: el 92% compra paquetes de 1 kg. Los otros paquetes tienen una importancia mínima. Es el paquete que más abunda y el más comprado.

Qué **material** prefiere en el paquete: el 63% prefiere el papel; muy pocos prefieren el cartón o el plástico. Como envoltorio del arroz el papel es el más preferido. Curiosamente coincide con el material utilizado por la marca líder en esta zona de España.

Qué piensa del **arroz como alimento**: nutritivo 48%, engorda 13%, dietético 10% y otros 29%. En la larga lista de otros con el 29%, tenemos: es bueno, sabroso, fácil de cocinar, barato, digestivo, adelgaza, rápido de cocinar, y un buen complemento. La opinión más generalizada es que es nutritivo y dietético, tan sólo un 13% cree que engorda y entonces tendría reparo de comerlo por miedo a perder la línea.

Qué **tipo de arroz** ha comprado: grano redondo 65%, grano largo 25%, sanco-

chado 7% e integral 4%. El grano redondo es el más popular y el más conocido. El tipo índica o de grano largo sólo lo consume uno de cada cuatro personas.

Son **importantes las marcas comerciales**: sí 76% y no 24%.

Las marcas comerciales son importantes para los tres cuartos de los compradores, lo cual es un alto porcentaje de lealtad a las marcas.

Qué **marca ha comprado**. La relación de marcas compradas por los consumidores madrileños nos dio el siguiente ranking.

marca	%
SOS	69
La Cigala	11
Nomen	6
Brillante	6
DÍA	5
La Fallera	3
TOTAL	100

El cuadro habla por sí solo destacando de forma inequívoca la marca SOS con casi el 70% de las compras. Siguen pero a grandes distancias marcas también conocidas pero que en Madrid no tienen tanta cuota. En la relación de las marcas compradas también aparecieron otras marcas que podríamos llamar exóticas, con menor puntuación en la declaración de los consumidores y que han sido: Spar, Uncle Ben's, Simago y Ceres.

Compara precios antes de comprar: sí 40% y no 60%. Aún teniendo una gran fidelidad a las marcas comerciales, el consumidor de Madrid compara precios antes de decidir su compra, pero ya no en la misma proporción, lo que nos indica que hay cerca de un 15% de compradores con una lealtad ciega hacia su marca sea el precio que sea.

Le importa **pagar más por calidad mejor**: sí 22% y no 78%. En el aspecto de la calidad casi se repite la tendencia de la

fidelidad a las marcas. Hay más de tres de cada cuatro consumidores a los que no les importa pagar más con tal de obtener un arroz de más calidad. Además se veía anteriormente que hay consumidores que consideran que el arroz es un producto barato y bueno como alimento.

Qué entiende por calidad del arroz

característica	%
mejor empaquetado	4
granos uniformes	17
no se pega	25
no se pasa	38
otras	16
TOTAL	100

Si hay que destacar una característica del arroz para que tenga calidad esa es la de que no se pase. Después que no se pegue, pero con menor importancia. El que los granos sean uniformes y que esté bien empaquetado quedan en un lugar secundario frente a las dos primeras. Queda después una pequeña cantidad de respuestas englobadas en otras características y que se recogen en la tabla adjunta por un valor global del 16%.

De esas otras características de calidad, los consumidores encuestados respondieron:

otras características (16%)	%
limpio	6
buen sabor	3
bueno	2
grano entero	2
cocinado rápido	2
marca conocida	1
TOTAL	16

Para remachar más el concepto de calidad del arroz se preguntaron cuáles eran los atributos más apreciados y los más detestados por el consumidor, y tratar de ver si había coincidencia y repetición de las ideas iniciales. En ese sentido

se dan los resultados de las respuestas a continuación.

Atributos más preferidos: no se pase 58%, no se pegue 19%, granos uniformes 14%, limpio 5%, sabroso 4%. Otros atributos mencionados fueron: rápido de cocinar y bien empaquetado. Si se considera la calidad como el conjunto de atributos más apreciados por el público, se puede decir que esta pregunta es una fiel reproducción de la anterior. Un arroz es preferido si no se pasa, principalmente. Que no se pegue es ya variable pues hay mucha gente a la que le gusta el socarrado.

Atributos más detestados: se pase 53%, se pegue 31%, granos partidos 4%, insectos en bolsas 4%, granos irregulares 3%, suciedad 3%, y mal empaquetado 2%. Es importante conocer lo que más se detesta para evitarlo a todo riesgo y así poder mantener una buena calidad e imagen de marca. En este sentido se repite lo anterior y lo que más se detesta es que un arroz se pase. Otras cosas como los granos partidos, insectos y mal empaquetado se consideran como pecados veniales contra la calidad.

Repasa el arroz antes de cocinarlo: sí 53% y no 47%. Consecuencia de esos pecados veniales mencionados antes, el consumidor no acaba de creer ciegamente en la limpieza y calidad asegurada por el envasador y su marca, y repasa el arroz antes de echarlo en la cazuela en una mayoría absoluta. Más de uno de cada dos consumidores lo hacen.

Ha encontrado algo extraño en las bolsas: piedrecillas 33%, polvo y arena 21%, gorgojos 16% y otras 30%. Aquí tenemos la justificación a la práctica anterior, ya que hay al menos una de cada tres personas que han encontrado alguna vez, piedrecillas, polvo, arena e incluso gorgojos en las bolsas del arroz que compran.

Le preocupan esas cosas encontradas: sí 86% y no 14%. Aunque no de gran importancia por ser algo casual e incluso natural (como la vida misma), estas cosas

tienen su importancia a la hora de fidelidad a una marca, y son preocupantes para casi el noventa por ciento de los consumidores-compradores de arroz. Las razones por las que les preocupan esas cosas son porque les da asco (49%), da idea de poca higiene (19%), de poca limpieza (6%), porque puede causar infecciones (6%), y otras tres razones (7%) como que no es normal, está caduco, o que no fue tratado con insecticida.

Como cocina el arroz: paella 22%, arroz blanco 17%, cubana 15%, con leche 13%, sopa 12%, ensalada 9%, complemento 7% y otros 4%. Aquí se puede ver la versatilidad del arroz en los guisos españoles. Predomina la paella. Pero no estamos en el Levante y le sigue no a mucha distancia el arroz blanco, que si lo unimos al tipo de arroz a la cubana que está hecho con arroz blanco sería el predominante, con un 32%; lo cual no es exagerado si consideramos que estamos en el Centro de España y la paella requiere más tradición, atención y dedicación que un plato de arroz blanco o de arroz a la cubana. Destacan otros platos también muy usados, como el postre de arroz con leche, la sopa de arroz, las ensaladas de arroz en verano principalmente, y por último, como complemento, ya que el arroz es una buena guarnición para cada plato de carne o pescado.

Otras formas de cocinar el arroz que no tuvieron una cuota significativa fueron las siguientes: con bacalao, con judías, con lentejas, con pollo, con calamares, tres delicias, a banda, al horno, con costillas, frito, milanesa, primavera, con patas, con conejo, con potaje, con caldo, guisado, con champiñones, moros y cristianos, pudding, con riñones, con verduras, con menudillos, con tortilla, croquetas y flan.

Para quien lo cocina preferentemente. El arroz es un plato típicamente bien aceptado y tiene un carácter marcadamente familiar. Se cocina preferentemente para los adultos, pero también para los niños, para las personas mayores y hasta

para los invitados; tal como se aprecia en la tabla adjunta.

para quién	%
niños	24
adultos	40
personas mayores	15
invitados	14
otros	7
TOTAL	100

Se quiso saber si había algún destinatario especial Además de los anteriores y salieron unas respuestas redundantes, en las que el 68% respondió que lo guisaba para toda la familia, cosa que ya se apreciaba en la tabla anterior. Sin embargo, aparecieron como consumidores domésticos de arroz los perros y otros animales de compañía con el 19%; los enfermos con el 11% y los deportistas con el 2% solamente.

Qué plato de arroz gusta más a los niños. Hay un empate entre tres platos. La paella es el primero (27%); después el arroz blanco (25%); y en tercer lugar el arroz con leche (24%). Un poco más distanciado en cuanto a las preferencias de nuestros niños está el arroz a la cubana (16%) que en sí es una variante del arroz blanco. También aparecieron respuestas para la ensalada, en sopa, con pollo y con tomate.

Qué plato de arroz gusta más a los adultos. En cuanto a los gustos de los adultos la selección está más decantada. En primer lugar destaca la paella (85%); y después vienen todos los demás pero en unas proporciones mínimas. Así, el arroz a la cubana (5%); el arroz con leche (3%); el arroz blanco (3%). Otras menciones fueron hechas pero con apenas significación para los platos de arroz: en ensalada, chino, con bacalao, con pollo, con verduras, negro, con uva, kuback, y con chipirones.

Cuántas veces por semana hace un plato de arroz: una 54%, dos 34%, tres 8%, cinco 1% y ninguna 3%. La frecuencia mayor de comer un plato de arroz es

una vez a la semana. Aún así hay casi uno de cada tres entrevistados que come arroz dos veces semanalmente. Frecuencias mayores de comer a arroz en una semana son escasas. Es un producto muy usado en la cocina ya que como mínimo el 97% de los madrileños lo usan una vez a la semana.

Por qué no lo cocina más veces. A esa pregunta respondieron los entrevistados que era porque estaban conformes con su ritmo de comidas (84%), porque no tenían tiempo (11%), porque engorda (3%), porque como fuera de casa (2%), y también hubo quien respondió que porque estreñía o porque estaba a dieta.

Lo utiliza **como plato único:** sí 57% y no 43%. El arroz de grano redondo absorbe muy bien los sabores, es nutritivo y facilita hacer platos únicos dentro de la dieta y costumbres familiares. En ese sentido una gran mayoría lo usa como plato único. Tras un buen plato de arroz y las muchas variantes que admite, el madrileño no necesita un segundo plato.

Mira revistas, recetas y libros antes de guisar el arroz: sí 30%, no 70%. El arroz para las amas de casa españolas, no tiene secretos a la hora de cocinarlo, por eso no suelen mirar ni revistas, ni recetas, ni libros de cocinar para ver como tienen que hacerlo. Sólo hay una de cada tres que sí tiene que dar algún repasillo antes de ponerse a guisar el arroz.

Si ve en la T.V. una receta de un plato, lo hace antes de dos días: sí 8%, no 92%. En cuestión de sugerencias de cómo cocinar el ama de casa española no es muy permeable, según los resultados de esta encuesta. Tan sólo hay un ocho por ciento que sí lo hacen. Una proporción tan baja no justificaría el éxito de las recetas de cocina en la TV por parte de algunos afamados cocineros. La explicación tal vez esté en que en Madrid hay un alto índice de trabajo fuera de casa para casi todas las mujeres, lo que no les permite tiempo libre para después ensayar las recetas que han visto en un período de dos días.

Con qué frecuencia compra arroz: una/semana 23%, una/mes 58%, una/2 meses 12%, una/3meses 7%. Aunque el arroz se consume al menos una vez a la semana en los hogares madrileños, el período de compra se espacia más. Los muy arroceros hacen una compra a la semana, que casi son un cuarto de la población total. Los más frecuentes en período de compras son los que compran arroz una vez al mes que casi suponen el sesenta por ciento. Se podría simplificar diciendo que el consumidor madrileño tipo, consume arroz una vez a la semana y lo compra una vez al mes.

Cuántos Kg. compró la última vez.

Las compras más frecuentes son de 1 Kg. (40%), y de dos Kg. (30%). Otras cantidades no se compran casi. Salvo tres Kg. o tres paquetes de 1 Kg que se compraron por el 17% de los encuestados, tal como se aprecia en la tabla adjunta.

cantidad	%
0.5 Kg	2
1 Kg.	40
2 Kg.	30
3 Kg.	17
5 Kg.	11
TOTAL	100

Conoce los nuevos tipos de arroz.

Las respuestas fueron tal como sigue: sancochado: sí 52%, no 48%; aromático: sí 7%, no 93%.

El arroz de grano largo o tipo índica, va siendo cada vez más conocido, pero no así los nuevos tipos de arroz, como el sancochado o parboiled (en inglés), y los tipos de arroz aromáticos que tanto se han introducido en los mercados británico y francés. Sobre el tipo sancochado hay un conocimiento más generalizado de una persona sí y otra que no lo conoce; pero de los tipos aromáticos no llega a la proporción de uno por cada diez entre los que los conocen.

Mezcla el arroz con legumbres:

con judías: sí 46%, no 54%.
con lentejas: sí 38%, no 62%.
con garbanzos: sí 28%, no 72%.

El arroz como cereal no contiene tanta proteína como las legumbre secas alubias, lentejas y garbanzos. Una costumbre muy extendida es la mezcla de arroz con estas legumbres obteniendo platos muy energéticos, nutritivos y digestibles, ya que todos son vegetales y ricos en fibra. Hay platos resultantes de estas mezclas que gozan hasta de nombre propio variable según las regiones de uso y guiso, como puede ser el empedrado, moros y cristianos, etc. De los resultados anteriores se aprecia que se mezcla casi al 50% con alubias, algo menos con las lentejas y tan solo el 28% de los consumidores lo mezclan con los garbanzos.

Conoce las bolsas de arroz precocido: sí 10%, no 90%.

El arroz precocido como su nombre indica está precocido y después liofilizado o desecado por congelación, con lo cual no pierde casi sus aromas naturales. Se consigue en un punto en el que tras cocerlo siete minutos se recupera el agua y se termina la cocción, quedando un arroz blanco bien cocido, perfecto de punto y con muy buen aroma. Las bolsas vienen en dosis individuales generosas o bien para dos personas como guarnición. Éste es un producto comercial lanzado hace unos años, pero que a pesar de la publicidad en TV de alguna firma comercial no ha conseguido hacer mella en el gran consumidor de arroz por lo caro y prohibitivo de las mismas. Consecuencia, el noventa por ciento de los consumidores ni lo conocen.

3. EL CONSUMO DE ARROZ FRENTE A OTROS PRODUCTOS

Hace dos años se realizó una investigación dirigida por el autor sobre las pre-

ferencias del arroz, por parte del consumidor madrileño, ante otros productos y en diferentes situaciones.

Se quería ver como reacciona el encuestado teniendo que preparar una comida para atender diferentes situaciones domésticas, y pudiendo echar mano de una serie de productos cuya lista se le entregó para poder verla durante la entrevista.

Las situaciones se van describiendo posteriormente y se valorarán, las elecciones de los diferentes productos prefijados, para cada situación.

La lista de los productos prefijados de los que podía disponer el encuestado/a para cada situación, era siempre la misma y se componía de: arroz, patatas, hortalizas y verduras, legumbres, huevos, sémolas, charcutería, pasteles, lácteos, y en último lugar las frutas.

3.1. EL ARROZ ANTE DIFERENTES SITUACIONES

Así se prueba la elección del arroz por parte del consumidor ante **once diferentes situaciones** tales como tener que preparar un plato a: niños pequeños, a unos amigos, a amigos que llegan sin avisar, está uno solo, para mucha gente, dispone de mucho tiempo, tiene prisa, no sabe que hacer, para un pic-nic, postre para niños, postre para recibir a unos amigos.

Las situaciones las vamos a considerar a continuación:

Situación 1ª) Vd. tiene que preparar un plato a niños pequeños.

Destacan como alimentos elegidos, para alimentación infantil los productos lácteos (20%), seguidos de las verduras (15%), y de las frutas (12%) con la misma importancia que el arroz (12%). Siguen las pastas (11%), y ya con menor importancia huevos, legumbres y el resto.

Situación 2ª) Vd. prepara un plato para recibir a unos amigos.

Aquí ya no se trata de cocinar algo suave y alimenticio como es un plato infantil sino de sorprender y agradar con una comida preparada para recibir a sus amigos.

El arroz se perfila como el producto que mejor se adapta para hacer una comida y recibir a los amigos con casi el 18% de las preferencias.

Como algo para los amigos y que no tenga mucho que cocinar, resalta la charcutería (16,5%), seguido de los pasteles o repostería (15%).

Las pastas como plato de amistad se citan en el 15% de los casos y las verduras con el 11%.

Con cifras menores siguen: huevos (9%), frutas (8%), patatas, legumbres y lácteos. Las sémolas no parecen adecuadas para platos que se sirven a los amigos.

Situación 3ª) Qué usaría si sus amigos vienen a comer de improviso.

En los platos rápidos para la llegada improvisada de unos amigos, lo más fácil y rápido parece que es freír unos huevos (27%) y sacar charcutería o fiambres (16%), que se pueden acompañar con unas patatas (15%), normalmente fritas.

El arroz (11%) se clasifica en 4º lugar como plato de emergencia, ya que su preparación mínimo sería de 20 minutos o media hora, en el caso de una paella o un arroz blanco.

Las frutas frescas (11%) también son para una emergencia, y después siguen los otros productos con los porcentajes que se ven en el cuadro correspondiente a esta situación.

Situación 4ª) Vd. come solo y prepara su comida.

Es una situación de tranquilidad y de preferencia individual, en la que según los gustos puede deleitar cocinar o puede ser un mero trámite para preparar algo lo más rápido y sencillo posible.

En Madrid las personas solas para hacer una comida optan por los huevos (18%) en primer lugar, después unas verduras (17%) (ensalada) y charcutería (13%) en tercer lugar. Son platos rápidos y poco complicados.

El arroz en caso de soledad, queda descartado al puesto 8º, con tan solo el 6% de las respuestas.

Las frutas también son un alimento rápido y socorrido para cuando uno come solo, según ese 13% de respuestas a la par con la charcutería.

Situación 5ª) Vd. Prepara comida para mucha gente.

En este caso se trata de guisar mucha cantidad para dar comida a gran número de personas.

Aquí el arroz se manifiesta como el producto más socorrido, siguiéndole a distancia las legumbres y la charcutería, como se puede ver por el recuento en porcentajes de las respuestas obtenidas.

Las verduras (ensaladas) y las pastas de tipo italiano son otros de los platos bien situados para atender a una mesa muy numerosa.

Situación 6ª) Vd. dispone de mucho tiempo para cocinar.

En esta situación la persona se encuentra relajada, sin prisa y puede realizar platos con verdadero capricho, caso que le guste cocinar y comer bien.

Cuando las personas disponen de tiempo para dedicarlo a la cocina, hacen guisados con legumbres (18%), y se encaprichan de la repostería, con postres de dulce, pasteles (17%).

También en este caso el arroz suele usarse mucho (14%), al mismo nivel que las verduras.

Las pastas, charcuterías, etc. ya bajan en importancia para ocasiones como ésta, y por supuesto los huevos y lácteos junto con las sémolas ocupan los últimos lugares en las preferencias manifiestas.

Situación 7ª) Vd. tiene prisa y poco tiempo para cocinar.

Es la situación opuesta a la anterior. Aquí hay que correr y preparar algo rápido. Es semejante a la de la llegada de imprevisto de unos amigos, y de hecho las respuestas son también muy parecidas.

Cuando se tiene que comer deprisa y corriendo se recurre a huevos fritos, cocidos, en tortilla francesa, etc. (30%) junto con fiambre o charcutería (15%), y de postre una fruta (13%).

Las pastas y patatas ya son un poco más lentas de guisar, cocer y freír, y entonces se usan menos en estos casos de apuro. El resto de los otros productos apenas se utilizan en esta situación.

El arroz se manifiesta como plato más bien lento para cuando hay prisa (8%).

Situación 8ª) Vd. no tiene ni idea sobre que preparar para una comida familiar normal.

En esta situación hay que echar mano de la improvisación en la cocina, y hacer algo sencillo, sin mucha complicación y que quede presentable. Nos va a indicar cuales son los platos para gente poco experta en la cocina.

Como sencillez de los platos, para gente poco experta están los huevos (16%) en sus diferentes formas y versiones.

Le siguen las verduras que se pueden preparar y mezclar en diferentes formas, bien solas, en ensaladas, como guarnición etc. (13%). Vienen los fiambres o

charcutería que ya está preparado todo y es sólo, cortar y servir (12%). En igual posición están las patatas (12%), bien fritas, cocidas, asadas, etc.

El arroz es un producto más bien poco apto para personas no iniciadas en la cocina. En esta situación sólo lo usarían el 11% de los encuestados.

Situación 9ª) Vd. prepara una comida para un pic-nic.

Para una situación como ésta predomina la facilidad del transporte y la de servir en los platos una vez estemos en el campo sentados en el suelo. Debemos cocinar algo más bien sólido, fácilmente divisible y no muy duro de cortar en el plato individual.

La elección realizada nos confirma los supuestos. La charcutería (34%), junto con huevos (19%) en tortilla, frutas (19%) y patatas (13%), son unos buenos componentes para una merienda en el campo. En un pic-nic, los lácteos y los pasteles, pueden ser un buen final, pero ya no son esenciales (6% y 3%).

El arroz para esta ocasión queda casi descartado (2%), salvo en zonas con tradición paellera, donde la paella al fuego de leña suele ser el centro del pic-nic.

Situación 10ª) Vd. prepara un postre para niños.

Los niños necesitan una alimentación suave y nutritiva. No conviene exceso de azúcar por las caries dentales. En conjunto el postre debe ser equilibrado en proteínas, hidratos de carbono, grasas, calcio y vitaminas, además de fácilmente digestible.

Pensando en los niños y a la hora de darles un postre, se recurre a las frutas (34%), y a los productos lácteos (33%) como primera opción. Esto para cada dos personas de cada tres encuestadas. Siguen los pasteles (21%), pero ya a mayor distancia.

Para postre de niños el arroz (6%) queda mal clasificado, y los productos que ni se consideran son las patatas, pastas, verduras y legumbres, lo cual parece obvio.

Situación 11ª) Vd. prepara un postre para recibir a sus amigos.

Aquí ya no hay restricciones salvo hacer algo agradable, sabroso y atractivo, pues el postre no sólo deleita al comerlo sino que debe impresionar al verlo. Esa es la finalidad de la repostería, donde el sabor y la vista juzgan el final de una comida.

En esta situación los pasteles o la repostería serían el postre elegido en primer lugar (38%).

Los lácteos son los segundos (28%) y por delante de las frutas (22%), como se ha observado en los hábitos actuales, donde los derivados de la leche han sustituido en gran parte a las frutas frescas.

El arroz (7%) se usa poco pensando en postre para unos amigos.

3.2. IDONEIDAD DE LOS ALIMENTOS

Se trata de ver cómo se adecúan los once alimentos ya considerados previamente, a otra serie de **cinco situaciones** pero ahora no de tipo personal sino de carácter culinario exclusivamente, como veremos a continuación en la opinión de las personas encuestadas.

Situación 1ª) Como plato de entrada

En opinión de los encuestadores muchas personas pensaron que se trataba de un primer plato, no de un simple aperitivo.

Las verduras (28%) se consideran el mejor entrante para una comida, bien como ensalada o de cualquier otra forma.

Le siguen como platos más apropiados para una entrada los realizados con arroz

(16%) pero a gran distancia respecto a las verduras, y próximos a los confeccionados a base de pastas (14%).

Las legumbres (12%) ocupan el cuarto lugar como productos adecuados para una entrada.

El resto de los productos tiene una idoneidad mínima para entradas, y ni se consideran los lácteos y los pasteles.

Situación 2ª) Como acompañamiento de una carne.

Se trata de preparar una guarnición que acompañe a un plato hecho con carne, o esté guisado con carne.

Las patatas son los productos más adecuados para acompañar a la carne según el 44% de los encuestados. La verdad es que en forma de fritas, cocidas, asadas, etc. casi siempre la acompañan. También las verduras (31%) de múltiples formas suelen ir como guarnición de la carne.

Algo adecuado parece el arroz (14%) como acompañamiento de la carne.

El resto de los productos parecen tener poca aceptación según la opinión recogida.

Situación 3ª) Como acompañamiento de un pescado.

La situación es semejante a la anterior pero el producto ahora es pescado. Las respuestas son algo parecidas:

Las verduras (41%) se considera como lo más adecuado para acompañar un plato de pescado, seguido de las patatas (38%).

El arroz ocupa el tercer lugar (14%) y con una evaluación idéntica al caso anterior.

El resto de los productos tienen poca importancia y algunos ni se mencionan.

Situación 4ª) Como plato principal.

Aquí ya no van como acompañantes sino como protagonistas. La idoneidad de los productos para platos principales fue originada así:

Las legumbres (32%) se vuelven a considerar las protagonistas de la cocina, como plato principal, igual que ocurría en la situación en la que la persona disponía de mucho tiempo para cocinar, que también elegía las legumbres como plato preferido.

Sigue el arroz (21%) en un segundo lugar y alejado del tercer clasificado que son las pastas (15%).

El resto de los productos tiene una importancia menor para plato principal.

Situación 5ª) Como postre.

Llegamos al final de la comida. Queremos saber la opinión sobre que productos se adaptan mejor para hacer un postre.

En Madrid todavía pensar en postre es pensar en fruta (46%). Viene después el capítulo dulces, pasteles, repostería (25%) pero bastante alejado. En tercer lugar y compitiendo con los pasteles, los lácteos (20%).

El arroz queda mal clasificado para hacer postres, con tan solo el 6% de las referencias recogidas.

CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTOS

Aquí ya no se consideran situaciones, sino adjetivos o características que pueden tener la serie de once productos sometidos a tela de juicio desde el principio de la encuesta.

La lista de características o adjetivos también es de once y son: original, nutritivo, económico, moderno, digestible, exótico, divertido, adaptable, sofisticado, fácilmente cocinable y dietético.

Característica 1ª) Original.

Para este calificativo el conjunto de los once productos se ordenó así:

Como platos originales tenemos las pastas (21%) y las sémolas con igual puntuación.

Los pasteles (16%) y el arroz (14%) le siguen en originalidad para hacer platos.

Los menos originales son las patatas y los lácteos, en opinión de los madrileños.

Característica 2ª) Nutritivo.

La opinión sobre lo nutritivos que son los productos de nuestra lista quedó reflejada del siguiente modo:

El concepto de nutritivo del personal encuestado lo aplica a las legumbres (35%) en primer lugar, con bastante diferencia respecto a los otros productos. Siguen las verduras (18%) y los huevos (14%). El arroz (8%) sigue clasificado casi con igual importancia que los lácteos y las pastas, pero con poca puntuación.

Los otros productos son considerados poco nutritivos, como paradójicamente se incluye a la charcutería.

Característica 3ª) Económico.

El apelativo de económico se lo llevan en primer lugar las patatas, en segundo nuestro protagonista, el arroz. En tercer lugar las pastas aparecen como plato económico. En cuarto las legumbres. Por otro lado los más caros se consideran que son la charcutería y los pasteles.

Característica 4ª) Moderno.

La idea de modernidad aplicada a nuestro conjunto de once productos se aplica mayoritariamente a las pastas. El resto se pueden considerar productos tradicionales.

Característica 5ª) Digestible.

La facilidad con que se digieren cada uno de estos productos fue apreciada dándole la máxima nota a las verduras y a las frutas, con gran diferencia respecto al resto.

Lo menos digestible se equiparó a lo menos económico, resultando la charcutería y los pasteles.

Sorprende en esta evaluación que las patatas se consideren poco digestibles. Tal vez se asocien con los guisos a los que acompañan que suelen ser más fuertes y menos digestibles que las patatas por si solas.

Característica 6ª) Exótico.

La aparición de nuevas variedades en muchas especies e incluso de nuevas especies como: lichis, mango, kiwi, aguacate, carambola, babako, piña americana, pitanga, etc. hace que la gente haya considerado como más exóticas las frutas, y como menos las legumbres y los huevos.

Característica 7ª) Divertido y Atractivo.

Los productos más divertidos y atractivos para preparar comidas son varios. Aquí no hay alguno que destaque sobre los demás. Los más divertidos son los lácteos, los pasteles, las pastas y el arroz. Los menos atractivos son la sémola, los huevos, las legumbres y las patatas.

Característica 8ª) Adaptable.

Con esta característica se quería saber en la opinión de los encuestados como se adaptaba, cada uno de los productos, a otros muchos alimentos.

Los productos más adaptables son las patatas y el arroz.

Característica 9ª) Sofisticado.

Para preparar un plato sofisticado nuestros encuestados echarían mano del arroz en primer lugar, y luego de las pas-

tas. Los menos sofisticados o más prosaicos serían la sémola y las legumbres.

Característica 10ª). Cocinable.

La facilidad con que se cocinan estos productos quedó reflejada en el siguiente orden. Los que más fácil se cocinan, son el arroz, las pastas y los huevos. Los más difíciles son los lácteos y los pasteles.

Característica 11ª). Sano y dietético.

La aptitud para una dieta sana de estos alimentos, fue dada en primer lugar a las verduras y a las frutas. Los menos aptos para una dieta sana fueron la charcutería y los huevos.

BIBLIOGRAFÍA

ALIMARKET, Revista (años 1993 y 1994).

BRIZ J., DE FELIPE Y. (1991), Evolution de la consommation du riz en Espagne, in CHATAIGNER, *Notes et Documents*, INRA/ESR, Montpellier.

CHATAIGNER J. (1991), Les tendances de la consommation du riz en Europe: comparaison avec les Etats-Unis, in Chataigner J. (a cura di). *La consommation du riz en Europe*. INRA, Montpellier.

CHATAIGNER J. (1992) *Simultaneous growth and diversification of rice consumption in Europe and USA*. Proceedings of the Symposium: Prospects for rice consumption in Europe. Verona, Oct.1992.

LÓPEZ, J. L.; J. BRIZ Y J. SIMÓN. (1992). Il consumatore di riso a Madrid. Proceedings del Simposio: Prospettive dei consumi di riso in Europa. Università di Verona.

LÓPEZ, J.L.; SIMÓN, J. Y MOURE, J.A. (1994). Rice: retailing policy and consumers' behaviour in Madrid. Proceedings of the 36th Seminar of the European Association of Agricultural Economists. The University of Reading, UK.

LSA, Revista (años 1986, 89, 90, 91, 92, y 93).

SUPER ARAL LINEAL, Revista (años 1993 y 1994).

EL CONSUMO DE ARROZ EN ANDALUCÍA

**NAVARRO L. , RODRÍGUEZ M.J.,
DÍAZ J., BEJINES A.**
*C.I.D.A. Las Tores y Tomejil.
Alcalá del Río, Sevilla*

INTRODUCCIÓN

La alimentación es una actividad básica de gran interés social en la que influyen todo tipo de características que van desde las climáticas, geográficas, hasta las costumbristas y laborales.

En los últimos años se han producido una serie de cambios que han variado los hábitos alimenticios de la población europea occidental y española, de entre ellos destacamos: la composición de la población, el régimen de vida y de trabajo de las familias, la disponibilidad de alimentos, el aumento del nivel de información y asimilación del nivel de renta de la población.

Desde un punto de vista alimenticio y desde una perspectiva del exterior se ha pasado a valorar las características positivas que tiene la dieta mediterránea, por una población centro-europea, con un nivel de ingresos superior al español y con una mayor participación de la mujer en el mercado de trabajo.

Paralelamente, en España se ha cambiado en los últimos 25 años de una alimentación basada fundamentalmente en el consumo de cereales y legumbres, aceite de oliva, patatas, frutas y hortalizas, huevos y leche y un consumo de carne poco importante, a una alimentación en la que se disminuye la proporción de elementos hidrocarbonados, se duplica el consumo de carne, se aumenta el de leche y productos lácteos, se disminuye el de proteínas de origen vegetal y se aumenta la de origen animal, así como el de las grasas de origen animal.

Se ha pasado de una etapa en la que el español medio destinaba a su alimentación en torno al 50% de sus ingresos a otra situación en la que se dedica aproximadamente el 26%, siendo sustituidos el resto de los recursos en otras parcelas como la educación y el ocio.

El consumo de arroz, por su dualidad de ser un alimento energético, base de la alimentación humana en muchas zonas

del mundo y sus grandes posibilidades de ofrecer a la dieta una gran variabilidad por los muy diversos tipos que ya aparecen en el mercado ha experimentado una variación en el consumo tanto europeo como español.

En este documento se pretende:

Describir las características diferenciales del consumo de arroz en Europa y España.

Mostrar el consumo de arroz en España, su evolución, estacionalidad y su distribución por zonas.

Contrastar el modelo de consumo de arroz europeo con el andaluz a través de las problemáticas que presentan tanto la oferta de los distintos tipos de arroz a los hogares de Andalucía, como de la demanda de las amas de casa, en restauración e institucional de los mismos.

Para el primero de los objetivos se ha hecho uso de información de estudios de consumo europeos, fundamentalmente: Chataigner, J. (1992), Hogg, A. y Kalafatis, S. (1992), Tilburg, A. y Renselaar, J. (1992), que recogen las características de los consumos francés, del Reino Unido y Holandés respectivamente.

Para el segundo de ellos se ha contado con la información proporcionada por el Panel de Consumo de la Secretaría General de Alimentación del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación español.

En lo que se refiere a la oferta y demanda de arroces en Andalucía se van a mostrar los resultados correspondientes a las encuestas de consumo realizadas por los autores de este trabajo en Andalucía, tanto a nivel de establecimientos de venta (hipermercados, supermercados y tiendas de ultramarinos), como de hogares e instituciones, en las que se ha obtenido información de la oferta de arroz en dichos establecimientos y de la demanda, conocimiento y usos del arroz por las amas de casa, establecimientos de restauración e instituciones andaluzas.

1. EL CONSUMO DE ARROZ EN EUROPA. FACTORES QUE LO DETERMINAN

El consumo de arroz en el mundo es muy variable. Mientras que en amplias zonas se trata de un alimento básico, en algunos países puede llegar a ser un producto de consumo muy marginal, exótico. En efecto nos encontramos a nivel mun-

dial en unos intervalos de consumo que van desde los superiores a 150 kg/per cápita y año en países como Tailandia, Madagascar o Indonesia a consumos medios de 4,4 kg. en los países de la Unión Europea.

Dentro de Europa, y tratando siempre de países de la Unión Europea, se produce una gran variabilidad, tanto en el consumo por país, como en su evolución.

Tabla 1: Evolución del consumo de arroz en la Comunidad Económica Europea (12)

	1965	1970	1975	1980	1985	1990
			-			
Reino Unido	1.4	1.4	2.9	3.3	3.6	3.7
Alemania	2	1.6	1.8	2	2.4	3.4
Irlanda	1	1	1.3	2.1	1.4	1.8
Bélgica-Luxemburgo	1.2	1.6	4.9	4.2	5.9	3.5
Holanda	2.8	3	3.7	3.5	4.3	5.1
Dinamarca	1.5	1.6	2	2.1	3.5	2.7
Francia	1.9	2.5	3	3.7	4	4.1
Italia	4.8	3.9	4.5	4.6	5.1	5.7
España	6.84 ¹			6.3	6.2	6.3
Portugal				15.7	17.4	15.1
Grecia				5.2	5.1	

Fuente: Chataigner, J. (1992).

1. Esta cifra ha sido corregida respecto a la que figuraba en Chataigner, J. 1992, teniendo en cuenta la información existente sobre el consumo interior durante dicho año (480.000 tm).

De esta tabla se puede comentar que existe un consumo alto y estable en Portugal, próximo a la media y también estable en España, medio y con crecimiento moderado en Italia y más bajo pero en rápido ascenso en el resto de los países comunitarios.

Este comportamiento del consumo de arroz puede ser explicado (Chataigner, J. 1992) como:

a) El arroz es un alimento básico para la población en países de niveles de renta más baja, cuyo consumo aumenta con el nivel de renta, hasta llegar a un máximo a partir del cual decrece, siendo sustituido por otros alimentos u otras actividades que producen mayor nivel de utilidad. En definitiva, un bien inferior.

Este modelo explicaría el comportamiento del consumo de arroz en el período 1970-1990, en países como India o China, de un nivel de renta bajo, cuyo consumo sigue creciendo comparado con el de Tailandia (nivel de renta medio) o Japón (nivel de renta alta), cuyos consumos medios están decreciendo.

b) El arroz es un alimento que aporta variabilidad a la dieta en países desarrollados, creciendo en ellos su consumo. En este punto se pueden citar los casos de los consumos de arroz en países como Francia, Reino Unido u Holanda.

Podría de esta forma descomponerse el consumo total de arroz en dos componentes: el consumo tradicional, como alimento básico y el consumo de nuevos tipos de arroz, que aporta variedad a las dietas.²

- -

2. No quiere ello decir que el consumo de arroz como alimento básico de la dieta no permita una gran variedad de preparaciones, tratamos de explicar por el contrario el crecimiento del consumo de arroz en los países europeos como consecuencia de su uso, recientemente, en ensaladas o como guarnición de platos de carne o pescado.

Como ratificación de estos puntos se puede indicar que, en Francia, en aquellos hogares cuyo nivel de renta es bajo, el arroz es consumido como un alimento básico, no siendo habitual el ofrecerlo en celebraciones con amigos; mientras que, por el contrario, en aquellos que el nivel de renta es elevado el arroz es símbolo de variedad y es usado frecuentemente en celebraciones con amigos (Chataigner, J. 1992).

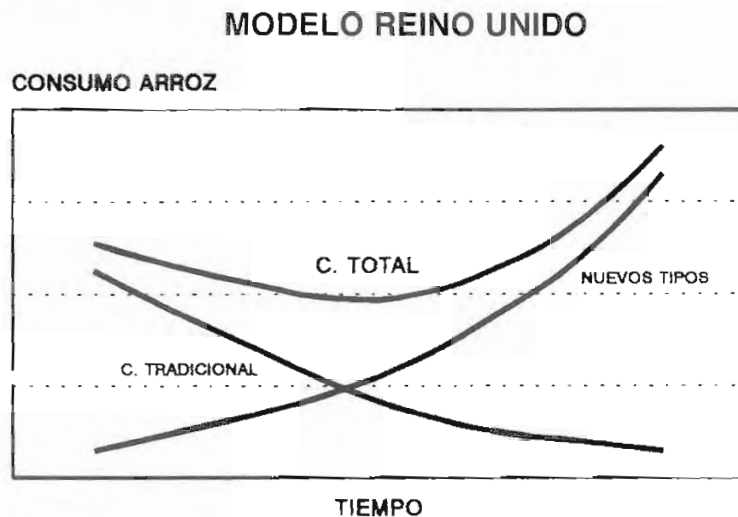
En el Reino Unido los tipos de arroz más consumidos son el vaporizado (45%), el blanco (27%), el Basmati (15%) y el Integral (13%); mientras que en España la mayor parte del arroz consumido es el blanco de grano medio/corto (Chataigner, J. 1992).

El éxito en parte de esta tendencia en consumo de nuevos tipos de arroz en el Reino Unido lo constituyen la aparición de salsas de acompañamiento "stirfry sauces" de los arroces y la propaganda diferenciada de estos nuevos tipos de arroz. Además existe una propaganda genérica de educación que anima al consumo de arroz, tanto por los beneficios para la salud como por la versatilidad de ser acompañamiento en muchos platos como carnes y pescados (Hogg, A.; Kalafatis, S. 1992).

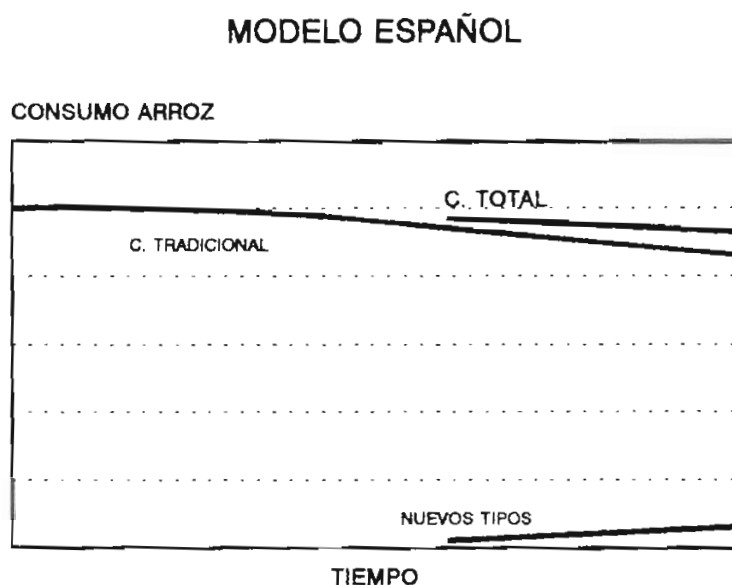
En Holanda el arroz es consumido en forma de "nasi goreng", una comida indonesa y es un producto apreciado por su fácil preparación y por la existencia de arroces precocinados. Las variedades de arroces perfumados y las mezclas de arroces blancos y salvajes están siendo recientemente introducidas (Tilburg, A.; Renselaar, J. 1992).

La evolución del consumo de arroz en Europa en el tiempo puede ser modelizada (Chataigner, J. 1992) en el siguiente esquema, en el que se representan los consumos de los tipos tradicionales de arroz y los nuevos tipos, en dos países europeos de consumos diferenciados como el Reino Unido y España (Fig. 1).

Figura 1. Modelos de Consumo.



Fuente: Chataigner, J. 1992



Fuente: Chataigner, J. 1992

En dicha gráfica se explica el crecimiento del consumo de arroz en el Reino Unido, que está relacionado con el incremento del consumo de nuevos tipos de arroz, que compensa el decrecimiento de los tipos tradicionales. En España en cambio, donde no existe, en general, un conocimiento de los distintos tipos de arroz, éste es considerado como un plato principal y no como un acompañamiento de otros alimentos. El crecimiento del consumo español de estas nuevas formas de

arroz se encuentran aún en un estado larvario.

2. EL CONSUMO DE ARROZ EN ESPAÑA. EL CONSUMO DIFERENCIAL POR ZONAS

Las cifras que se expondrán sobre el consumo de arroz en España se refieren al arroz abrigantado, pulido o partido, y

también el arroz precocido, distinto este último de los arroces cocinados o precocinados.

El consumo de arroz (cantidades compradas) en España durante 1992 ha sido de 222,2 millones de Kg., correspondiendo un 89,11% al consumo en hogares, un 6,79% a consumo en hostelería y restauración y el restante 4,10% al consumo institucional (M.A.P.A. 1993: La alimentación en España 1992), lo que supone un consumo per cápita de 5,63 Kg.

La distribución de este consumo per cápita por zonas (M.A.P.A. 1991) muestra un consumo superior a la media en el Levante español, consumos en torno a la media en Castilla León, Nordeste, Andalucía y Canarias y consumos inferiores a la media nacional en el resto de las zonas: regiones Norte y Centro-Sur.

De acuerdo a las cantidades vendidas según zonas (Nielsen, 1995), destacan las ventas del 22% que se realizan en Levante, del 19% en Andalucía, del 11% en Madrid, del 10% en Barcelona y el resto distribuido en el resto de las zonas españolas.

El arroz es vendido en España en un 57% en supermercados (14% en supermercados de 1.000-2.500 m², 33% en superficies de 500-1.000 m² y 10% en los de una sola caja, de 100-200 m²). En las grandes superficies (>2.500 m²) se vende el 32% del arroz y el restante 11% en tiendas de ultramarinos (Nielsen, 1995).

En general se puede decir que dicho consumo tiene una relación directa con la edad del ama de casa e inversa con el estrato socio-económico de los hogares, así como con los tamaños de las poblaciones.

3. EL CONSUMO DE ARROZ EN ANDALUCÍA

El consumo de arroz en Andalucía, de acuerdo a los datos facilitados por el panel de consumidores del M.A.P.A

(M.A.P.A. 1993) es para 1992 de 5,27 kg/habitante y año y representa en valor menos del 0,5% del correspondiente al total de la cesta de la compra.

En este punto se va a describir la estructura de la oferta de arroz a las amas de casa andaluzas que hacen los establecimientos de venta al público así como también la demanda de arroz de dichas amas de casa referida a la frecuencia, uso y conocimiento que las mismas tienen de los distintos tipos de arroz. Finalmente se describirán las características de los consumos en restauración e institucional respecto a los mismos parámetros.

Los resultados que se muestran son los obtenidos por los autores de este trabajo en las encuestas realizadas en toda Andalucía, tanto a nivel de establecimientos de venta (hipermercados, supermercados y tiendas de ultramarinos), amas de casa, establecimientos de restauración e instituciones.

3.1. LA OFERTA DE ARROZ A LOS HOGARES ANDALUCES. TIPOS Y MARCAS PRESENTES EN LOS PUNTOS DE VENTA. EL ABASTECIMIENTO Y EL CONOCIMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS ARROCES POR LOS GERENTES DE LOS ESTABLECIMIENTOS

La información que en este apartado se describe se refiere a la oferta de arroz para el ama de casa³, habiéndose obtenido a través de la visita a los puntos de venta detallistas y la recogida de información referente a: 1) las marcas, tamaños y precios de los arroces presentes en sus vitrinas, 2) la forma de abastecimiento de los arroces, 3) la selección de sus stocks en

3. No se considera aquí la casuística del sistema de distribución, de gran interés no obstante, dado que la presencia de los tipos y marcas de arroz en los establecimientos de venta se encuentran influenciados por este sistema y por tanto, en última instancia, la posibilidad de que el ama de casa pueda adquirir determinados tipos y marcas.

marcas y tipos de arroz, 4) el conocimiento de las características nutritivas y culinarias de los distintos tipos de arroz por parte de los responsables de las compras.

Frecuencias de aparición de los distintos tipos, formatos y marcas de arroces en los puntos de venta

Para un mejor entendimiento de la presencia de tipos, tamaños y marcas de arroz en los puntos de venta, comenzaremos el análisis agrupando a los arroces por tipos, de acuerdo a las siguientes categorías: arroces de grano medio/corto, de grano largo, vaporizados y otros tipos de arroces y por tamaños de los envases existentes en: de 1Kg., de 0,5 Kg., menores de 0,5 Kg. y mayores de 1 Kg. Para

cada uno de estos tipos y formatos se mostrarán los porcentajes de aparición en los puntos de venta y su relación con el tamaño de los establecimientos de venta al público.

Tipos de arroz presentes en el mercado detallista andaluz

La venta en España de los distintos tipos de arroz (Nielsen, 1995) es la siguiente: 93% de grano medio/corto y 7% de grano largo (3% vaporizado y 4% largo blanco). Teniendo en cuenta los grandes grupos de arroz, en la Tabla 2 se pueden apreciar las respectivas distribuciones de los porcentajes en los que el número indicado de marcas distintas aparecen en los establecimientos visitados⁴.

Tabla 2: Porcentaje de presencia de los números de marcas de los distintos grupos de arroz

MARCAS <	GRANO MEDIO/CORTO	GRANO LARGO	VAPORIZADO	OTROS
0	1,1	62,2	50,0	87,8
1	7,8	23,3	40,0	4,4
2	21,1	4,4	6,7	4,4
3	24,4	2,2	3,3	1,1
4	6,7	2,2		2,2
5	12,2	3,3		
6	6,7	1,1		
7	2,2	1,1		
8	10,0			
9	4,4			
10	1,1			
11	1,1			
12	1,1			
MEDIA	4,22	0,78	0,63	0,25

Fuente: Datos propios

4. El tamaño de las poblaciones (número de habitantes) podría ser una variable que explicase la existencia o no de tipos y formatos, pero dado que existe una relación evidente entre el tamaño de los

establecimientos y el de los municipios, por la inexistencia de grandes superficies en los municipios menores, se hacen más evidentes estas conclusiones cuando buscan relaciones con el tamaño de los establecimientos.

De la observación de la tabla anterior se pueden destacar inicialmente dos aspectos: 1) la presencia/no presencia de los distintos tipos de arroz en los establecimientos y 2) el número de medio de arroces de los distintos tipos que aparece en el conjunto de los establecimientos visitados.

El primero de los aspectos muestra que los arroces de tipo medio/corto están presentes en el 98,9% de los establecimientos (sólo en un 1,1% de ellos no se encontraba), circunstancia ésta que no coincide con la presencia de los demás tipos de arroz. Así, los arroces de grano largo solamente se encuentran en el 38,8% de los establecimientos, el vaporizado en el 50% y otros tipos de arroz son mostrados en el 12,2% de los puntos de venta.

En segundo lugar la presencia media de arroces de los distintos grupos es muy variada, teniendo un espectro que va desde los 4,22 marcas distintas/establecimiento⁵ del arroz de grano medio/corto a las 0,25 de otros arroces.

Por último, dentro de este análisis preliminar se destaca la mayor variedad que tienen los arroces de grano medio/corto, dado que se ha encontrado hasta un máximo de 12 marcas distintas de arroces de este tipo en el establecimiento que más marcas de arroz de grano medio/corto tenía, frente a las 7, 3 y 4 respectivamente que corresponden a los

tipos de arroces de grano largo, vaporizado y otros arroces.

De ello se deduce como primera conclusión que existe un porcentaje alto de amas de casa que no tienen acceso a otro tipo de arroz que el de grano medio/corto.

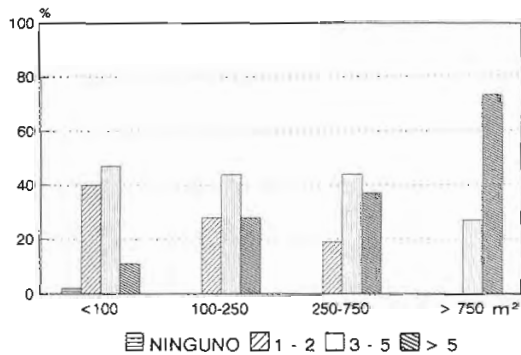
Relaciones entre la presencia de los distintos tipos de arroces y el tamaño de los establecimientos

Respecto a la presencia de marcas distintas de arroces de grano medio/corto se observa un crecimiento en el número medio de marcas distintas conforme aumenta el tamaño de los establecimientos. En efecto, en las tiendas de ultramarinos se encuentra por término medio 3,5 marcas distintas de arroz de grano medio/corto, en los pequeños supermercados esta media es de 4,25, que llega a ser de 5,25 en los grandes supermercados y de 6,82 en las grandes superficies. Las evoluciones de estas cifras pueden apreciarse en la Fig 2.

La presencia de arroz de grano largo es creciente y significativa con relación al tamaño de los establecimientos, donde se manifiestan presencias de 0,22, 0,33, 0,81 y 3,82 marcas de media por establecimiento para los diversos tamaños, ordenados de una forma creciente.

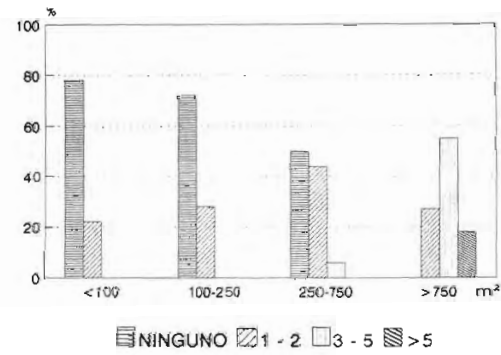
Las distribuciones del número de marcas distintas por los tamaños citados se muestra en la Fig 3.

Figura 2. Tipos de arroz grano corto según tamaño establecimiento.



Fuente: Datos propios

Figura 3. Tipos de arroz grano largo según tamaño establecimiento.



5. Entendemos como distintas a aquellas marcas que exhiben en un establecimiento más de una

presentación, bien de tamaño del envase o de la calidad del arroz contenido.

EL CONSUMO DE ARROZ EN ANDALUCÍA

Respecto a los arroces vaporizados se observa una mayor presencia que para los arroces de grano largo a medida que aumenta el tamaño de los establecimientos. La Fig 4 muestra elocuentemente las evoluciones del número de marcas en cada estrato de tamaño.

La presencia de otros tipos de arroces, que es prácticamente testimonial desde

un punto de vista general, está relacionada positivamente con el tamaño de la variable a que nos referimos (Fig 5).

En la Tabla 3 se puede observar un resumen de la presencia, moda respecto a número de marcas y significación estadística de los distintos tipos de arroz en relación con el tamaño de los establecimientos.

Figura 4. Tipos de arroz grano vaporizado según tamaño establecimiento.

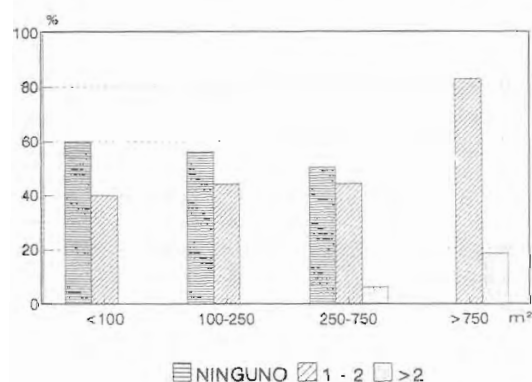
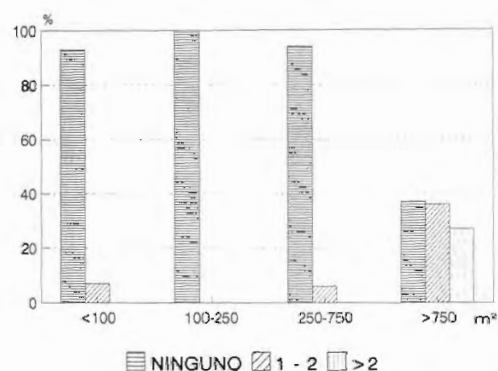


Figura 5. Tipos de otros arroces según tamaño establecimiento.



Fuente: Datos propios

Tabla 3. Presencia, moda y significación estadística de los distintos tipos de arroz

TIPO ARROCES	Nº MARCAS	Tamaño de los establecimientos			
		< 100	100 - 250	250 - 750	> 750
Grano Medio/Corta (**)	0	2.2	0.0	0.0	0.0
	1-2	40.0	27.8	18.8	0.0
	3-5	46.7	44.4	43.7	27.3
	6-9	8.9	27.8	31.2	63.6
	>9	2.2	0.0	6.3	9.1
Grano Largo (***)	0	77.8	72.2	50.0	0.0
	1-2	22.2	27.8	43.7	27.3
	3-5	0.0	0.0	6.3	54.5
	6-9	0.0	0.0	0.0	18.2
Grano Vaporizado (**)	0	60.0	55.6	50.0	0.0
	1-2	40.0	44.4	43.7	81.8
	3-5	0.0	0.0	6.3	18.2
Otros (***)	0	93.3	100.0	93.7	36.4
	1-2	6.7	0.0	6.3	36.4
	3-5	0.0	0.0	0.0	27.2

Fuente: Datos propios

Formatos de envases presentes en el mercado

La distribución de las ventas de arroz en España de acuerdo con los formatos de los envases muestra una predominancia absoluta de los envases de 1 kg. (98%) seguida de los envases de medio kilo (8%) y del resto de los formatos (3%). Siendo además al alza la tendencia de las ventas en los formatos de 1 kg.

La presencia de dichos formatos en la muestra estudiada es la siguiente: (Tabla 4)

Del análisis de dicha tabla se puede inferir la presencia en prácticamente

todos los establecimientos de envases de 1 kg (85,6%), disminuyendo esta presencia en los de 0,5 kg. (79,9%) y experimentando una sensible reducción en el resto de los envases (7,8% para los de menos de 0,5 kg. y mayores de 1kg.).

Además tanto el número medio de marcas como la variedad de marcas distintas por tipo de envase, en los establecimientos que contaban con un mayor número de ellos, disminuye en una proporción parecida cuando pasamos de los envases de 1 kg. (3,69 marcas distintas de media), a los de 0,5 kg. (1,9), menores de 0,5 kg. (0,15) y mayores de 1 kg. (0,13).

Tabla 4. Porcentaje de presencia de los números de marcas de los distintos formatos de envases de arroz

MARCAS <>	1 kg	0.5 kg.	<0,5 kg.	>1kg.
0	14,4	21,1	92,2	92,2
1	15,6	22,2	3,3	4,4
2	13,3	30,0	2,2	1,1
3	16,7	10,0	1,1	2,2
4	11,1	8,9	1,1	
5	6,7	6,7		
6	1,1			
7	3,3			
8	4,4	1,1		
9	7,8			
10	2,2			
11	1,1			
14	1,1			
15	1,1			
MEDIA	3,69	1,9	0,15	0,13

Fuente: Datos propios

Esta distribución del número de marcas correspondientes a los distintos tipos de envases puede ser explicada a través de los tamaños de los establecimientos, habiéndose encontrado relaciones de dependencia significativas. La descripción de este fenómeno se puede apreciar en la Tabla 5.

La distribución por tamaños de establecimientos muestra lo siguiente:

- Una menor presencia de los envases de 1 kg. en las tiendas de ultramarinos (73,7%) y una presencia prácticamente absoluta en el resto de los establecimientos (94,4%, 100% y 100% para el resto de los establecimientos ordenados por tamaños).

- Una mayor presencia de los envases de 0,5 kg. en las tiendas de ultramarinos que en el resto de los establecimientos (96,7% frente a 66,7%, 68,7% y 81,8% respectivamente).

- Una ausencia casi absoluta de los envases de menos de 0,5 kg. y de más de 1 kg. en aquellos establecimientos distintos de las grandes superficies.

Todas las relaciones indicadas son significativas en los niveles expresados en la tabla 5, de la cual se puede extraer con facilidad los valores modales del número de marcas (dentro de cada formato) para las distribuciones condicionales de los tamaños de los establecimientos.

Tabla 5: Distribución del número de marcas por formatos según los tamaños de los establecimientos

FORMATO (sig.)	Nº MARCAS	Tamaño de los establecimientos (m ²)			
		< 100	100 - 250	250 - 750	> 750
1kg (***)	0	26.7	5.6	0	0
	1-2	48.9	16.7	6.3	0
	3-5	17.8	61.1	68.8	9.1
	6-9	6.7	16.7	18.8	54.5
	>9	0	0	6.3	36.4
0,5kg (**)	0	13.3	33.3	31.3	18.2
	1-2	62.2	50	31.3	45.5
	3-5	24.4	16.7	37.5	27.3
	6-9	0	0	0	9.1
<0,5kg (***)	0	97.8	94.4	100	54.5
	1-2	2.2	5.6	0	27.3
	3-5	0	0	0	18.2
>1kg (***)	0	100	94.4	93.8	54.5
	1-2	0	5.6	6.3	27.3
	3-5	0	0	0	18.2

Fuente: Datos propios

Las consecuencias prácticas que se pueden sacar de estos datos son:

- Las tiendas de ultramarinos son establecimientos a los que el ama de casa acude con frecuencia a comprar los "desavíos", o sea, aquellos alimentos que les hagan superar un apuro ocasional; que los ofrecen a un mayor precio. Dicha razón explica la mayor presencia de los envases de 0,5 kg en dichos establecimientos.

- Los envases menores de 0,5 kg. se corresponden con arroces especiales (aromáticos, salvaje, etc.), que como ya se dijo en el epígrafe anterior no se encuentran sino en las grandes superficies.

- Los envases de más de 1 kg. son vendidos en las grandes superficies dado las economías que en ellos buscan las amas de casa en sus compras periódicas (semanales, mensuales, etc....).

Formas de abastecimiento y selección de los arroces

El abastecimiento de arroz de los establecimientos que se han visitado se realiza a través de Mayoristas (40%), de las Cadenas Comerciales que surten a los puntos de ventas con los que tienen conciertos (35%), directamente de los envasadores (6%), por una combinación de los medios anteriores (10%) y por otros canales (vendedores, etc. 8%).

Dicha forma de abastecimiento guarda una relación con los tamaños de los establecimientos. Así, las tiendas de ultramarinos suelen hacerlo a través de los mayoristas; los supermercados, de las cadenas comerciales y de los mayoristas; y, las grandes superficies, directamente de los envasadores y de las cadenas comerciales. Dichas relaciones son significativas.

Las razones más destacadas que justifican las "existencias" de los arroces presentes en los establecimientos, expuestas por los encargados de las compras, han sido: el responder a la demanda de la clientela (32%) y el tener que supeditarse al interés de las Cadenas de Alimentación que les suministran (17,8%). Se encuentra un porcentaje muy alto de establecimientos (23,2%) que no manifiestan una razón determinada o no contestan. Los precios y la falta de espacio son otras de las razones recibidas⁶.

Conocimiento de las características nutritivas y culinarias de los distintos tipos de arroz

Sólo un 4,4% de los gerentes de los establecimientos visitados tienen un buen conocimiento de las características nutritivas y culinarias diferenciales de los diferentes tipos de arroz. Una tercera parte de ellos tienen un conocimiento muy general basado en características muy elementales de los mismos, como que "no se pasa", "es mejor para las paellas, postres etc.". El resto, o no tienen opinión, o la que muestran se dirige hacia una marca de más confianza, o reconocen su desconocimiento de estas materias (64,5%). Ver Fig. 6.

6. Se está en fase de realizar un análisis más pormenorizado de los sistemas de distribución de arroz en Andalucía, que explique con más detalle el abastecimiento de los puntos de venta.

Al ser el comerciante, muchas veces el que educa al ama de casa en el consumo de alimentos, este desconocimiento tan amplio sobre los tipos de arroces, unido a la falta de arroces de tipos distintos del de grano medio/corto en las estanterías de establecimientos pequeños y la falta de atención personalizada en las grandes superficies, hace que se explique el consumo tan marginal que existe de los nuevos tipos de arroces.

3.2. LA DEMANDA DE ARROZ EN LOS HOGARES ANDALUCES: LA FRECUENCIA DE CONSUMO, EL USO Y EL CONOCIMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS DIFERENCIALES DE LOS DISTINTOS TIPOS DE ARROZ POR LAS AMAS DE CASA DE ANDALUCÍA

La información que en este apartado se describe se refiere a la demanda de arroz por el ama de casa, obtenida a través de las entrevistas efectuadas en los puntos de venta. Estos, como se dijo antes, recibieron un tratamiento de selección a través de un sistema de rutas a todo lo largo y ancho de Andalucía. En cada establecimiento se seleccionaron a una serie de amas de casa en función de su tamaño, llegándose a disponer de una muestra total de 151 amas de casa.

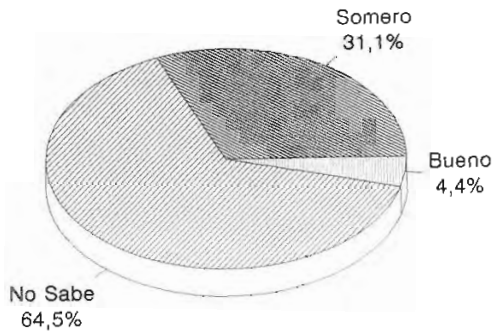
Frecuencia de consumo de arroz en hogares⁷

El arroz es alimento cotidiano en la dieta de los hogares andaluces, siendo su frecuencia de consumo superior a una vez por semana (54,3% más de una vez en semana y 31% una vez por semana).

7. Los consumos per cápita de arroz en Andalucía no merece la pena el exponerlos a través de los resultados de esta encuesta, dado que ofrece un mejor nivel de exactitud los presentados por el M.A.P.A. 1993, que han sido conseguidos a través de la información de compra de alimentos de su Panel de consumidores.

EL CONSUMO DE ARROZ EN ANDALUCÍA

Figura 6. Conocimiento de los tipos de arroz en los puntos de venta.

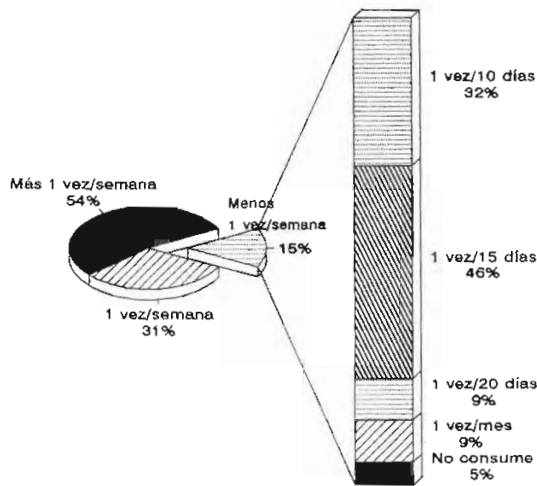


Fuente: Datos propios

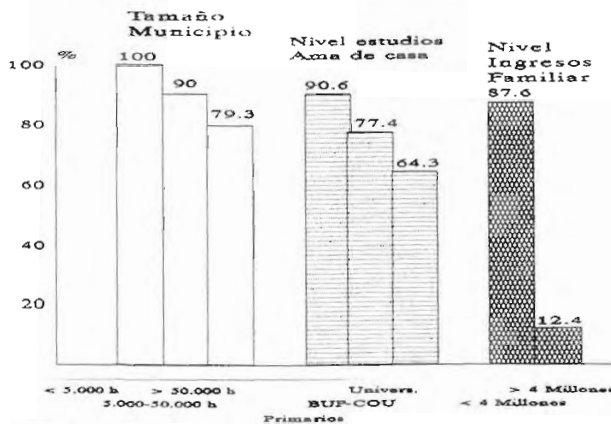
La explicación de esta frecuencia de consumo la obtenemos a través de variables relacionadas con el tamaño de los municipios, y los niveles de formación y renta de los hogares encuestados.

En efecto, el consumo es más frecuente en los municipios de menor tamaño que en los núcleos metropolitanos. Disminuye la frecuencia al aumentar el nivel cultural de las amas de casa, e igualmente ocurre al incrementarse el nivel de renta de los hogares (todas estas relaciones son significativas estadísticamente). En la Fig. 7 se observan porcentajes y las relaciones que se han indicado.

Figura 7. Frecuencia consumo arroz en hogares andaluces.



Frecuencias de consumo ≥ 1 vez/semana según tamaño población y características familiares



Fuente: Datos propios

Uso del arroz en los hogares

El uso de arroz en los hogares andaluces es muy variado. Para una mejor explicación de los usos del arroz se han agrupado los distintos platos en dos grupos: de uso tradicional en la cocina andaluza y de nuevos usos del arroz. En el primero de los grupos se han incluido: las paellas, sopas, otras preparaciones y el uso de arroz en postres (arroz con leche). En el segundo de ellos el arroz preparado en ensaladas y como guarnición en platos de carne o pescado.

Por paellas se entiende a aquellas preparaciones de arroz, fundamentalmente "seco", cuyos ingredientes son muy variados en función de la zona geográfica a la que nos refiramos (marisco, pollo, conejo, cerdo, etc.).

En el apartado de sopas de arroz se incluyen aquellos platos en los que el arroz se encuentra en un medio más líquido, cuyos platos más representativos son: el llamado "puchero" y las sopas propiamente dichas (de picadillo, pescado, etc.).

Otras preparaciones de arroz incluyen aquellos platos en cuya composición habitual no suele entrar el arroz, pero que en algunas ocasiones se complementa con él para incrementar el valor alimenticio o/organoléptico del plato (con garbanzos, lentejas, verduras, etc.). También se incluyen platos como el "arroz a la cubana". Los postres hechos con arroz se refieren siempre al arroz con leche.

La información demandada sobre el uso de los arroces no lleva aparejada una idea exacta de frecuencia de empleo de estos platos y sí de costumbre en el uso de los mismos. El interés mayor de este epígrafe es el de determinar las relaciones de dependencia de los nuevos usos de arroz, a través de los cuales se está incrementado el consumo en los países de la UE, con las características socio-económicas de los hogares encuestados.

En este sentido, se puede decir que el arroz es consumido en forma de paella en el 92,1% de los hogares encuestados; en forma de sopa en el 80,1% de ellos; en otras preparaciones en el 35,1%, en postres en el 63% de los casos y en forma de ensaladas o guarniciones en el 41% de los hogares andaluces (los porcentajes expresados no suman 100% debido a la posibilidad de respuestas múltiples que se ha contemplado en esta pregunta).

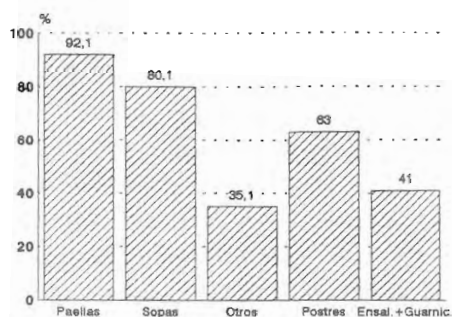
Este porcentaje de uso de arroz en ensaladas y guarniciones es explicado por el nivel de estudios del ama de casa creciendo su consumo del 34% en el caso de los hogares cuyas amas de casa tienen sólo estudios primarios, al 53,33% en aquellos con un nivel de estudios superiores. La relación es significativa estadísticamente (*). (Ver Fig. 8)

La razón fundamental para el uso de arroz es que "gusta mucho en casa" (76,5% de los casos). El resto de las respuestas son muy diversas y muchas de ellas son múltiples. Los aspectos nutritivos (4,7%), de versatilidad y comodidad en las preparaciones (0,7%), etc., solamente son mencionadas en el caso de que estas respuestas les sean sugeridas al ama de casa por el encuestador.

De entre las razones esgrimidas a la hora de escoger el arroz en los puntos de venta es la fidelidad a una marca la más frecuentemente encontrada (64,2% de las respuestas). La aparición de ofertas o el precio de los arroces, que son pocas veces asumidas por las amas de casa como causas de su elección (2% y 8,6% respectivamente), son apuntadas por los vendedores como muy destacables. Algunas amas de casa responden que se fijan en el precio, pero observando que la calidad del grano es adecuada (ausencia de granos partidos, impurezas, etc.).

De acuerdo con el informe Nielsen, 1995, el 50% de las amas de casa españolas compran arroz siguiendo una fidelidad a una marca y el restante 50% en función del precio.

Figura 8. Usos del arroz



USO EN ENSALADA + GUARNICIÓN
(Según el nivel de estudios del Ama de Casa)

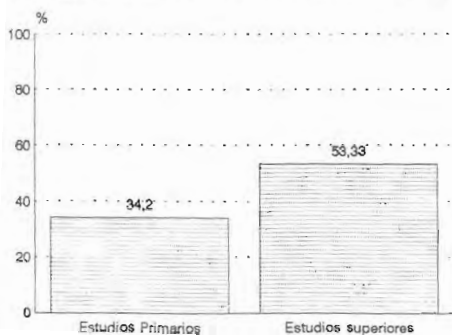
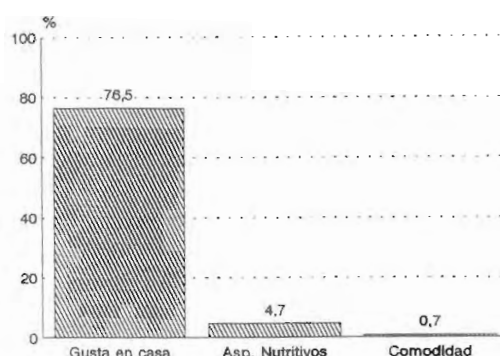
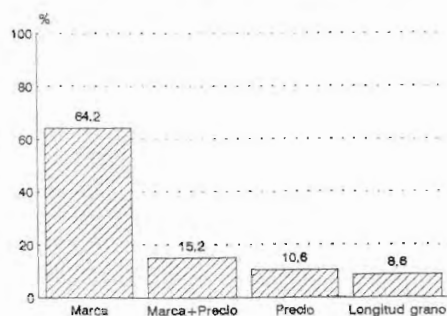


Figura 9. Razones uso del arroz



RAZONES DE ELECCIÓN DEL ARROZ



Fuente: Datos propios

Conocimiento de las características diferenciales de los distintos tipos de arroz⁸

El conocimiento y uso de los distintos tipos de arroces es mostrado en la Tabla 6.

De la observación de la tabla anterior se desprende como aspecto sobresaliente inicial el alto índice de respuestas bajo el epígrafe NS/NC, que existe para todos los arroces, si excluimos el de grano medio/corto (en este caso, la suma de los que no lo conocen y los que responden NS/NC -6,6%-, es una referencia clara de que hay un determinado sector de la población que no conoce siquiera el tipo de arroz que probablemente consume).

Si sumamos las respuestas NO CONO-

CE + NS/NC, para los últimos tipos de arroces (vaporizado, salvaje -este último puede ser el indicador de cualquier otro tipo de reciente aparición en el mercado- y los arroces preparados), llega a sobrepasar a las dos terceras partes de los respondientes, lo que indica un elevado desconocimiento de estos nuevos tipos de arroces.

Si se analizan los porcentajes de los que han probado los distintos arroces, éste es alto respecto al arroz de grano medio/corto (90,7%); aproximadamente un 40% que probaron el de grano largo; una quinta parte de la muestra el vaporizado y porcentajes muy bajos los dos últimos tipos.

Los usos de los distintos tipos de arroz en los distintos platos se muestra en la Tabla 7:

8. Dado el carácter panorámico de este estudio los bajos niveles de respuesta encontrados respecto al conocimiento o no y a si llegaron a probar los tipos de arroces distintos del de grano corto, en la encues-

ta piloto que inicialmente se hizo para contrastar el cuestionario, no se quiso dar mayor complejidad a dicho cuestionario en el sentido de buscar una nueva variable de frecuencia que acompañase al nivel de consumo de los distintos tipos de arroz.

Tabla 6: Conocimiento de los distintos tipos de arroz (%)

TIPO DE GRANO	NO CONOCE	CONOCE	HA PROBADO	NS/NC
Grano medio/corto	1,3	93,3	90,7	5,3
Grano largo	16,6	62,2	39,7	21,2
Vaporizado	30,5	38,2	21,2	31,8
Salvaje	44,4	9,9	2	45,7
Arroces preparados	40,4	18,6	7,3	41,1

Fuente: Datos propios

Tabla 7: El uso de los tipos de arroz en los menús

PLATOS	MEDIO/CORTO	LARGO	VAPOR	VARIOS	NO CONS	NS/NC
Paella (simil.)	68,9	8,6	7,9	2,0	7,9	4,7
Sopas y otros	72,8	4,0	2,0		19,9	1,3
Ensal. guarn.	27,2	5,3	3,3		58,9	5,3
Postres	53,0	2,0	0,7		36,4	7,9

Fuente: Datos propios

Una opinión ampliamente recogida en las encuestas es que en los hogares suele haber un sólo tipo de arroz, frecuentemente de grano medio/corto, que es el que se emplea en todos los tipos de platos, hasta que se sustituye por otro.

Dentro de esta apreciación de carácter general, dentro de los consumidores de cada tipo de plato, en todos los casos el arroz de grano medio/corto es el más usado. La participación de otros tipos de arroces en los distintos platos es:

Paella:	9,8%	utilizan el arroz de grano largo y	9,4% el vaporizado.
Sopas:	5,08%	utilizan el arroz de grano largo y	2,54% el vaporizado.
Ensaladas:	14,8%	utilizan el arroz de grano largo y	9,22% el vaporizado.
Postres:	3,59%	utilizan el arroz de grano largo y	1,26% el vaporizado.

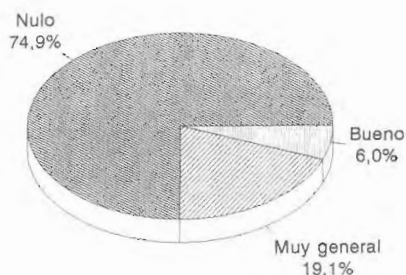
De lo que se desprende el uso de otros arroces distintos del de grano medio/corto en paellas y ensaladas y menos en sopas y postres (en el conjunto de los consumidores de estos platos).

Por último el conocimiento que se tiene de los distintos tipos de arroz es nulo en un 74,9% de las amas de casa, muy general en un 19,1% de los casos y bueno en sólo el 6,0% de las personas encuestadas.⁹

9. Para llegar a este conocimiento se planteó una batería de preguntas sobre conocimiento de los

tipos de arroces, que solamente pudo ser aplicada al 6% de los buenos conocedores, dado el alto nivel de falta de respuestas.

Figura 10. Conocimiento de los distintos tipos de arroz.



Fuente: Datos propios

3.3. EL CONSUMO DE ARROZ EN HOSTELERÍA Y RESTAURACIÓN

El consumo de arroz en hostelería y restauración en 1992 fue de 15.100 tm. (M.A.P.A., 1993) lo que representa aproximadamente el 7% del consumo total de arroz en España. La tendencia de este consumo es estacionaria.

En este apartado se van a presentar los resultados de un sondeo cualitativo que muestra las motivaciones, el conocimiento y los usos de los distintos tipos de arroz presentes en el mercado de una muestra de 25 establecimientos de restauración de Sevilla y provincia; estando incluidas en esta muestra todas las categorías de establecimientos: desde restaurantes de 4 tenedores, hasta bares de tapas y ventas de carretera. El muestreo se ha realizado en cinco zonas distintas de la ciudad.

El arroz se encuentra presente en todos los establecimientos visitados. Constituye pues un producto esencial en restauración. La razón de esta presencia radica en la aceptación del arroz por parte de los clientes debido a su buen gusto su precio asequible y la versatilidad de sus preparaciones.

La frecuencia de uso varía mucho, yendo desde el uso diario en aproximadamente la mitad de los establecimientos

visitados, hasta los casos de los establecimientos que lo preparan solamente por encargo.

La tendencia del consumo de arroz en restauración se ha mantenido estable en los últimos años de acuerdo a las opiniones de la mayoría de los encuestados. Las razones de esta estabilidad se encuentran en una reducción del consumo de arroz, que algunos manifiestan, incluida dentro de la disminución de las ventas generales que han sufrido la mayoría de los establecimientos de restauración en los últimos años que por otro lado se ha visto compensada con el aumento del consumo de arroz en otros como consecuencia de la sustitución de otros alimentos por el arroz, de precio más asequible.

La forma en que los restaurantes y bares se abastecen de arroz es muy variada (dependiendo de su dimensión) y, lógicamente, sigue el mismo canal que el resto de materias primas compradas por estos establecimientos; siendo los mayoristas (Cash & Carry) y los hipermercados los destinos más habituales de sus compras.

En la mayoría de los casos compran siempre la misma marca de arroz (se fijan fundamentalmente en la marca). Sólo algunos manifiestan que el precio es el factor condicionante a la hora de elegir entre las distintas marcas del mercado. Otros factores como las características nutritivas, la longitud de grano, contenido calórico, etc... no han sido tenidos en cuenta en su elección.

El conocimiento y uso que del arroz se hace en restauración depende mucho del tipo y categoría del establecimiento en cuestión. De los establecimientos visitados, prácticamente la totalidad conocen el arroz medio/corto, aproximadamente la mitad conocen el arroz vaporizado y en menor proporción se encuentran los que conocen la existencia del arroz largo.

Al preguntar sobre el conocimiento que de las características diferenciales de los

distintos tipos de arroces a los encargados de elaborar las comidas, hay que destacar que algo más de la mitad no tienen conocimiento alguno de las características distintivas de los diferentes tipos, la tercera parte de los encuestados tienen un conocimiento muy reducido, referido a que el arroz largo se pasa menos que el medio/corto, y son muy pocos a los que puede considerarse que tienen un conocimiento bueno de las características de los diversos tipos. En general se puede decir que los tipos de arroz usados lo son en función a la fidelidad a una marca y a la costumbre.

De los usos que en restauración se hace del arroz, cabe destacar el que se realiza en paellas. Prácticamente la totalidad de los establecimientos elaboran este plato, y manifiestan que en sus distintas modalidades (paellas de carne, pescado...) y tanto en una comida formal como consumido en tapas es una preparación muy aceptada por los clientes. El arroz en guisos, sopas o caldoso, en sus distintos tipos, está presente en más de la mitad de los establecimientos, pero como un plato más de la carta, siendo menor la preferencia que hacia el mismo manifiestan los clientes. Otros usos del arroz, aunque de menor importancia, son como guarnición y en ensalada.

El uso que se hace en restauración de los distintos tipos de arroz depende principalmente del tipo de plato a elaborar y del conocimiento que de las características de los tipos de arroz tienen los cocineros. En paella, el arroz más utilizado es el arroz medio/corto y los que lo usan manifiestan que es el más adecuado ya que el plato resulta con más sabor. El arroz vaporizado lo usan alrededor de la tercera parte de los encuestados y la razón principal para su uso es que no se pasa. El largo se usa en menor número de establecimientos.

En guisos al igual que en postres, también platos tradicionales de nuestra cocina, todos los encuestados coinciden en que el arroz utilizado es el arroz

medio/corto. En cambio en ensaladas y guarnición, platos de menor presencia, se usan en similar proporción los tipos arroz medio/corto, largo y vaporizado.

3.4. EL CONSUMO INSTITUCIONAL DE ARROZ

El consumo institucional de arroz en España es de 9.100 tm. en 1992 (M.A.P.A., 1993) presentando una tendencia ligeramente decreciente en el período 1987-1992. Estas cifras representan aproximadamente el 4% del consumo total de arroz en España.

Dentro de esta parcela cabe mencionar la gran variedad de instituciones existentes según sea su finalidad, que van desde un hospital a un cuartel o un comedor de beneficencia. El sondeo cuyos resultados aquí se presentan ha consistido en la visita a: un hospital, un acuartelamiento militar, un colegio mayor, una residencia de ancianos y un catering.

Dentro de los centros visitados podríamos diferenciar en primer lugar, los de capital público y dentro de estos los que tienen un alto número de comensales, como hospitales y cuarteles. Estos centros se dirigen a colectivos muy distintos (enfermos y soldados) y tienen en común un presupuesto limitado que les condiciona la elección del tipo de arroz al precio al que es ofrecido por un proveedor concreto.

A pesar de lo anterior, el conocimiento de los tipos de arroces y de sus características es bueno. Los responsables de la elaboración de los menús siguen criterios dietéticos, siendo la frecuencia de uso de arroz en los mismos elevada (1-2 veces por semana como plato principal) en preparaciones muy diversas (paella, guisos, ensaladas, y postres).

El colegio mayor al igual que el catering son empresas privadas y su funcionamiento se asemeja más al de un restaurante que al de los casos antes presentados. Eligen el arroz por la marca y tienen un alto grado de conocimiento de

las características y los usos de los distintos tipos de arroz, realizando los menús con criterios dietéticos.

En el caso del catering, al tener que distribuir los alimentos ya cocinados, usa el arroz vaporizado. La frecuencia de uso es alta 2-3 veces en semana como plato principal y los menús se van repitiendo a lo largo del tiempo.

El comedor de beneficencia, finalmente, tiene un presupuesto mucho más reducido y cumple unos objetivos diferentes, intenta que los menús sean variados siguiendo criterios más ajustados a un presupuesto que a normas dietéticas. El conocimiento de los tipos de arroz es bajo debido, en este caso, a la preparación de la persona encargada de la elaboración de los menús y se reduce al grano medio/corto. La frecuencia de uso se mantiene alta 2-3 veces en semana como plato principal.

4. CONCLUSIONES

El arroz es un alimento a la vez energético, base de la alimentación de muchas zonas del mundo y también ofrece grandes posibilidades de diversificación por sus formas de preparación y su uso como guarnición de otros platos. En efecto, su consumo varía entre los más de 150 kg/h en países como Tailandia a consumos inferiores a 6,7 kg/h en los países europeos comunitarios.

El consumo de arroz en Europa puede descomponerse en dos componentes: un consumo tradicional que se encuentra en descenso y un consumo de nuevos tipos de arroz y nuevas formas de preparación que crece.

En España el ratio nuevas formas de preparación/consumo total es pequeño respecto al de otros países comunitarios, siendo la evolución del consumo total de arroz estable en torno a 5,5 kg/h.

Andalucía se encuentra dentro del grupo de Comunidades Autónomas donde el consumo per cápita está próximo a la media nacional, siendo de 5,27 kg/h, representando el 0,5% del valor de la cesta de la compra.

La oferta de distintos tipos de arroz en los puntos de venta andaluces se refiere fundamentalmente a arroces de **grano** medio/corto, presentes en el 98,9% de los establecimientos. El resto de los arroces tienen una presencia por debajo del 50%.

Existe una relación significativa tanto de la presencia/no presencia como del número de marcas distintas que se encuentran, en función de los tamaños de los establecimientos. Estas relaciones muestran una falta de presencia o/y una menor oferta de marcas conforme disminuyen dichos tamaños, lo que representa una imposibilidad para un alto porcentaje de amas de casa de acceder a otros arroces distintos de los de grano medio/corto.

Los formatos ofrecidos son de 1 kg. (85,6% de presencia), de 0,5 kg. (79,9%) y raramente otros tipos de envases. Estos últimos se refieren, o bien a arroces especiales, o a formatos grandes de tipo familiar (de más de 1 kg.).

Se encuentra una relación entre la presencia de los formatos y el tamaño de los establecimientos, siendo de destacar la mayor presencia de formatos de 0,5 kg. en las tiendas de ultramarinos, que atiende los "desavíos" de las amas de casa (destino para el que parece que han quedado abocados este tipo de establecimientos).

La forma de abastecimiento de los establecimientos es fundamentalmente a través de mayoristas (40%) o de Cadenas Comerciales de alimentación (35%), siendo más frecuente la compra directa a envasadores en el caso de las grandes superficies.

El desconocimiento alto de los encargados de la compra de arroz en los puntos

de venta al público de los distintos tipos de arroz existentes en el mercado, unido a muchas veces abastecimiento dirigido ejercido por la Cadenas Comerciales y a las previsibles carencias de una gran variedad de arroces por parte de las empresas mayoristas, son, desde el punto de vista de la oferta, las razones que justifican la gran ausencia de otros arroces distintos de los de grano medio/corto en gran parte de los establecimientos de venta al público de alimentación en Andalucía.

El arroz es consumido en los hogares andaluces muy frecuentemente (más de una vez por semana), teniendo una mayor incidencia en la frecuencia de consumo el tamaño de las poblaciones (más frecuentemente en los núcleos rurales que en los metropolitanos). y decreciendo igualmente al aumentar el nivel de renta de las familias.

Su uso es más frecuente en platos tradicionales (paellas, sopas, postres) y menos en forma de ensaladas o como guarnición, estando, en este último caso relacionado positivamente con el nivel de estudios de las amas de casa.

El ser apreciado por su gusto (que recibe de los alimentos con los que se cocina), es la razón principal que se aduce para su consumo. La fidelidad a una marca y los precios, las motivaciones a la hora de la compra.

Desde la demanda se posee un nivel muy alto de desconocimiento de otros arroces distintos del de grano medio/corto. Este desconocimiento es mucho mayor cuando nos referíamos a los arroces especiales recientemente introducidos en el mercado.

En lo que respecta al consumo de arroz en hostelería y restauración, este alimento ocupa un lugar muy destacado debido a que es muy apreciado por los clientes. La tendencia del consumo a través de esta vía es estable. Respecto al conocimiento de las características de los distintos arroces por los encargados de la preparación de los menús depende mucho de la calidad de los mismos. En

general se puede decir que el uso del arroz en restauración se caracteriza por la fidelidad a una marca y por la costumbre.

El consumo de arroz por instituciones tiene poca importancia cuantitativamente hablando. La gran variedad de tipos de instituciones existentes hace que las calidades y tipos usados sean muy diversos, dependiendo de que sean empresas públicas o privadas y de los presupuestos que en el primero de los casos se dispongan para la confección de los menús.

Como síntesis y corolario que evidencia el modelo de consumo presentado se puede decir que el consumo de arroz en Andalucía está disminuyendo como consecuencia de cambios en los hábitos alimenticios de su población y en los regímenes de vida de trabajo y de renta de las familias. Esta disminución es más fuerte en el consumo tradicional de arroz y no es compensada por los nuevos usos del arroz que están impulsando fuertemente el aumento de consumo en el resto de los países comunitarios.

Esto último se relaciona con una oferta deficiente de estos nuevos tipos de arroz y una demanda escasa de las amas de casa basada en el desconocimiento y en los mayores precios a los que son ofrecidos.

BIBLIOGRAFÍA

CHATAIGNER, J. (1992): Simultaneous growth and diversification of rice consumption in Europe and the USA. Artículo incluido en el libro "Prospect for Rice consumption in Europe".

HOGG, A.; KALAFATIS, S. (1992): Current trends in the United Kingdom for rice. Artículo incluido en el libro "Prospect for Rice consumption in Europe".

TILBURG, J.; RENSELAAR, J. (1992): Developments in rice consumption in the Netherlands.

Artículo incluido en el libro "Prospect for Rice consumption in Europe".

M.A.P.A. (1991 y 1993): La alimentación en España.

UNA APROXIMACIÓN A LA REALIDAD DE LA COOPERACIÓN AGRARIA ESPAÑOLA

DOMINGO, J.
*E.T.S.I. Agrónomos y Montes.
Universidad de Córdoba.*

INTRODUCCIÓN

A nuestro juicio, la cooperativa agraria en España, salvo excepciones, ha sido la "cenicienta" de las demás formas de empresa. Se le han asignado las tareas peor remuneradas, que no las de menos importancia o riesgo, y, como en el cuento, por imposición externa. De esta forma hacen un servicio a otros modos de empresa, sus hermanastras ricas, a un precio inferior al que hubiesen soportado de no existir aquéllas.

Esta situación de eversión, o de destrucción de la idea original, del rol a desempeñar por la sociedad cooperativa, tiene diversos orígenes. Así, en parte emana de sus propios cimientos o principios fundamentales. Como señala AXWORTHY¹ "es evidente por qué los principios hacen difícil la acumulación de capital en las cooperativas, porque se basan en una filosofía anticapitalista".

En parte, también proviene de las interpretaciones que se han hecho de tales principios cooperativos, que han derivado en el nacimiento de marcos legales no siempre de acuerdo con la filosofía cooperativa, y que las han puesto en situación de difícil competitividad. Así, para el caso español, el profesor ROMERO² señala al respecto que "las cooperativas españolas se encuentran en una situación de inferioridad con respecto a las sociedades mercantiles para captar recursos financieros a través de sus socios (...) pues los alicientes financieros

de los socios de suscribir aportaciones a capital social son bastante escasos".

Finalmente, otra parte habría que achacarla a la política empresarial seguida por las propias cooperativas, que en determinados casos puede llegar a ser muy negativa. ROMERO³ indica acerca de esto que "Incluso en algunos casos se calcula el precio o compensación a la materia prima sin tener en cuenta los costes en concepto de depreciación de los inmovilizados materiales. En tales casos, al repartir los retornos se están repartiendo con ellos trozos de la cooperativa. Resulta obvio los nefastos efectos que este tipo de política financiera tiene en la salud económica y en la viabilidad de las cooperativas".

No debemos de olvidar tampoco los problemas derivados del propio sector donde se encuadran las cooperativas agrarias, que vienen a sumarse a los ya apuntados (fuerte endeudamiento, necesidad de capitalización, productos mayoritariamente perecederos, etc.).

1. ALGUNAS CIFRAS

A fin de cuantificar, en primera aproximación, la presencia de las cooperativas españolas en el sector agrario, expone-mos en la Tabla 1 el número de cooperativas agrarias por comunidades autónomas y el número de socios con actividad en ellas.

1. AXWORTHY, C. "Capital accumulation in Co-operatives and Credit Unions", en Murray Fulton and Aina Kagis, *Capital Formation in Co-operatives: Social and Economic Considerations*, Windsor, Canadian Association for Studies in Cooperation, 1988, pág. 16.

2. ROMERO, C. "Formas asociativas agrarias y la agricultura del siglo XXI" *El Boletín-M.A.P.A.* n° 4, Mayo, 1993, pág. 25.

3. *Ibidem.* pág. 26.

UNA APROXIMACIÓN A LA REALIDAD DE LA COOPERACIÓN AGRARIA ESPAÑOLA

Tabla 1: Presencia de las Cooperativas en el Sector Agrario Español

COMUNIDAD AUTÓNOMA	Nº COOP.(1)	Nº SOCIOS(2)	Nº COOP.(3)	Nº SOCIOS(4)
Andalucía	940	303.742	631	230.271
Aragón	233	109.207	185	46.174
Asturias	83	19.041	54	8.085
Baleares	42	11.579	28	7.123
Canarias	88	23.196	55	13.648
Cantabria	29	10.872	20	17.987
Castilla-León	430	129.147	231	38.115
Castilla-La Mancha	425	188.333	379	127.010
Cataluña	447	124.346	321	49.479
Extremadura	335	66.032	318	59.606
Galicia	313	74.408	168	7.896
Madrid	45	8.285	21	10.676
Murcia	33	42.720	28	18.715
Navarra	183	41.758	123	36.285
País Vasco	134	2.546	62	4.455
La Rioja	74	16.887	42	8.568
C. Valenciana	589	363.960	450	142.735
TOTAL	4.422	1.536.057	3.113	826.824

FUENTE: M.A.P.A. 1989 (primera y segunda columnas de datos); CIRIEC-España, 1992

Ofrecemos dos estimaciones diferentes. Las columnas 1 y 2 se han extraído del M.A.P.A.⁴, y las columnas 3 y 4 tienen como fuente el Libro Blanco de la Economía Social en España⁵, para el que se realizó una macroencuesta a cerca de 1.000 cooperativas agrarias de todo el territorio nacional.

Podemos observar la disparidad en los datos que ofrecen ambas fuentes, siendo a nivel global, para el número de cooperativas un 30% inferior a la segunda que la primera, y para el número de socios llega a ser de un 50% inferior respecto a los ofrecidos por el M.A.P.A.

En la Comunidad Autónoma Andaluza tuvimos ocasión de depurar el censo de 1989⁶, obteniendo una cifra cercana a la que ofrece ya el último censo de 1991, y que alcanza una cifra de 760 cooperativas. Es una cifra intermedia a la ofrecida por la dos primeras fuentes consultadas.

A partir de los datos del M.A.P.A., columnas 1 y 2, y de la Renta del Banco de Bilbao, CAPARRÓS Y DOMINGO⁷ han elaborado la Tabla 2, que arroja mayores datos a partir de los cuales podemos visionar mejor la situación de las cooperativas agrarias españolas, por comunidades autónomas.

4. M.A.P.A. *La Agricultura, la Pesca y la Alimentación*, 1989.

5. CIRIEC-España. *Libro Blanco de la Economía Social en España*, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1992, pág. 49.

6. En la realización de una encuesta por correo a todas las cooperativas agrarias andaluzas, eliminan-

do la duplicidad del censo para cooperativas con más de una actividad, así como aquellas que el servicio de Correos devolvía por no existir ya la cooperativa.

7. CAPARRÓS, N.; DOMINGO, J. *Centros de Gestión para Cooperativas Agrarias*. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. En prensa, pág. 31.

En la columna 2 de dicha tabla figuran las cifras correspondientes al ratio número de cooperativas/persona activa agraria, pudiendo considerarse como un indicador de la vocación cooperativista en la comunidad autónoma correspondiente. Así, teóricamente, un valor de 1 significaría que cada persona activa agraria es miembro de una cooperativa. Decimos teóricamente porque, en la práctica, hay personas asociadas a más de una cooperativa, por lo que un ratio de 1 no significa que toda la población activa agraria esté cooperativizada. Llama la atención el valor que alcanza para este ratio la Comunidad Autónoma Valenciana donde se muestra, con mucho, la región con más vocación cooperativista en el sector agrario.

La columna 3 nos informa de manera parcial del nivel de capitalización de las cooperativas. Más concretamente, de la contribución realizada por los socios hacia su cooperativa de manera directa. La actividad de cada cooperativa condiciona fuertemente el valor de esta cifra. Así, las

Comunidades de Murcia y Castilla-La Mancha, que sobresalen por encima de las demás, tienen una presencia mayoritaria de cooperativas con necesidades de inversión importantes, como son las de transformación de productos hortofrutícolas y las bodegas de vino.

La columna 5 nos informa de un aspecto que sobrepasa el ámbito cooperativo. Indica, de manera relativa, el nivel agroalimentario del entorno inmediato en que se sitúan las cooperativas agrarias. Así, un valor de ratio 1 señalaría que la producción agroalimentaria (transformados) de la zona alcanza el valor de la producción agraria (sin transformar) de dicha zona. El valor del ratio para el territorio español alcanza 0,67, lo que sitúa a comunidades como la madrileña, vasca y catalana a la cabeza en nivel de transformación de productos agrarios, y a la extremeña, castellano-manchega, aragonesa y andaluza como deficitarias en plantas de transformación, en relación a su producción agraria.

Tabla 2: Situación de las Cooperativas Agrarias Españolas por Comunidades Autónomas

Comunidad Autónoma	Pobl. Activa agraria	Coop. visit. por persona activa	Capital Social por Coop. (3)	Socios por Coop.	P. Al/P. Ag. (5)	Nº Secc. de crédito	% Coop. Secc. Crédito
Andalucía	320.360	0,95	12,8	323	0,40	150,00	16,00
Aragón	73.260	1,49	11,9	469	0,35	-	-
Asturias	81.850	0,23	2,4	229	0,83	-	-
Baleares	23.900	0,48	11,4	276	1,22	-	-
Canarias	58.130	0,48	15,4	264	1,17	-	-
Cantabria	39.830	0,27	2,7	375	0,90	-	-
Castilla-León	211.040	0,61	12,3	300	0,41	10,00	2,30
Cast.-Mancha	132.970	1,42	24,6	443	0,24	17,00	4,00
Cataluña	119.210	1,04	12,1	278	1,87	140,00	31,30
Extremadura	92.180	0,72	11,9	197	0,26	5,00	1,50
Galicia	475.340	0,16	12,3	238	0,46	3,00	1,00
Madrid	22.250	0,37	9,8	184	7,22	-	-
Murcia	55.050	0,78	32,7	1294	0,51	-	-
Navarra	23.580	1,77	8,1	228	0,99	2,00	1,10
P.Vasco	38.230	0,07	11,5	19	2,31	-	-
La Rioja	13.450	1,25	10,4	228	0,75	1,00	1,40
C.Valenciana	150.030	2,43	10,6	618	0,82	143,00	24,30
Total/media	1.930.660	0,80	13,0	347	0,67	471,00	10,60

UNA APROXIMACIÓN A LA REALIDAD DE LA COOPERACIÓN AGRARIA ESPAÑOLA

En definitiva, el ratio de la columna 5 nos informa de la tradición agroindustrial de la región, que tiene efectos sobre la realidad cooperativa, ya que por mimetismo del entorno, y de economías de escala, las cooperativas de la región se verán influidas, positiva o negativamente a traspasar la barrera de la mera intermediación y pueden verse, o no, empujadas a abordar fases productivas que requieran una mayor manipulación y/o transformación, envasado etc. del producto final.

Finalmente, las columnas 6 y 7 informan de la implantación de Secciones de Crédito en las cooperativas agrarias españolas. Las Secciones de Crédito constituyen, a plena actividad, uno de los principales motores de la moderna cooperación agraria. Tres regiones se reparten, casi en exclusividad, esta importante herramienta financiera: Andalucía, Cataluña y Valencia.

2. PRESENCIA EN EL SECTOR

La presencia de las cooperativas en el sector agrario español es, en nuestra opi-

nión, aparentemente importante; ya que si bien es cierto que están presentes en prácticamente todos los subsectores agrarios, y en algunos en una proporción sustancial, el peso relativo que tienen respecto a otras formas jurídicas de empresa es todavía escaso y, en algún subsector ínfimo.

En una primera aproximación, podemos comprobar dicha presencia, comparando la situación con la del resto de los países de la C.E.E. en la Tabla 3.

Podemos observar cómo, a nivel comunitario, la presencia de las cooperativas agrarias españolas en los subsectores que figuran en dicha tabla es realmente escasa (ocupando en alguno el último lugar), salvo en huevos y frutas, donde se tiene una presencia discreta en relación a la que tienen en otros países comunitarios.

Esta realidad se constata de manera más rotunda si comparamos el volumen de negocio que tienen nuestras cooperativas agrarias respecto a las de la C.E.E. (Tabla 4).

Tabla 4: Volumen de Negocio de las Cooperativas Agrarias

	Volumen de negocio por socio (miles ecu)	Volumen de negocio por cooperativa (mill. ecu)
Bélgica (1987)	14,5	4,6
Dinamarca (1988)	53,9	59,2
España (1987)	2,8	0,9
Francia (1988)	53,7	11,5
Grecia (1987)	0,3	0,04
Irlanda (1987)	24,9	34,6
Italia (1989)	16,3	2,0
Luxemburgo (1989)	28,8	0,4
Holanda (1988)	33,5	10,8
Portugal (1989)	1,9	2,5
Alemania (1987)	8,7	5,8
Reino Unido (1988)	8,1	5,4
C.E.E. (Media)	20,6	11,5

FUENTE: Elaboración propia a partir de CIRIEC, 1992

En dicha tabla podemos comprobar que ocupamos el décimo lugar en ambas columnas; siendo que el socio medio de una cooperativa agraria española obtiene un volumen de negocio de sólo el 13,6%

respecto del socio medio comunitario; o que la cooperativa agraria española genera, por término medio, sólo el 7,8% del volumen de negocio que genera una cooperativa agraria comunitaria.

Tabla 3. % de Producción Agraria vendida por las Cooperativas (1987)

	Bélgica	Dinam.	Alem.	Grecia	España	Francia	Irlanda	Italia	Luxem.	Holanda	Portugal	Reino U.
Carne porcino	15	98	-	2	2	78	29	15	25	26	-	22
Carne bovino	-	44	-	5	5	30	3	6	25	16	-	5
Aves de corral	-	0	-	20	4	40	11	-	-	27	-	-
Huevos	-	60	-	2	18	25	2,5	5	-	20	-	25
Leche	65	91	-	26	10	50	97	32	85	85	-	1
Remolacha Az.	-	17	-	-	14	16	-	-	-	63	-	-
Cereales	15-20	47	50	47	10	75	28	35	79	55-60	-	19
Frutas	60-65	90	-	45	26	45	-	31	10	75-80	-	35
Hortalizas	65-70	90	-	14	12	35	2	10	-	75-80	-	30

FUENTE: CIRIEC, 1992

3. LA GESTIÓN

Existen pocos datos, a nivel nacional, acerca de la gestión de las cooperativas agrarias. Sin embargo, la cualificación

profesional de los gerentes-directores de estas cooperativas podemos conocerla a través de la macroencuesta del CIRIEC-España, realizada para la elaboración del Libro Blanco de la Economía Social, y que podemos sintetizar en la Tabla 5.

Tabla 5. Nivel Profesional de los Directores de Cooperativas Agrarias (nivel nacional)

	% de Cooperativas
Gerentes sin estudios	7,8
Gerentes con estudios primarios	10,5
Gerentes con estudios de bachiller	13,7
Gerentes con titulación universitaria	12,9
No cuenta con Gerente	55,1

FUENTE: Elaboración propia, a partir de CIRIEC, 1992.

Puede comprobarse de dicha tabla cómo un 63% de las cooperativas agrarias españolas no cuentan con gerente o disponen de una persona sin estudios para dicha tarea.

A nivel de la Comunidad Autónoma Andaluza existe un estudio detallado sobre la gestión en las cooperativas agrarias⁸ que arroja datos similares sobre el nivel de formación en la gerencia de las cooperativas agrarias andaluzas (C.A.A.), donde se afirma que un 64% de estas cooperativas no cuentan con personal alguno o sólo disponen de un administrativo poco cualificado para las tareas gerenciales.

En dicho estudio se concluye que sólo un 5% de las C.A.A. tienen un potencial humano que pueda considerarse como suficiente. Por otra parte, los niveles de formación más elevados corresponden a cooperativas con un número importante de socios. Sin embargo, hay ejemplos de cooperativas con gran número de socios

que cuentan con un potencial humano calificable como muy insuficiente. Así, hay ejemplos de algunas con más de 1.000 socios que cuentan con una sola persona, con formación administrativa, al frente de la gestión de la cooperativa, o de cooperativas entre 501 y 1.000 socios que no cuentan con personal contratado alguno para las tareas de gerencia.

El 74% de las cooperativas que fabrican aceite de oliva, que suelen tener un número importante de socios, no tienen personal contratado o sólo disponen de un administrativo.

Por provincias, los extremos se sitúan en Almería, que es la mejor dotada en personal contratado, constituyendo Jaén y Sevilla el extremo inferior con la peor dotación de medios humanos (cooperativas olivareras y de trabajo asociado respectivamente).

Se observa un cierto grado de complementariedad entre personal contratado y

8. DOMINGO, J. *Estudio sobre las necesidades en medios de gestión de las cooperativas agrarias*

andaluzas: situación actual y propuestas de mejora. Junta de Andalucía, 1991, 217 págs.

número de socios que se dedican a tareas administrativas, por lo que puede ocurrir que las cooperativas que contratan personal ajeno son aquellas que no cuentan con cualificación adecuada entre sus socios para realizar dichas tareas. Es decir, en primer lugar se trataría de resolver el problema vía utilización de socios y, si no es suficiente, se complementa con personal contratado.

Es grave, sin embargo, que más del 10% de las C.A.A. no tengan personas contratadas, y ningún socio se dedique a estas tareas administrativas. Se observa que el nivel del socio dedicado a tareas administrativas es inferior al del personal contratado para los mismos menesteres. Entre los socios, el nivel más frecuente es el correspondiente al de personas sin formación específica.

En casi el 60% de las cooperativas agrarias no hay ningún socio dedicado a tareas administrativas. El máximo número de socios detectados en una cooperativa es de 3, lo que ocurre solamente en el 4% de las cooperativas. En aquellas cooperativas donde hay socios dedicados a tareas administrativas, sólo un 37% de éstos perciben una remuneración por su labor, en tanto que un 62% de los socios que trabajan en tareas administrativas ocupan un puesto en el Consejo Rector de la cooperativa. Asimismo, del total de socios remunerados, un 37% pertenecen al Consejo Rector. Por lo que se puede decir que, en general, los socios que perteneciendo al Consejo Rector, se dedican a tareas administrativas, lo hacen de forma desinteresada, en razón de la responsabilidad asumida por el cargo que ocupan en la cooperativa y, por supuesto, con una fuerte carga de servicio a los demás socios, ya que constituyen minoría los socios remunerados que pertenecen al Consejo Rector.

Un complemento importante a la falta de medios humanos, detectado en las cooperativas agrarias, puede constituirlo los encargos de tareas administrativas a cooperativas de segundo grado o a gabi-

netes privados de gestión. A este respecto podemos decir que ninguna cooperativa confía toda su administración a una cooperativa de segundo grado. Solamente 3 de ellas, lo que supone un 2,5% del colectivo, confían parte de su administración a una cooperativa de segundo grado. Posteriormente veremos cómo esto no es sólo consecuencia del bajo nivel de integración entre las cooperativas agrarias, sino de que el grado de integración alcanzado se limita a actividades muy concretas, entre las que no se encuentra una administración común.

El 70% de las cooperativas agrarias, encarga alguna parte de su actividad administrativa a un gabinete privado. El 5% de las cooperativas les confían toda su administración. Hay que señalar, como dato importante, que un 70% de las cooperativas que actualmente no contratan ningún tipo de actividad administrativa con gabinetes privados, estarían dispuestas a integrarse en un futuro Centro de Gestión de Cooperativas que promoviese la Administración. Asimismo, estarían dispuestas a asociarse al futuro Centro el 67% de las que actualmente confían toda su administración a un gabinete privado.

En general, ha podido constatarse que las cooperativas disponen de superficie adecuada destinada al desempeño de la actividad administrativa. Sin embargo, el 15% de las cooperativas agrarias, no disponen de local alguno destinado a oficinas: de éstas, el 90% son cooperativas de trabajo asociado o de explotación comunitaria de la tierra. Es decir, cooperativas en las que las labores administrativas se trasladan generalmente al hogar familiar, como sucede en las explotaciones agrarias tradicionales. En cuanto a las superficies de las oficinas, el 75% de las cooperativas destinan a este fin una superficie igual o inferior a 50 metros cuadrados. Por lo que se refiere a locales destinados a celebraciones de Asambleas o reuniones del Consejo Rector, constituyen un espacio considerado por las cooperativas como poco productivo, ya que el 52% de ellas, no disponen de ninguno para tal fin.

La informatización de las cooperativas agrarias es una realidad constatada para el 50% del colectivo. Dicho porcentaje baja considerablemente en la provincia de Cádiz hasta el nivel del 20%. La mecanización no informática, en general, está en niveles de mínimos. Lo "normal" en las cooperativas agrarias, es disponer, como mucho, de una máquina de escribir; cosa que sucede en el 70% de las cooperativas. El 17% sobre el total, no dispone de ningún elemento mecanizado para ayudar a la labor administrativa. Por el contrario, casi un 20% disponen de medios modernos de ayuda a la gestión.

Casi un 60% de las entrevistadas desarrollan actividades administrativas, dirigidas a controlar la empresa, que pueden considerarse como de adecuadas e indispensables para la gestión empresarial. Resulta insignificante, 5%, el porcentaje de cooperativas que no realizan, al menos, alguna de las actividades administrativas relacionadas en el cuestionario; perteneciendo todas ellas al colectivo de trabajo asociado.

Idéntica significación, 5%, alcanzan las cooperativas que realizan todas las actividades descritas, y que las sitúan en un nivel de actividades de gestión muy por encima de las demás. Estas se encuentran, fundamentalmente, en la provincia de Almería, y pertenecen al sector de comercialización de productos hortofrutícolas, con niveles elevados, asimismo, de mecanización administrativa.

Resulta francamente deficiente la difusión que, entre los socios, hace la cooperativa de la información obtenida como resultado de su actividad administrativa. En general, puede afirmarse, que se está privando al socio de ejercer su derecho como empresario de sus cooperativas.

El control de calidad a los productos entregados por los socios es realizado por un 85% de las cooperativas agrarias. Los únicos problemas confesados, por la realización de dichos controles, ocurren en las cooperativas donde se realizan desde

hace poco tiempo, pero progresivamente se van limando las asperezas iniciales, fundamentalmente debidas a desconfianza entre los socios. Otros conflictos confesados tienen como origen, exclusivamente, la fuerte demanda existente en la zona para entrar a formar parte, como socio, de la cooperativa. Esto ocurre en la provincia de Jaén, con un número considerable de cooperativas fabricantes de aceite de oliva.

Se ha detectado una falta de conocimiento, en un número relativamente importante de entrevistas, a cerca de la figura de los censores de cuentas. Este cargo es renovado mayoritariamente cada 4 años, aunque un 8% de cooperativas no lo renueva jamás. Por otra parte, la formación media de los censores de cuentas, actualmente elegidos, por las cooperativas agrarias, no pasa del nivel 0 en el 65% de la población. Esto es, sin la adecuada formación que les permita enjuiciar los balances que serán objeto de aprobación por la Asamblea, previo visto bueno dado por ellos.

La utilización de la fórmula "Auditoría Externa", como medio de control social de la empresa, queda todavía muy lejos para el 82% de las cooperativas agrarias. De entre las que alguna vez las han realizado, en el 90% de las ocasiones ha sido a petición del propio gestor. Por tanto, resulta mínima la acción social en esta figura de control a la cooperativa. La realización de auditorías se concreta, básicamente, en cooperativas con más de 100 socios y, especialmente, en el sector de comercialización de productos agrarios, donde es prácticamente habitual para algunas cooperativas.

Por lo que se refiere a la solicitud de información por parte del socio, de forma directa a la cooperativa, en más del 60% de las cooperativas agrarias dicha solicitud no existe en ningún caso o, como mucho, uno de cada diez socios acude a pedirla.

En general, podemos concluir que existe una carencia importante de control

social hacia los gestores de las cooperativas.

Las relaciones habidas entre cooperativas y Administración, tienen un balance global que puede calificarse como de muy positivo. Así, el porcentaje de cooperativas que manifiestan estar satisfechas, a niveles normales o altos, supone un 80% del total de las que han tenido contactos con la Administración.

Las cooperativas vitivinícolas, así como las fabricantes de aceite de oliva figuran entre las más satisfechas de dichas relaciones. Por provincias, esto ocurre para las de Cádiz, Granada y Jaén. No se observa ningún rechazo hacia la integración en un futuro Centro de Gestión de las cooperativas que se consideran peor tratadas por la Administración.

Más de la mitad de las cooperativas agrarias andaluzas han participado, a través de alguno de sus miembros, en actividades específicas, organizadas por la Administración, dirigidas a las cooperativas. El nivel de aprovechamiento de las mismas ha sido bastante elevado. Así, un 85% de las cooperativas participantes en dichas actividades reconoce un nivel medio o alto de aprovechamiento. No llega al 2% el número de cooperativas que considera un aprovechamiento nulo. No obstante, en ningún momento la experiencia negativa de actividades pasadas parece que influya en la demanda futura de nuevas actividades.

El 28% de las cooperativas manifiestan no tener intención de participar en las actividades formativas que puede organizar la Administración. La razón, mayoritariamente esgrimida por estas cooperativas, es la desidia de los socios a asistir a estos actos. Dentro de las actividades más demandadas por las cooperativas se encuentran los cursos de administración y gerencia de cooperativas. Por sectores, son las de Aderezo de Aceituna, Producción, Servicios y Comercialización y Trabajo Asociado, las que manifiestan una

aceptación prácticamente total a la realización de actividades formativas.

Los plazos de duración más deseados oscilan entre los quince días y un mes, siendo la distancia tope a la que se desplazarían, para la mayoría de las cooperativas, alrededor de los 25 kilómetros. La asistencia comúnmente manifestada está en los grupos inferiores a 10 personas.

Entre las necesidades que tienen carácter de urgencia, el 56% de las cooperativas mencionan la mejora y/o ampliación de las instalaciones. Frente a esta necesidad, apenas ven otra medida correctora que no sea el apoyo financiero de la Administración (96% de las cooperativas).

El 28% de las cooperativas analizadas están integradas en cooperativas de segundo grado. Sin embargo, dicho nivel de integración afecta solamente a una pequeña parte de la producción de las cooperativas asociadas. Entre las cooperativas actualmente no integradas, la mayoría manifiesta una disposición abierta a la integración. De este deseo participan mayoritariamente, sobre todo, las cooperativas de trabajo asociado, comercialización de productos, las de fabricación de aceite de oliva, y las de fabricación de vino. Por provincias, se manifiesta especialmente, en las de Córdoba y Sevilla.

El nivel de difusión de las medidas de apoyo, puestas en marcha por la Administración Autonómica, para la creación de las cooperativas de segundo grado y para la contratación de gerentes en cooperativas, ha sido distinto para cada caso. En el primero de ellos, estas medidas eran conocidas por el 35% de las cooperativas, en tanto que el segundo tipo de medidas era conocido por el 56%. Sin embargo, mientras que la actitud negativa a integrarse después de conocer las medidas persiste en el primer caso para el 18% de las cooperativas, un 50% de las cooperativas se niega a contratar un gerente aprovechando las ventajas ofrecidas al efecto. La idea de contratación de un gerente se

manifiesta atractiva, especialmente, entre las de nueva creación o aún por comenzar a funcionar.

Se detecta una alta concentración de riesgo en las ventas de productos. Así, un 42% de las cooperativas agrarias venden todo el producto a un sólo cliente, siendo el 82% las cooperativas que, como máximo, venden su producto a tres clientes. El 60% de las cooperativas venden su producto final hacia sociedades anónimas, en las que abundan sociedades con mayoría de capital extranjero. Por el contrario, sólo el 10% de las cooperativas agrarias venden un mínimo del 50% de su producto final a otras cooperativas.

Por lo que se refiere al destino geográfico, podemos sintetizar el análisis diciendo que es equivalente al siguiente resultado agregado:

- El 47,5% de las cooperativas agrarias destinan toda su producción al ámbito provincial.
- El 16,5% lo destina no más allá del ámbito andaluz.

- El 17% destina todo su producto a la exportación.

Insistimos en que se trata de una equivalencia, ya que, prácticamente todas las cooperativas destinan porcentajes de producción variables a cada una de las cuatro zonas señaladas. Las cooperativas de comercialización de productos, en especial las almerienses, son las que tienen una mayor vocación exportadora.

Es claro el deseo por mejorar el aspecto de la comercialización en las cooperativas agrarias, siendo más acusado el interés por ofertar nuevos productos que por mejorar los actuales. Vuelve a aparecer, como condición a la posibilidad de mejora de la comercialización, la necesidad de recibir ayuda financiera por parte de la Administración.

El análisis a la gestión de las C.A.A. puede sintetizarse en las tablas 6 y 7, donde se esquematizan los medios de gestión y el nivel de actividad alcanzado (Tabla 6), así como la calificación relativa a dichos niveles por subsectores de cooperativas (Tabla 7).

Tabla 6. Esquema de medios de gestión en las C.A.A.

SUBSECTORES	MEDIOS HUMANOS	INFORMATIZACIÓN	MEDIOS MECÁNICOS NO INFORMÁTICOS	INTEGRACIÓN COOPERATIVA	COMERCIALIZACIÓN	OTRAS VARIABLES SIGNIFICATIVAS
I. FABRICACIÓN DE ACEITE DE OLIVA	Escasos 36% 0 contrato 85% 0-1 id. Contrato máximo: 3	Medio Informatizadas al 50%	Escasos Nada 10% Máq. escribir 62% Fotocopiadora 28% Télex y/o Fax 0%	Mediana Actualmente: 36% (aunque parcialmente) Techo actual= 70%	Mala Alto riesgo Poca penetración (75% en la región)	Media de socios= 433 El 83% consigue el número mínimo de administrativos Escaso interés social por la gestión
II. ADEREZO DE ACEITUNAS	Escasos 20% 0 contratos 80% 1 contrato	Buena Informatizadas al 80%	Medios Máq. escribir 80% Fotocopiadora 20%	Buena Actualmente: 40% Techo actual= 80%	Mediana Alto riesgo 100% Buena penetración (62% mercado nacional y extranjero)	Media de socios= 121 El 80% está en el mínimo administrativo Alto interés social por la gestión Muchos y poco fructíferos contratos con Admón. Fuerte demanda de actividades
III. VITIVINICOLAS	Escasos 25% 0 contratos 50% 1 contrato 25% 2 contratos	Medio Informatizadas al 50%	Medios Máq. escribir 75% Fotocopiadora 25%	Nula Actualmente: 0% Techo actual= 50%	Mala Poca penetración (62% ámbito provincial y 0% exterior y regional)	El 100% está en el mínimo administrativo Nulo interés social Fructíferos todos los contratos con la Admón
IV. LÁCTEAS	Abundantes 100% de 20 contratos	Muy buena Informatizadas al 100%	Muy buenos 100% nivel de Télex y Fax	Nula Actualmente: 0% Techo actual= 100%	Mediana Ámbito fundamentalmente provincial (60%). Sin riesgo	Media de socios mayor de 1.000 Alto interés social por la gestión
V. HORTOFRUTÍCOLAS	Buenos 35% 0 contratos 12% 1 contrato 53% 2 o más contratos (1/3 con más de 10 contratos)	Buena Informatizadas al 60%	Buenos Télex y Fax 47% Máq. escribir 35% Nada 18%	Baja Actualmente: 27% Techo actual= 64%	Buena Sin riesgo 76% Riesgo externo 24% Buena penetración (42% exterior)	Media de socios= 147 Nivel administrativo: 41% mínimos Coexisten "grandes y pequeñas" empresas Interés por la gestión
VI. SERVICIOS	Medianos 25% 0 contratos 37% 1 contrato 38% 2 o más contratos	Escasa Informatizadas al 30%	Escasos Máq. escribir 70% Nada 30%	Baja Actualmente: 25% Techo actual= 38%	-	Media de socios= 253 43% en mínimos y 57% por debajo
VII. MIXTAS DE SERVIC., PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	Muy escasos 81% 0 contratos	Muy escasa Informatizadas al 14%	Muy escasos Télex y/o Fax 10% Máq. escribir 19% Nada 71%	Baja Actualmente: 21% Techo actual= 85%	Mala Poca penetración (Provincia 70%)	Media de socios= 13 71% por debajo de mínimos Frecuentes contratos y alta demandas de actividades con la Admón.
VIII. TRABAJO ASOCIADO	Muy escasos 81% 0 contratos	Muy escasa Informatizadas al 14%	Muy escasos Télex y/o Fax 10% Máq. escribir 19% Nada 71%	Baja Actualmente: 21% Techo actual= 85%	Mala Poca penetración (Provincia 70%)	Media de socios= 13 71% por debajo de mínimos Frecuentes contratos y alta demandas de actividades con la Admón.

Fuente: DOMINGO, J. "Estudio de las necesidades..." pág. 171.

UNA APROXIMACIÓN A LA REALIDAD DE LA COOPERACIÓN AGRARIA ESPAÑOLA

Tabla 7. Calificación del nivel de gestión cooperativo por subsectores agrarios.

I BUENA GESTIÓN (en general)	(1) Mixtas de Servicios, Producción y Comercialización (2) Hortofrutícolas (3) Lácteas
II MEDIANA GESTIÓN (en general)	(4) Aderezo de aceitunas
III. MALA GESTIÓN (en general)	(5) Fabricación de aceite de oliva (6) Vitivinícolas
IV. MUY MALA GESTIÓN (en general)	(7) Servicios (8) Trabajo asociado y Explotación Comunitaria de la Tierra

Fuente: DOMINGO, J. "Estudio de las necesidades..." pág. 171.

Tabla 8: Cooperativas Agrarias Españolas

Actividad	% de cooperativas que exportan	Grado concentración oferta (%)
Hortofrutícolas:		
- Frutas	44.1	22
- Hortalizas	20.5	10
- Cítricos	84.0(*)	25
Lácteas	0	10-15
Aceitunas de Mesa	(-)	35
Fabr. Aceite Oliva	5.5	80
Vitivinícolas	6.5	60

(-) sin datos

(*) valor estimado

FUENTE: Elaboración Propia, a partir de Julia y Server. "La práctica de los Principios Cooperativos. Una referencia a las Cooperativas Agrarias Españolas", CIRIEC-España nº 10 Mayo 91 y CIRIEC- España, Libro Blanco... pág 187.

Es de destacar el grupo calificado como de "mala gestión", formados por las cooperativas vitivinícolas y las de fabricación de aceite de oliva, ya que ambas actividades constituyen el grupo más numeroso, tanto a nivel andaluz como nacional, de las cooperativas agrarias, con un peso superior al 50% respecto al total. La tabla 8 ilustra cómo pese a ser los que concentran mayor porcentaje de producto, están a la cola en niveles de exportación, lo que, al tiempo, confirma que la calificación otorgada puede extenderse al entorno nacional.

La calificación realizada a las C.A.A. hay que entenderla de manera relativa respecto al total del colectivo, y a modo de generalización del grupo. Así, no todas las cooperativas hortofrutícolas son merecedoras del calificativo "Buena Gestión", y dicho calificativo se ha obtenido por comparación con la gestión realizada por otros subsectores de cooperativas agrarias. La comparación con otras empresas no cooperativas probablemente no hubiera arrojado el mismo resultado.

La precariedad en el nivel de formación de los gestores de las cooperativas agrarias españolas, amén de otras razones, está frenando el imprescindible desarrollo de estas empresas.

El grado de desarrollo de una empresa puede medirse también por el nivel tecnológico alcanzado por ésta en sus procesos de fabricación. Por otra parte, hay una relación estrecha entre utilización de tecnología y valor añadido. Así, en el extremo superior tendríamos productos informáticos o farmacéuticos, donde el valor de la materia prima empleada es muy inferior al precio de venta final del producto.

Podemos considerar, por tanto, el valor añadido como un indicador del nivel de desarrollo alcanzado por una empresa. El valor añadido para las cooperativas agrarias españolas en 1988, expresado como porcentaje sobre las ventas habidas en ese año, fue de sólo el 6,39%. Por compararlas con empresas de la misma forma jurídica, las cooperativas de trabajo asociado españolas tuvieron ese año un valor añadido del 42,35%⁹.

Se puede deducir de estos datos, por una parte, el escaso desarrollo de las cooperativas agrarias españolas, en concordancia con el análisis de gestión comentado anteriormente y, por otra, la dificultad de ahorro que tienen las cooperativas agrarias con semejante nivel de V.A. Cabe decir, sin embargo, que la cooperativa agraria es la que determina, en muchos casos, el valor de la materia prima, con independencia del precio de

mercado. Es decir, transfiere vía precios al socio parte de la ganancia que debiera quedar en la cooperativa. No obstante, dado el bajo nivel de V.A., aún operando a precios de mercado, todavía seguiría situando dicho indicador muy por debajo del resto de empresas. Las cooperativas agrarias están suministrando a precios muy ventajosos el producto a otras empresas más avanzadas en la cadena de transformación y/o comercialización.

La utilización, de manera totalmente maleable, de los precios de las materias primas aportadas por los socios, no tiene como fin exclusivo el reparto de la ganancia, vía precios, a los socios de la cooperativa. Aunque esto es lo más usual, se utiliza también para dar una apariencia de estabilidad empresarial, vía balance y cuenta de resultados, por lo que los precios pagados también se emplean para encubrir pérdidas reales. Veamos a continuación, a partir de un caso real, la materialización contable de esta política de empresa¹⁰.

Se trata de una cooperativa agraria andaluza que comercializa algodón, girasol y cártamo, siendo los precios de mercado para estos productos, en la serie de años analizada, los que figuran en la Tabla 9.

Los precios pagados por la cooperativa a sus socios en el mismo período de tiempo fueron los que figuran en la Tabla 10.

Las entregas realizadas por los socios a la cooperativa figuran en la Tabla 11.

9. CIRIEC-España. *Libro Blanco...* (obra citada), pág. 38.

10. El caso figura ampliamente analizado en DOMINGO, J.; FERNÁNDEZ, E., *Autofinanciación y Desarrollo en las Cooperativas Agrarias Andaluzas. Análisis de Casos*. Junta de Andalucía. En prensa.

UNA APROXIMACIÓN A LA REALIDAD DE LA COOPERACIÓN AGRARIA ESPAÑOLA

Tabla 9: Precios de Mercado (pta./kg.)

AÑO	ALGODÓN	GIRASOL	CÁRTAMO
1975-76	33.82	17.50	14.29
1977-78	54.00	24.76	17.00
1978-79	59.91	25.79	21.84
1979-80	70.00	27.57	25.26
1980-81	76.00	31.01	28.05
1981-82	83.00	41.50	32.92
1982-83	89.29	38.63	-
1983-84	103.55	46.17	-

FUENTE: DOMINGO, J.; FERNÁNDEZ, E., *Autofinanciación y Desarrollo...*

Tabla 10: Precios pagados por la Cooperativa (pta./kg.)

AÑO	ALGODÓN	GIRASOL	CÁRTAMO
1975-76	53.40	18.20	16.20
1977-78	52.30	26.28	24.25
1978-79	58.91	26.20	24.20
1979-80	60.20	28.70	26.45
1980-81	65.20	31.20	28.70
1981-82	83.05	40.20	38.20
1982-83	89.37	42.00	38.50
1983-84	107.00	46.61	42.25

FUENTE: DOMINGO, J.; FERNÁNDEZ, E., *Autofinanciación y Desarrollo...*

Tabla 11: Kg. recibidos en la Cooperativa (pta./kg.)

AÑO	ALGODÓN	GIRASOL	CÁRTAMO
1975-76	15.580.794	12.707.862	2.910.579
1977-78	18.455.245	13.475.860	1.642.980
1978-79	15.750.334	25.400.027	2.111.071
1979-80	20.664.170	27.154.150	1.285.390
1980-81	27.719.428	27.631.037	2.190.436
1981-82	35.044.811	3.389.699	210.408
1982-83	20.924.390	12.826.725	860.112
1983-84	13.977.609	14.918.178	890.879

FUENTE: DOMINGO, J.; FERNÁNDEZ, E., *Autofinanciación y Desarrollo...*

Llamaremos "ganancia declarada" a la obtenida por la cooperativa a partir de los precios pagados a sus socios, y "ganancia real" a la que hubiera obtenido de haber

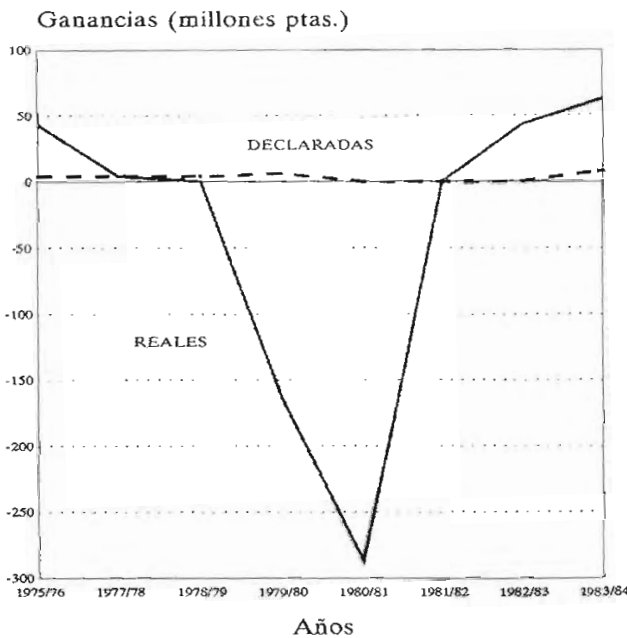
liquidado con sus socios a precio de mercado. Ambas figuran en la Tabla 12, y en el Gráfico 1.

Tabla 12: Ganancias declarada y real

AÑOS	GANANCIA DECLARADA	GANANCIA REAL
1975-76	3.545.472	42.617.836
1977-78	3.417.662	4.438.658
1978-79	3.759.103	3.404.908
1979-80	5.074.095	-165.220.968
1980-81	624.538	-292.071.604
1981-82	1.667.161	123.747
1982-83	676.474	45.583.228
1983-84	7.568.751	62.355.500

FUENTE: DOMINGO, J.; FERNÁNDEZ, E., *Autofinanciación y Desarrollo...*

Gráfico 1. Ganancias declaradas y reales.



FUENTE: DOMINGO, J.; FERNÁNDEZ, E., *Autofinanciación y Desarrollo...*

La generalización de la práctica del reparto de beneficios, vía precios pagados, no es más que un indicador de toda una política empresarial deficiente, que ha llevado a las cooperativas agrarias españolas a una situación financiera que, como poco, habría de calificarse como de inestable.

A continuación expondremos el estado financiero relativo a cooperativas agrarias de las dos comunidades autónomas con mayor peso específico, Andalucía y Valencia.

UNA APROXIMACIÓN A LA REALIDAD DE LA COOPERACIÓN AGRARIA ESPAÑOLA

Tabla 13: Composición relativa de la estructura financiera en las Cooperativas Agrarias Andaluzas

Financiación de terceros.....	65%
Financiación de socios.....	23%
Autofinanciación.....	12%

FUENTE: DOMINGO, J. Las necesidades de Financiación de las Cooperativas en la perspectiva del mercado único. CIRIEC España. Nº 13, 1993.

Tabla 14: Evolución de la composición relativa de la estructura financiera en las Almazaras Cooperativas Andaluzas (1970-1990)

	1.970	1.980	1.990
Financiación de terceros	64'3	66'2	63'5
Financiación de socios	32'8	30'0	29'5
Autofinanciación	2'9	3'8	7'0

FUENTE: DOMINGO, J. y LOMA-OSSORIO, E. "Las Almazaras Cooperativas en Andalucía". Ed. Cámara Oficial de Comercio e Industria de Jaén. 1.991. 293 pág. Encuesta realizada por los autores (la muestra que ha servido para la elaboración de este cuadro la componen datos relativos a 26 Almazaras Cooperativas Andaluzas).

Podemos observar cómo de los datos de la tabla 13 se desprende un elevado nivel de financiación ajena, de manera que una buena parte (la mayoría) de la empresa pertenece a personas ajenas a la misma. Existe un bajo nivel (menos de la cuarta parte) de aportación social como contribución a la financiación de la empresa y, finalmente, el nivel de autofinanciación alcanza cotas preocupantes.

Hay todavía, algunos subsectores dentro del cooperativismo agrario andaluz que aún presentan más acusada falta de autofinanciación. Así, para el sector de elaboración de aceite de oliva, la evolución en la aportación a la financiación del Activo que han tenido las personas ajenas a la empresa, los Socios y la propia cooperativa respectivamente, ha sido para los años 1.970, 1.980 y 1.990 la siguiente:

En la Tabla 14 podemos apreciar, no sólo la situación actual, sino la evolución de los valores, medidos en un período de 20 años (1.970-90).

El nivel de endeudamiento externo permanece prácticamente inalterable, en cuanto a valores relativos, y muy similar al que presentan el conjunto de cooperativas agrarias andaluzas. La autofinanciación ha crecido de manera importante en este período de tiempo, pero aún permanece con niveles muy bajos y distante aún del valor medio de las cooperativas agrarias andaluzas en su conjunto (7% frente a 12%). La evolución en la estructura financiera que ha tenido la cooperativa olivarera andaluza media, durante los últimos veinte años, aparece asimismo reflejada en el gráfico nº 2, a partir de las cifras absolutas de las masas contables más

significativas. El gráfico nos señala que, pese al mantenimiento, prácticamente estable, de los valores relativos al nivel de endeudamiento, los valores absolutos alcanzados por éste hacen más difícil digerir dicha carga a la cooperativa de los años 90 que a la de los 70. Por otra parte, puede apreciarse cómo en el año 70 los recursos propios (capital y reservas) financiaban la totalidad del inmovilismo

material. En el año 80 esto ya no es así, abriéndose una brecha entre dichas masas contables. Esta brecha se hace extremadamente acusada en el año 90.

La situación descrita para el cooperativismo agrario andaluz tiene un paralelismo con lo que ocurre en las cooperativas hortofrutícolas valencianas, y que reflejamos en la Tabla 15.

Tabla 15. Estructura financiera de las cooperativas hortofrutícolas valencianas en 1.985

Financiación de terceros	74'2%
Financiación de socios.....	15'5%
Autofinanciación.....	10'3%

FUENTE: JULIA, J.F. y SEGURA, B. "La problemática empresarial de las Cooperativas Agrarias y el régimen económico en la legislación cooperativa". I Congreso de las Cooperativas Agrarias de la Comunidad Valenciana. Cajas Rurales Provinciales de Alicante, Castellón y Valencia. 1.985, pág. 24.

Aparece aún más acusado el peso que la financiación ajena tiene en las cooperativas hortofrutícolas valencianas, ya que tres de cada cuatro partes de la cooperativa pertenecen a personas extrañas a la misma.

Veamos, a continuación, cómo se materializan las estructuras financieras analizadas en el nivel de solvencia de las cooperativas agrarias.

4. LA SOLVENCIA EN LAS COOPERATIVAS

Tradicionalmente, se ha venido midiendo la solvencia de una empresa por la razón entre el Propio y el Exigible total. Dicho cociente nos informa de los recursos aportados, tanto por los socios como

por la propia cooperativa, por cada peseta aportada por personas ajenas a la empresa. No es fácil establecer qué valor o conjunto de valores del ratio podrían considerarse como ideales de solvencia, ya que depende del tipo de empresa, del sector donde se encuadre y de otros muchos factores, como por ejemplo la política expansionista que en ese momento tenga la empresa. No obstante, el profesor ROMERO¹¹ acota inferiormente dicho ratio al establecer que "En todo caso, por muy fuerte que sea la política expansionista de la empresa, el coeficiente de solvencia debe tomar valores superiores a la unidad".

11. ROMERO, C. *Introducción a la financiación empresarial y al análisis bursátil*. Alianza Universidad Textos. Madrid. 1.984, pág. 59.

UNA APROXIMACIÓN A LA REALIDAD DE LA COOPERACIÓN AGRARIA ESPAÑOLA

El valor del coeficiente de solvencia constituye un indicador fundamental, no sólo para la empresa, sino sobre todo para las personas ajenas a ella y que mantengan o puedan mantener relaciones comerciales o financieras con la misma. Así, el coeficiente de solvencia es el primer punto de mira para una entidad financiera en el momento de decidir la financiación de una empresa, así como las condiciones económicas a establecer en dicha empresa. Por tanto, valores

bajos de este indicador pueden encender la luz roja en la empresa y convertirse en un freno capaz de impedir la captación de capital ajeno.

Los valores que toma el ratio de solvencia para las cooperativas agrarias andaluzas en 1.985, para las almazaras cooperativas andaluzas en 1.990, para las cooperativas hortofrutícolas valencianas en 1.985 y para las cooperativas agrarias españolas en 1.988, aparecen en la Tabla 16.

Tabla 16: Coeficientes de Solvencia

Cooperativas agrarias andaluzas, 1.985	0'54
Almazaras cooperativas andaluzas, 1.990.....	0'57
Cooperativas hortofrutícolas valencianas, 1.985.....	0'35
Cooperativas agrarias españolas, 1.988 ¹²	0'57

En todos los casos, la unidad como valor mínimo deseable queda muy lejos de los valores que arrojan las cooperativas analizadas.

Hemos calculado los ratios de solvencia de la Tabla 16 sin tener en cuenta las especiales características que a este respecto tienen las sociedades cooperativas frente a las llamadas sociedades mercantiles.

Así, las cooperativas son catalogadas como sociedades de capital variable frente a las sociedades anónimas¹³ que son sociedades de capital permanente. En efecto, las altas y bajas sociales conllevan en la sociedad cooperativa una modificación de la cifra de capital social, cosa que no ocurre en una S.A. Sin embargo, las S.A.s pueden variar la cifra de su capital social, aunque para ello necesitan modifi-

car sus estatutos y, en el caso de que la modificación tenga como resultado una disminución del capital, habrán de adoptarse medidas a fin de proteger los intereses de terceras personas relacionadas con la sociedad. Estos mismos requisitos son exigidos a las cooperativas si la cifra de capital desciende por debajo de un tope, que constituye el Capital Social Mínimo (en lo que sigue C.S.M.).

El C.S.M. pasa a ser así la parte de Capital Social que corre un riesgo de permanencia en la empresa, similar al que tiene el Capital Social en las SS.AA.

El C.S.M. se convierte así para las cooperativas en una cifra de gran importancia, a fin de calcular lo que vamos a denominar "solvencia real", que es la razón entre el Propio permanente y el Exi-

12. Calculado a partir de CIRIEC-España, *Libro Blanco...*, pág. 53.

13. Citaremos a la Sociedad Anónima como exponente más significativo de las sociedades mercantiles.

gible total. De esta forma la Solvencia Real Cooperativa se identifica con la Solvencia que se define para otras formas jurídicas de empresa distintas a la cooperativa.

La cantidad que constituya el C.S.M. habrán de fijarla los estatutos de la cooperativa y deberá figurar en la memoria del ejercicio de la empresa, acompañando al Balance de Situación y a la Cuenta de Resultados, a fin de tomar carácter público frente a personas no socios. La elección de una cifra pequeña hará disminuir la solvencia real de la cooperativa frente a terceros, viéndose la cooperativa perjudicada, no sólo en el montante total de financiación ajena que puede conseguir, sino en las condiciones que los intermediarios financieros impondrán por la cesión temporal de su capital. Por el contrario, poner una cifra elevada de C.S.M. llevaría a la cooperativa a tener que acordar continuas reducciones de su cifra de Capital, a poco que la sociedad sufra un revés mínimo, ya sea en forma de abandonos o bien como consecuencia de haber sufrido resultados negativos en el ejercicio económico. La cifra que señale el nivel de C.S.M. debe tener, en todo momento, correlación con el tamaño y potencialidad de la empresa, de forma que ante un crecimiento continuado de la misma, el C.S.M. debe sufrir revisiones al alza, a fin de lograr un equilibrio entre el incremento de la solvencia real y el creci-

miento de la empresa. En todo caso, habrá de mantener la distancia respecto al Capital Social total para no tener que incurrir, en lo posible, en una reducción del mismo, por el efecto negativo que frente a terceras personas tendrá esta circunstancia.

La obligación legal de tener desembolsado el 25 por 100 del Capital total suscrito convierte a esta cifra, para muchos, en el C.S.M., cuando los estatutos de la sociedad silencian dicha cifra. En mi opinión, el nivel alcanzado por las Reservas de la sociedad debería influir también en la determinación del C.S.M. Sin embargo, parece prudente establecer la relación de 1 a 4 entre C.S.M. y Capital Social. Admitiendo dicha relación, los indicadores de solvencia que figuran en la Tabla 16 pasarían a ser los recogidos en la Tabla 17, valores que, como podemos observar, no presagian un futuro muy halagüeño de mejora de la estructura financiera para el colectivo de cooperativas analizado.

En consecuencia, dichos niveles de solvencia hacen que la financiación externa, cuando pueda conseguirse, sea cara necesariamente, sea cual sea la fórmula ideada para captar esa financiación. Por tanto, el primer paso a dar, a fin de mejorar la actual situación, debe tener como objetivo el incremento de los fondos propios de las cooperativas.

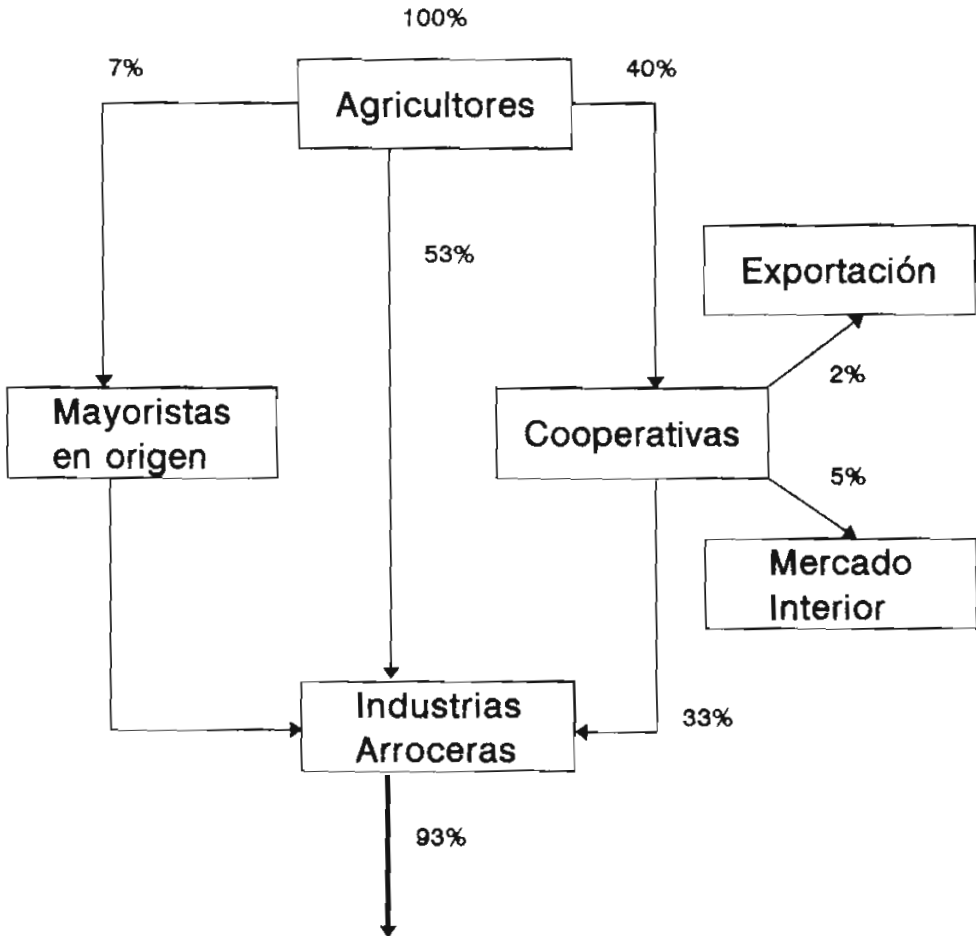
Tabla 17: Coeficientes de Solvencia Real

Cooperativas agrarias andaluzas, 1.985	0'27
Almazaras cooperativas andaluzas, 1.990	0'23
Cooperativas hortofrutícolas valencianas, 1.985	0'19

ANEJOS

**COOPERATIVAS ARROCERAS.
DISTRIBUCIÓN Y ESTRUCTURA.**

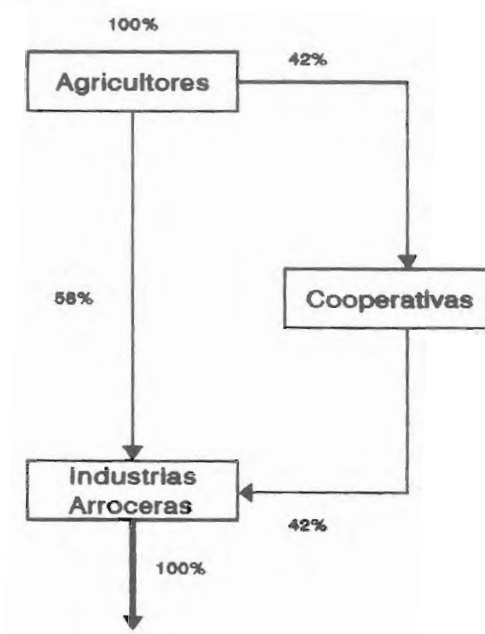
Anejo I. 1ª fase de la distribución del arroz en España



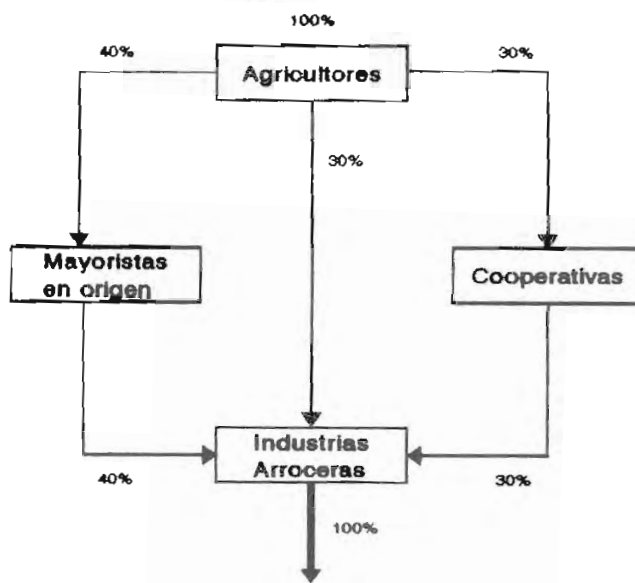
FUENTE: Carmona, J. et al.

Anejo II

a) Zona de Sevilla



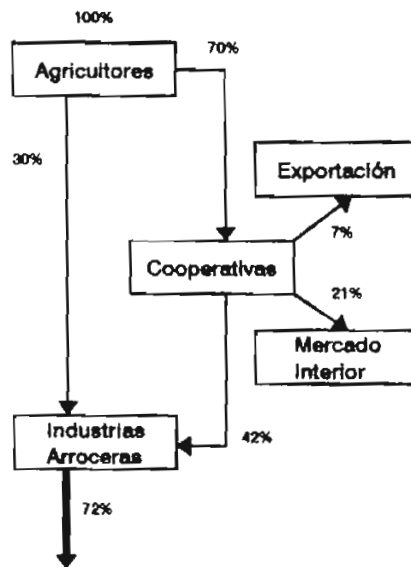
b) Zona de Valencia



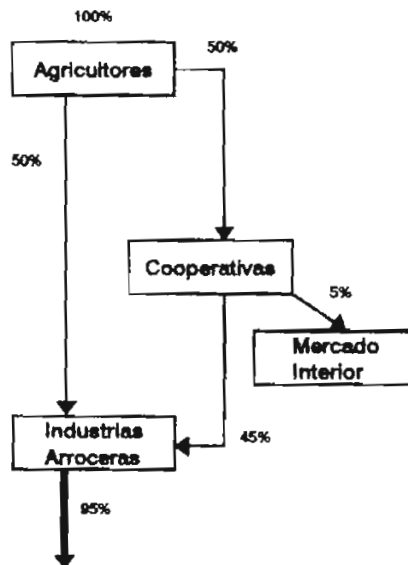
FUENTE: Carmona, J. et al.

Anejo III

c) Zona de Tarragona



d) Zona de Extremadura



FUENTE: Carmona, J. et al.

UNA APROXIMACIÓN A LA REALIDAD DE LA COOPERACIÓN
AGRARIA ESPAÑOLA

Anejo IV

	SUPERFICIE COOPERATIVIZADA (Ha.) (1)	PRODUCCIÓN COOPERATIVIZADA (Tm.) (2)	RENDIMIENTO (Tm./Ha.) (3)	ALMACENAMIENTO COOPERATIVO (TM.) (4)	SECADEROS (Tm./h.) (5)	DESCASCARI- LLADORAS (Tm./H.) (6)	COBERTURA DE ALMACENAM.(%) (7) = (4)/(2)*100	ÍNDICE DE SECADO (8) = (5)/(2)*1000	ÍNDICE DE DESCAS- CARILLADO (9) = (6)/(2)*1000
Sevilla	13.289	102.256	7.695	107.500	215	17	105	2,1	0,17
Valencia	-	30.610	7.920	37.500	83	0	123	2,7	0
Extremadura (2 Coop. de 2º Grado)	8.625	54.961	6,372	-	120	0	-	2,2	0
Taragona	13.135	80.594	6,139	99.000	170	29	123	2,1	0,36

FUENTE: Elaboración Propia a partir de Carmona, J. et al.
Datos referidos a 1991

LAS COOPERATIVAS ARROCERAS EN LA PROVINCIA DE SEVILLA

CEBOLLA V.

*Presidente de la Federación
de Arroceros de Sevilla*

INTRODUCCIÓN

El sector arrocero sevillano se ha venido caracterizando durante estos últimos años por una lucha constante por su supervivencia. La falta de lluvias regulares en un cultivo que se encuentra tanto temporal (en cuanto al momento de siembra) como geográficamente detrás de los demás cultivos del regadío de la cuenca del Guadalquivir, hace que tanto las restricciones de agua como las nuevas puestas en regadío, que se van desarrollando en los últimos años en la cabecera, le afecten con mayor incidencia que al resto de los cultivos de regadío de dicha cuenca.

La zona arrocera sevillana se encuentra en el tramo final del estuario del río Guadalquivir, en las Marismas de dicho río, recibiendo el agua de riego tanto del propio río, como de captaciones (pozos) hechas al efecto.

Hay que destacar que la mala prensa que se le hace al sector arrocero acerca del consumo de agua, es menos cierta en lo que respecta al arroz sevillano. Para el sector arrocero, tanto nacional (Tarragona, Valencia, Extremadura), como francés (La camarga francesa), o italiano, se habla de consumos entre los 24.000-30.000 m³/ha. En Andalucía, por el contrario, se llega a un consumo en torno a 10.000 m³/ha (según datos oficiales de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir), debido a su sistema de riego de captación y rotación de las aguas, en el que el agua vuelve a utilizarse después de un primer uso, perdiéndose solamente aquella que absorbe la planta y la que se evapora.

El origen del cultivo de arroz en Sevilla se debió a la falta de abastecimiento de este producto en la zona "nacional" durante la Guerra Civil española (1936-1939), ya que las zonas productoras (Valencia y el Delta del Ebro) se encontraban en la zona "republicana". A esto se une el interés por dicho cultivo de agricultores fundamentalmente valencianos, al conocerse pruebas de viabilidad de producciones rentables de arroz en las Marismas del

Guadalquivir. Así pues, al terminar la Guerra Civil española llegan importantes inmigraciones de agricultores valencianos, muchos de ellos pequeños, que con el valor que tenían sus tierras en origen llegaban a adquirir hasta cinco veces la superficie que disponían.

Fruto de esa actividad y del esfuerzo de grandes empresas (que transformaban primero grandes superficies, y una vez puestas en riego y cultivadas un año o dos, se ponían a la venta en forma de pequeñas parcelas), se desarrolló el cultivo de arroz en la Marismas del Guadalquivir. Se puede decir que todas las transformaciones que se han producido en las 35.000 has de arroz que actualmente se cultivan en Sevilla fueron fruto de la "inversión privada".

LOS ORÍGENES Y DESARROLLO DEL COOPERATIVISMO EN EL ARROZ ANDALUZ

En los años 50 había en la zona alrededor de 22 industrias que compraban el arroz que producían los agricultores, lo transformaban en arroz blanco y lo vendían al resto del territorio español.

A mediados de dicha década surge el primer brote de cooperativismo en Sevilla. Se crea una cooperativa arrocera que realizaba todas las fases del proceso de elaboración del arroz, es decir, la recogida, el secado, la transformación en blanco y la venta, tanto a granel como empaquetado.

En estos comienzos había una cierta permisividad en la entrega de la cosecha, había, en definitiva, la facultad de no entregar obligatoriamente todo el arroz que se producía a la Cooperativa. Esto trajo como consecuencia el que llegó a aportarse a la misma el arroz de peor calidad, y el bueno se vendía al mejor postor. Esta competencia desleal por parte de muchos cooperativistas a su propia cooperativa ocasionó la destrucción del germen del cooperativismo en esta zona arrocera durante muchísimos años. Hubo

una generación que definía la cooperación como “un muerto que lo llevaban entre cuatro vivos”. Esa era la definición de cooperativa que extendían ciertos “personajes” con objeto de aprovecharse del grupo que confiaban en ella.

La crisis del mercado, con la aparición de excedentes que se presentó en los años 60-70 y hasta los 80, en la que se llegan a producir en España alrededor de las 70.000 Tm de arroz (cantidad muy superior al consumo interno), que eran exportadas hizo que desaparecieran muchas de las industrias existentes en Sevilla y que el resto fueran absorbidas por la empresa HERBA. Esta empresa es hoy el grupo más importante a nivel europeo en arroz y se encuentra implantado también en muchos países de otros continentes (Sudamérica, Asia...).

A raíz de la desaparición de dichas industrias empieza a resurgir el espíritu cooperativista entre los agricultores arroceros, como consecuencia de los inconvenientes derivados de contar con un sólo comprador. Este espíritu se acrecienta con el comienzo de la mecanización del arroz, principalmente en lo que respecta a la recolección mecanizada. Ésta, que duraba 40 días, se hace en la actualidad en sólo 20, requiriendo esta reducción temporal un servicio de secado y de almacenamiento que pudiera dar cabida a esta mayor acumulación de arroz.

Surge así la idea de una cooperativa en la que el agricultor se limitaba a segar su arroz, pesarlo, analizar la humedad, y a partir de ese momento la cooperativa lo secaba, lo almacenaba y posteriormente, una vez que se vendía el arroz, le liquidaba el precio, descontando los gastos generales de secado, almacenamiento y demás gastos que tuviera el arroz.

Las cooperativas pues surgen a partir de los años 70 en que se crea una pequeña, con 17 agricultores, que reunían 225 has. y que almacenaban 1.800 Tm, que empieza a ver la idea de que el arroz en el momento que entraba en la cooperativa,

ya no era de su propiedad (a pesar de que en principio empezaron a aparecer secaderos y almacenamientos conjuntos de un grupo de agricultores, pero cada uno quería secar su arroz independientemente y almacenarlo en su montoncito “individual”, para él venderlo en su momento).

A partir de 1979 y con la creación de la cooperativa de Isla Mayor (la cooperativa importante de esta zona con 2.500 has. y una capacidad para 20.000 millones de kg), ya se establece lo que hoy en día es el funcionamiento cooperativista de la provincia de Sevilla. Se añade al secado y almacenamiento, la venta conjunta. El agricultor una vez que entra el arroz en la cooperativa pierde la propiedad del arroz. Ya es de la cooperativa.

Desde un punto de vista de la financiación de las inversiones, en sus orígenes, la cooperativa era quien tenía que pagarla. Sólo recibía una pequeña ayuda de la Administración (20-25% de la inversión cuando se demostraba que ésta había sido efectiva). En aquellos años España no pertenecía al Mercado Común Europeo y por tanto no existían otras ayudas. En la actualidad a pesar de que se consiguen sumar las ayudas españolas con las comunitarias (hay que realizar la inversión, y después demostrarlo), las ayudas suelen tardar 2, 3 y hasta 4 años, con lo que hay veces en que las ayudas no llegan a cubrir ni siquiera los costes financieros. Ésto no ocurre así en todas las regiones españolas. Hay Comunidades Autónomas que adelantan el dinero y el agricultor se siente, de esta forma, realmente subvencionado.

Ante los altos costes de financiación que estos préstamos representaban para las cooperativas y ante las perspectivas reales de sequía que se ha padecido en esta zona (en 1989 se sembró el 30% de la superficie de arroz en Sevilla, en 1992 el 50% y en 1993, 1994 y 1995 que no se ha sembrado nada), en la actualidad, todas las inversiones de estas grandes cooperativas (hay dos cooperativas con 2.500 has, una con 3.000 has, una con

4.625 has, y una última con 1.114 has) se están amortizando por los agricultores.

Así pues se estableció en el Consejo Rector de las Cooperativas, el distribuir a los socios costes financieros de las inversiones de las cooperativas y que el socio los pagara a través de créditos individuales, en función de la superficie que tenía afiliada a la cooperativa. Este paso ha sido muy importante debido a la mentalidad existente en el mundo agrario de que todo aquello que debe la cooperativa es como si no lo debiera él. Esta decisión permitió que al segundo año, todos los socios hubiesen finalizado sus pagos a la banca. Así pues, todas las cooperativas de la zona encuentran saneadas al 100% sus inversiones; permitiendo de esta forma el que no hay reticencia a la entrada de nuevos socios a las cooperativa.

Como ya se ha dicho, no hay en Sevilla una vocación cooperativista, el cooperativismo ha sido consecuencia de la necesidad de integrarse dentro un grupo para defender las producciones. Se ha conseguido reunir un volumen importante de arroz dentro de la cooperativa, y se ha ofrecido (el autor es presidente de la Cooperativa Arroceros del Bajo Guadalquivir con 24.500 Tm y un secaje de 1.000.000 kg en 24 horas) a la industria, consiguiéndose un tono distinto en el lenguaje de compra-venta.

Otro paso importante a realizar es el seguir avanzando hacia que el máximo valor añadido fuera quedando dentro de las cooperativas. Ha habido inquietudes en todas la cooperativas pero ha faltado quizás el valor de avanzar, de presentarlo en una Asamblea General, de intentar convencer a los socios de que hay que meterse en el mundo de la industrialización y llegar lo más cerca posible del consumidor.

En 1988, cuando en Sevilla se introduce el arroz Índica, y empieza a sembrarse en cantidades masivas; cuando se ve que ese arroz es consumido en Centro Europa, y que las industrias centro-europeas, compran mayoritariamente el arroz una

vez descascarillado; se decide en Junta Rectora la instalación de una descascarilladora y se establece una asociación con una empresa europea que realizaba todos los trámites de la venta del arroz con sus clientes. Esta empresa de comercialización ha realizado visitas a la zona para conocer la cooperativa, la producción de arroz de la zona; para tener, en definitiva, la seguridad de que se les puede servir ese arroz. Ésto ha permitido durante los años 1990, 1991 y 1992 el realizar exportaciones de arroz, que durante el último año supusieron 60.000 Tm.

En el año 1987 hubo un movimiento hacia la fusión de las cooperativas de la zona: se inició una oferta común, conjunta de todas las producciones que se tenían. Se trataba de las cooperativas: Isla Mayor, Arroceros Unidos, Bajo Guadalquivir y Beta la Mora, entre las que se reunían 70 millones de kg de arroz aproximadamente. Ésto se consiguió y se hizo la venta conjunta, pero hacía falta dar el siguiente paso, el de crear la APA (Asociación de Productores Agrarios).

El último paso de este proceso no se ha conseguido aún debido a que no todas las cooperativas tenían la misma mentalidad sobre lo que debía de ser esa unión. Desde mi punto de vista: lograr una apertura al mercado es lo fundamental, y no ir exclusivamente a querer vender la producción a una industria.

La situación actual, como consecuencia de la sequía padecida, es la de pérdida de los mercados europeos conseguidos (Holanda, Alemania, Bélgica y Reino Unido), que han sido ocupados por otros países exportadores de arroz Índica (países Sudamericanos, Tailandia, y EEUU). Hay por lo tanto que recomenzar el camino andado cuando se vuelva a sembrar arroz.

Estos pasos pasan prioritariamente por resolver el problema, al que al comienzo se hizo hincapié, del mal reparto de esa agua o poca agua que tenemos en la cuenca del Guadalquivir. Se entiende que todo el mundo tiene derecho a

regar, pero lo que no se puede es poner tierras en regadío que no se es capaz de dotar de agua, en perjuicio de otras que llevan 70 años regando. Sin una solución a este problema los arroceros no solamente están perdiendo su producción, sino algo superior, su ilusión.

El año pasado (1994), se sembró en Andalucía una parte testimonial, unas 5.000 has., principalmente arroceros de las cooperativas de la Margen Derecha (Arroceros Unidos, Isla Mayor, y Beta la Mora). Las cooperativas mantuvieron su actividad porque además del secaje y almacenamiento del arroz, también se sirven fertilizantes, semillas, insecticidas y el combustible que utiliza la maquinaria agrícola. En la actualidad ya no se tiene ninguna actividad, la mayoría de las cooperativas tienen al personal en regulación de empleo, haciendo lo mínimo para mantener la instalación en funcionamiento, en vacío, para evitar el deterioro. Los productores están sobreviviendo con subvenciones concedidas a los cultivos oleaginosos (girasol, colza...), que con las reducciones, en algunos casos, sobre todo en explotaciones pequeñas, no tienen para mantener a su familias.

Otra de las consecuencias de la sequía es la pérdida del valor patrimonial. La tierra va perdiendo su valor, pasando de precios en torno a 3 millones de pesetas por hectáreas en los últimos años al de 1 millón de pesetas por hectárea actual (debido a la falta de compradores).

Anteriormente a 1983 hubo años secos, de tanta sequía como éstos o parecida y el mundo del riego no se enteró. Faltó algo de agua, pero se compensó. Quién lo pasó mal en aquella época fueron los propietarios de los terrenos de secano. Hoy, a pesar del aumento de la capacidad de almacenamiento, ésta no es suficiente. Con una pluviometría media en nuestra región los embalses recogerían sólo el 70% de las necesidades del regadío.

Se trata como conclusión de una realidad preocupante en la que se hace necesario la aplicación del Plan Hidrológico Nacional. Todo ello, no obstante, hubiese sido menos urgente si no se hubiese llevado a cabo la reciente política de creación de nuevos regadíos en tierras que antes sobrevivían siendo de secano, pero ahora, después de haberse hecho grandes inversiones en su transformación, todos los agricultores se encuentran ante el mismo problema: la falta de agua.

LAS COOPERATIVAS ARROCERAS DEL DELTA DEL EBRO

ARCE B.

INTRODUCCIÓN

Antes de entrar de una forma directa sobre "Las Cooperativas Arroceras del Delta del Ebro, me gustaría situar la zona productora de arroz, donde están ubicadas las Cooperativas.

UBICACIÓN

Las cooperativas Arroceras, están situadas todas ellas, en los términos municipales que forman dicho Delta y en la provincia de Tarragona. El río Ebro en su última sección, forma un Delta que ocupa una extensión que supera los 300 kms cuadrados.

Tiene una forma de triángulo equilátero (aproximado), una de cuyas bases descansa sobre la carretera Nacional 340. El río atraviesa la plataforma deltaica en dirección poniente, levanta y divide el Delta en dos zonas. La del margen izquierdo y la de la margen derecha, siendo esta última la de mayor extensión.

FORMACIÓN DE LA PLATAFORMA DELTAICA

La formación de la plataforma deltaica, es un fenómeno geológico reciente, ya que en el siglo VI a. de Jesucristo, la desembocadura del Ebro, constituía una amplia boca cuaternaria y la ciudad de Tortosa era puerto de mar.

El geógrafo árabe Idrisi, alrededor del año 1.150 estableció en 19 kms la distancia que separaba a la ciudad de Tortosa del mar siguiendo el curso del río. Actualmente esta distancia es de unos 40 kms. aproximadamente.

ALTITUD DEL DELTA

El 60% del Delta, tiene una altitud inferior a 1 metro, y a veces, los niveles son inferiores al nivel del mar. El 30% del terreno tiene una altitud comprendida

entre 1 y 2 metros. Y sólo el 10% de las tierras superan los 2 metros de altura.

CONSTRUCCIÓN DE LOS CANALES DE RIEGO

En el año 1.852, se constituye la "Real compañía de Canalización del Ebro", la cual se iba a dedicar a la canalización del río, desde Escatrón (Aragón), hasta Amposta (Tarragona). Y para ello se construye en el año 1.867 el Canal de la Derecha del Ebro.

Pero debido a la concesión de la línea del ferrocarril de Zaragoza-Mora-Tarragona y la competencia creada por la misma, el tráfico de mercancías por el río desciende de una forma radical y resulta antieconómica dicha canalización.

Entonces la Compañía de Canalizaciones y Riegos del Ebro, prolongó el Canal de la Derecha del Ebro hasta el final de la misma isla de Buda y la compañía subarrendó la concesión a la Comunidad de Regantes del Sindicato Agrícola del Ebro. Para construir en la primera década de este siglo, el Canal de la Margen Izquierda del Ebro y explotar el que ya era cincuentenario canal de la Derecha y que finalizó su concesión de 99 años en 1.966, revirtiendo entonces al Estado.

LOS INICIOS DE LA INDUSTRIALIZACIÓN

En el Delta del Ebro la industrialización se adapta a la producción agraria, que también ya se iniciaba en aquellos años. Y el nuevo cultivo del arroz demandaba fábricas elaboradoras (los molinos arroceros).

Los molinos arroceros dedicados a la elaboración del arroz blanco, se ubicaron en las poblaciones próximas a las explotaciones agrícolas. Amposta, Camarles, Deltebre, Sant Carles de la Rápita, etc. En principio, se trataba de una industria con capital privado de tipo familiar, que ocupaba un sector reducido de mano de obra.

Los industriales después de la guerra civil, se agruparon en la empresa ARDE SA. (Arrocerías Reunidas del Ebro) y trasladaron también sus actividades a zonas de Quinto de Ebro (Zaragoza) y el área del Guadalquivir.

LA ÉPOCA DE LOS INDUSTRIALES

Durante más de sesenta años (1.850 - 1927), los industriales privados, algunos de ellos también grandes propietarios, dominaron totalmente la elaboración y comercialización del arroz del Delta. El industrial compraba el arroz mediante los corredores que conocían la evolución del mercado, el ritmo y la calidad de la cosecha y también la situación económica de cada familia arrocerera. El corredor en nombre del industrial pagaba al contado, y los gastos de transporte del campo al molino iban a cargo del industrial.

Otra modalidad utilizada por el agricultor y el industrial, era la venta al trato. El molinero se llevaba el arroz del campo pero, se aplazaba el pago hasta una fecha posterior acordada entre el agricultor y el industrial.

LA CÁMARA ARROCERA DE AMPOSTA

Esta situación de monopolio de compra por parte de los industriales, empieza a romperse en el año 1.927, cuando un reducido grupo de pequeños y medianos empresarios, fundan la Cámara Arrocerera de Amposta, que acogéndose a la Ley de Sindicatos Agrícolas de 1.906. Tiene como uno de sus primeros objetivos, la construcción de una fábrica-molino arrocerero y de los almacenes correspondientes, gracias a un crédito de 150.000 ptas otorgado por el Crédito Agrícola del Estado.

Actualmente la Cámara Arrocerera de Amposta, es la Cooperativa más importante del sector arrocerero en todo el estado Español. En 1.939 La Cámara Arrocerera de Amposta es obligada a integrarse a la Unión Territorial de Cooperativas del Campo (UTECA). Y los industriales privados como hemos dicho antes se agrupan

en ARDE SA. y por tal de reducir costes, dejan en funcionamiento solamente los molinos de la empresa Carvallo de L'Aldea y de Sant Carles de la Rápita (este último de nueva planta).

LIBERALIZACIÓN DEL CULTIVO DEL ARROZ

Liberada parcialmente la producción de arroz (era la época del cupo), vuelve a surgir a partir de 1.952, la principal dificultad del sector arrocerero estatal, la sobreproducción. Y para poder luchar en mejores condiciones, es cuando los agricultores del Delta del Ebro empiezan a constituir cooperativas. Posiblemente la palabra más adecuada es construir cooperativas, pues después de su constitución, se ha de dar forma a toda la infraestructura, para poder dar un mejor servicio a los socios.

LAS COOPERATIVAS

Por orden cronológico, las Cooperativas prácticamente van naciendo en todas las poblaciones del Delta del Ebro:

Cámara Arrocerera de Amposta.	Año 1927 (ya citada)
Cooperativa de Camarles	Año 1947
Cámara Arrocerera de la Cava	Año 1955
Cooperativa de Santa Jaume	Año 1957
Cooperativa de Jesús y María	Año 1975
Cooperativa Aldeana	Año 1979

Y esto se produce no solamente por la sobreproducción ni por los excedentes de arroz, que causaban verdaderos problemas a los agricultores arroceros, sino también por el minifundio existente en el Delta, con una distribución de la propiedad que llega a unos límites algo inverosímiles.

Aportamos en hoja aparte los datos estadísticos de las dos cooperativas mayores con la distribución de sus asociados por unidad de superficie existente en el Delta.

MECANIZACIÓN DE LAS COOPERATIVAS

Las Cooperativas en todo momento, han sabido adaptarse a la problemática existente. Cuando empezó la mecaniza-

ción de la recolección y la entrada del arroz en las Cooperativas, pasó más de 60 días a los actuales 20/25 días (con un tramo central de unos 10/12 días) en los que a veces se superan los 5.500.000 kgs. de arroz entrado por día.

Debido a ello se construyen secadoras en todas las Cooperativas con una capacidad de secado, que supera las 5.500 Tm/día. Después de consolidada esta fase de dar un mejor servicio al socio en la recolección, se pasó a la elaboración de todo el arroz cáscara, de manera que las ventas que efectuaban las Cooperativas, se basaran en arroz elaborado con el consiguiente valor añadido. Actualmente disponen de molino-elaborador, las 5 Cooperativas de mayor dimensión.

Las Cooperativas debido a todo lo anteriormente citado (minifundio, parcelación, falta de capacidad de instalaciones a nivel propio, etc), fueron tomando el mando del arroz en el Delta del Ebro,

hasta controlar actualmente entre el 80 y 85% de la producción y el 90% de los agricultores.

Y para sumar más valor añadido a la elaboración del arroz, en un periodo de tiempo comprendido entre el año 1980 y 1985 (de una forma muy especial en estos cinco últimos años) se han ido potenciando las marcas propias y también las blancas, para poder hacer llegar el arroz a las cadenas y a los mercados, con todo el proceso completo. Lógicamente los mercados donde hay una mayor introducción de las marcas de las Cooperativas son: Cataluña, Aragón, País Vasco, Zona Centro (Madrid como centro de las cadenas de compra), Castilla-León, Galicia y Baleares.

Si no se hubiese realizado durante estas décadas la Constitución de las Cooperativas. Debido a la dimensión de las explotaciones agrícolas el cultivo no sería rentable.

PRODUCCIÓN DE LAS COOPERATIVAS

La producción controlada por las Cooperativas de la campaña finalizada en octubre de 1993 es la siguiente:

Cámara Arrocerca de Amposta.....	41.994.952 Kgs.
Cámara Arrocerca de la Cava.....	17.128.614 Kgs.
Cooperativa de Camarles.....	10.520.533 Kgs.
Cooperativa Aldeana del Baix-Ebre.....	6.211.646 Kgs.
Cooperativa de Santa Jaume de Enveja.....	5.091.907 Kgs.
Cooperativa de Jesús y María.....	3.652.257 Kgs.
TOTALES	84.549.929 Kgs.

De estos datos acompañamos cuadro estadístico con las siguientes variedades.

Campaña 1994

Cámara Arrocerca de Amposta.....	43.471.029 Kgs.
Cámara Arrocerca de la Cava.....	19.113.913 Kgs.
Cooperativa de Camarles.....	10.344.555 Kgs.
Cooperativa Aldeana del Baix-Ebre.....	6.197.816 Kgs.
Cooperativa de Santa Jaume de Enveja.....	4.534.213 Kgs.
Cooperativa de Jesús y María.....	3.652.257 Kgs.
TOTALES	87.313.783 Kgs.

Posteriormente y como complemento de todas estas actuaciones por parte de las Cooperativas, se constituyó la Cooperativa de Segundo Grado "Arrosaires del Delta de L'Ebre", la cual exportó durante los dos primeros años 1.985/86, la cantidad de 20.000 Tm. de arroz elaborado a países como Bulgaria, Turquía, etc.

Como complemento a todas estas actividades, se creó también en Septiembre de 1.985, por Orden del Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Generalitat de Catalunya, la Denominación de Calidad "ARROS DEL DELTA DE L'EBRE".

Y por Orden de 11 de Diciembre de 1.991, del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, por la que se ratifica el Reglamento de la Denominación Específica "ARROS DEL DELTA DE L'EBRE" y su Consejo Regulador. Y posteriormente se ha realizado también la tramitación de calidad "ARROS DEL DELTA DE L'EBRE" a la C.E.E. a la Comisión de estados miembros, en virtud del artículo 17 del Reglamento (CEE) 2081/92, para la DOP (Denominaciones de Origen Protegidas) para las IGP (INDICACIONES GEOGRÁFICAS PROTEGIDAS).

CONCLUSIONES

Y termino este breve resumen sobre las Cooperativas Arroceras del Delta del Ebro, dejando en el aire el interrogante, de que a pesar de las constitución de las Cooperativas, de una segunda agrupación de Cooperativas de Segundo Grado.

De intentar cubrir todos los ciclos de la actividad (desde la producción, elaboración y distribución en el mercado).

Si no se llega a una unión comercial (por lo menos por áreas geográficas), será muy difícil poder luchar en igualdad de condiciones en los mercados, debido al potencial de las cadenas de compra que cada vez controlan más el mundo de la alimentación.

ESPEREMOS QUE DE LA MISMA FORMA QUE LAS COOPERATIVAS SE HAN IDO ADAPTANDO A LAS NECESIDADES DE CADA MOMENTO (aunque lentamente) PUEDAN TRIUNFAR FRENTE A ESTOS NUEVOS RETOS COMERCIALES.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Les transformacions econòmiques al delta de L'Ebre

Ramón Seró y Jordi Maymó - BANCA CATALANA.

Época de los industriales

Fuente - M. López - Año 1.920

Fuente - Archivo Museo Montsiá de Amposta. Autor - J. Daufí

La Cámara Arroceras y el período de posguerra.

Fuente - Archivo de Cámara Arroceras de Amposta

Fuente - Archivo de Carvallo. Año 1.937.

Fuente - Archivo Museo Montsiá de Amposta. Autor - J. Colomé.

Datos estadísticos

Fuentes - Cooperativas Arroceras del Delta del Ebro. Campañas 1993 y 1994.

Fuentes - Cooperativas Arroceras de la Cava y Amposta. Análisis de los socios por el número de jornales cultivados.

Superficie	Cooperativa	Nº Socios		
menos 5 jornales	Amposta	334		
	La Cava	261	28,80%	
5/10 jornales	Amposta	333		
	La Cava	180	24,85%	53,65%
10/20 jornales	Amposta	300		
	La Cava	160	22,25%	75,90%
20/25 ó 30 jornales	Amposta	80		
	La Cava	54	6,50%	82,40%
25 ó 30/50 jornales	Amposta	154		
	La Cava	47	9,75%	92,15%
más de 50 jornales	Amposta	112		
	La Cava	50	7,85%	100%

Unidades de medida: 1 jornal equivale a 2.190 m²
4,56 jornales = 1 Has.

Fecha 02.05.95

ESTADÍSTICA

ARROZ POR VARIEDADES

BAHÍA	38.932.433 Kgs.	46.05%	
SENIA	22.185.241 Kgs.	26.25%	
TEBRE	13.908.848 Kgs.	16.45%	88.75%
NIVA	765.182 Kgs.	0.90%	89.65%
THAINATO	2.944.395 Kgs.	3.50%	
LIDO Y OTROS	1.484.708 Kgs.	1.75%	5.25%
THAIBONET Y LEMONT	4.329.122 Kgs.		5.10%

Fecha 02.05.95

Figura 1. Esquema I

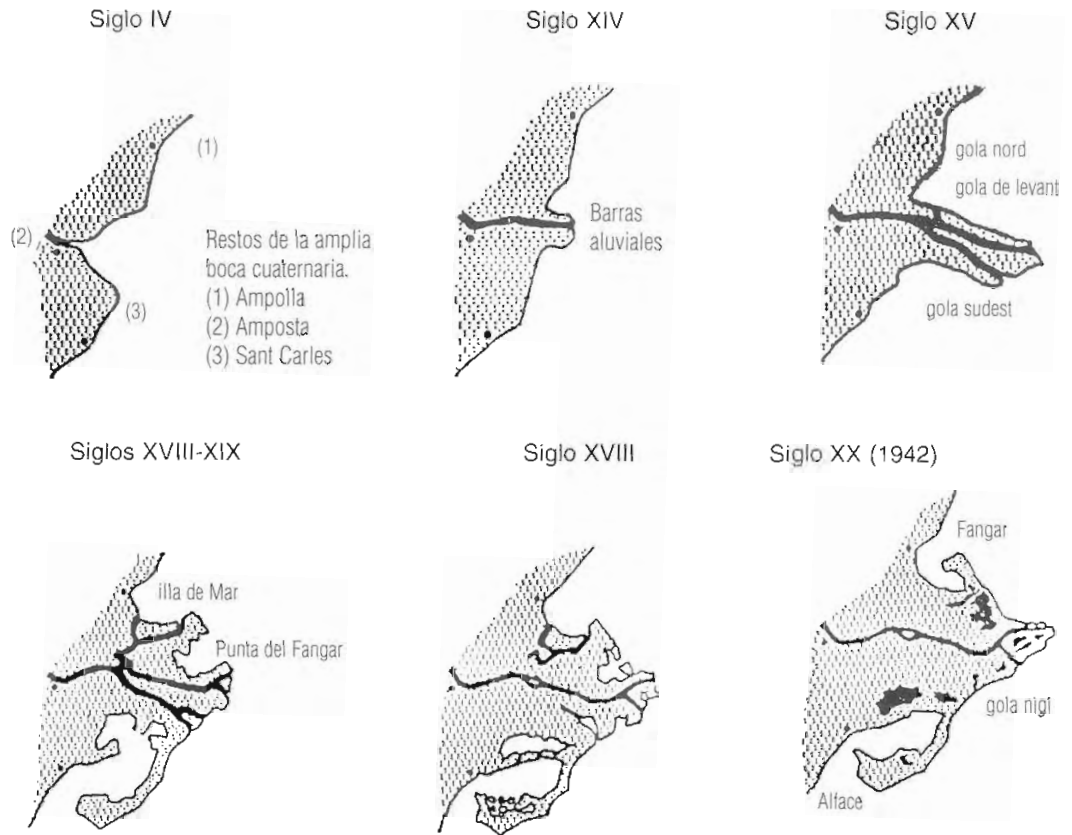


Figura 2. Mapa Esquemático II

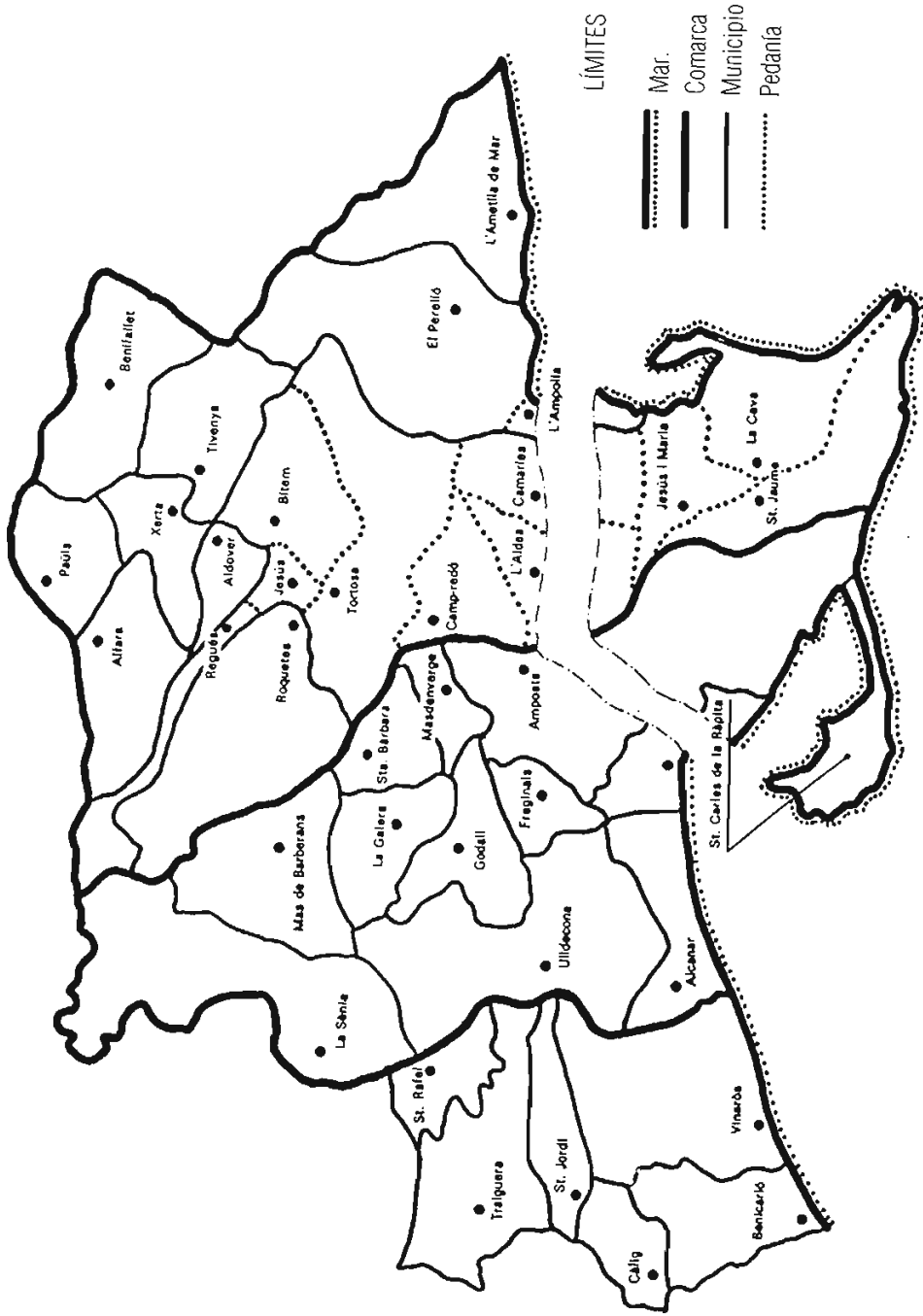
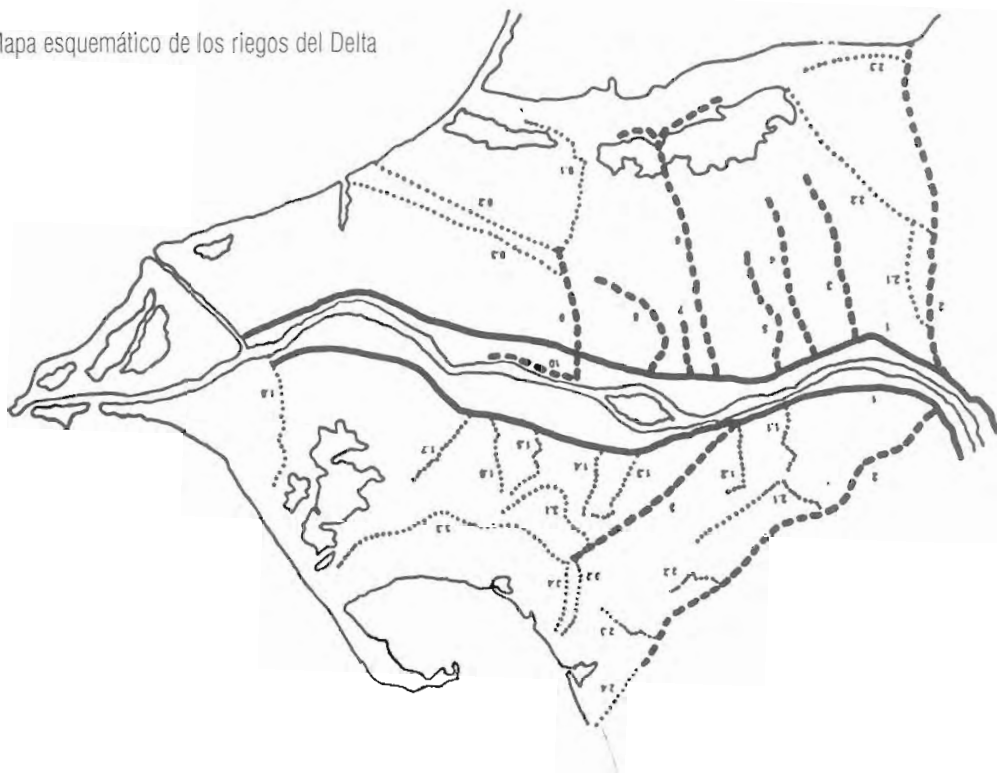


Figura 3. Mapa Esquemático III

Mapa esquemático de los riegos del Delta



IMPACTO DE LAS TECNOLOGÍAS ARROCERAS EN EL MEDIO AMBIENTE Y LA SALUD

G. PALIS F.

*Asistente Científica del Instituto
Internacional de Investigación del
Arroz, Los Baños, Laguna, Filipinas.*

La aparición de las tecnologías modernas en el cultivo de arroz (variedades riego y productos agroquímicos como abonos y pesticidas) ha incrementado la productividad del arroz. La Revolución Verde en Asia comenzó con la introducción de la variedad IR8 a mediados de los años 1960's. Desde entonces, la producción de arroz se duplicó. En la actualidad la producción y el consumo de arroz en Asia representan el 90% de la producción y consumo mundiales.

Las variedades actuales de arroz requieren no obstante del empleo de grandes cantidades de abonos y pesticidas: los fertilizantes para alcanzar los requerimientos mínimos de nutrientes que demandan las altas producciones y los pesticidas para prevenir los daños de plagas y enfermedades a las que son susceptibles estas variedades de altos rendimientos.

Para paliar esto los científicos han incorporado en la actualidad nuevas características en las variedades que siguieron a la IR8: mayor resistencia a plagas y enfermedades, ciclos de cultivo más cortos, una mejor calidad y mayor productividad de los arroces (dos o tres veces superior a la de los cultivares tradicionales). En la actualidad se encuentra un considerable número de variedades que son resistentes a determinadas plagas y enfermedades, garantizando un menor o no uso de productos fitosanitarios.

La necesidad de atender las demandas de alimentos de una población en crecimiento hace que los agricultores sigan aplicando las mismas cantidades de pesticidas como un seguro para alcanzar altas producciones. La disponibilidad de agua de riego en cualquier época del año posibilita además a los agricultores el cultivo de arroz dos o tres veces al año, con lo que las dosis totales de pesticidas usados se incrementa. Esto ha creado, directa o indirectamente una serie de problemas medio-ambientales como:

SALINIDAD Y ENCHARCAMIENTO

El uso intensivo de agua de riego conduce a una salinización en las zonas semi-áridas y encharcamiento en las húmedas debido a las excesivas dosis de agua de riego y al deficiente drenaje. El 24% de las tierras regadas del mundo sufren debido a problemas de salinidad. La India, China, Estados Unidos, Pakistán y la Unión Soviética son los países más afectados. Si a corto plazo la salinidad conduce a la disminución de las producciones, a largo plazo puede llevar al abandono de las plantaciones de arroz. Los campos encharcados tienen una menor productividad debido a que los índices de descomposición de la materia orgánica son menores, es también menor la disponibilidad de nitrógeno y se producen problemas por la acumulación de toxinas en el suelo.

DEFICIENCIAS DE MICRONUTRIENTES Y TOXICIDADES EN EL SUELO

Las inundaciones permanentes de los campos de arroz y el monocultivo llevan a una incidencia creciente de deficiencias de micronutrientes y toxicidades en el suelo. La deficiencia de zinc y la toxicidad causada por el hierro son los problemas más importantes que se encuentran en los trópicos. En Asia en su conjunto, la deficiencia de zinc es considerada como el mayor de los factores limitantes en las tierras húmedas de cerca de 2 millones de hectáreas.

CALIDAD DEL AGUA

La concentración de sustancias contaminantes en el agua de riego se ha ido incrementando debido a: 1) la degradación de las cuencas que abastecen los sistemas de riego; 2) los polucionantes industriales vertidos a los ríos y 3) el incremento del bombeo de agua subterránea de mala calidad. La productividad del arroz puede ser afectada negativamente por las sustancias contaminantes provenientes del agua de riego, tanto de tipo

físico (sedimentos finos y colas de minería) o sustancias químicas disueltas que causan toxicidades en los suelos.

CAMBIOS A LARGO PLAZO EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS SUELOS

Los ciclos estacionales del cultivo del suelo en húmedo y seco durante mucho tiempo conduce a la formación de suelo de labor en las parcelas. Esto produce capas en el subsuelo compactadas de una anchura de 5-10 cm. a una profundidad de 10-40 cm. Este tipo de formaciones impide el crecimiento de las raíces y, por lo tanto, la posibilidad de la planta de extraer nutrientes del subsuelo. También incrementa un ambiente tóxico en el suelo debido a una condición de encharcamiento permanente de la franja de suelo que yace encima de estas formaciones.

CAMBIOS EN EL POTENCIAL DE NUTRIENTES EN EL SUELO

El cultivo intensivo de las tierras húmedas produce un descenso en su capacidad de aporte de nitrógeno. Un balance inadecuado de nutrientes aportados al suelo incrementa la incidencia de deficiencias de fósforo y potasio en el suelo. Este desequilibrio es debido a la predominancia que se le da a la aplicación de abonados nitrogenados en lugar de a la de realizar un abonado equilibrado de todos los macro nutrientes requeridos para el mantenimiento de la fertilidad del suelo. Se estima que alrededor de las dos terceras partes de las tierras agrícolas de China es deficiente en fósforo en la actualidad, mientras que en la India cerca de la mitad de los de su superficie agrícola es considerada como baja en cuanto a la disponibilidad de fósforo.

EFFECTOS DE LOS NITRATOS EN LA SALUD HUMANA

La polución de las aguas subterráneas por nitratos es una preocupación actual de las autoridades sanitarias. Los nitratos

en concentraciones altas pueden causar methemohemoglobinemia (blue babies) en niños. La posible formación de nitrosaminas cancerígenas en el estómago, potenciado por la alta concentración de nitratos en el agua de beber puede causar cáncer de estómago en adultos. Las concentraciones normales de nitratos en las aguas de beber aceptadas en la mayor parte de los países no deben de exceder de 45 ppm de nitratos. Siguiendo estudios epidemiológicos recientes llevados a cabo en Israel, las concentraciones máximas permisibles de nitratos en el agua fueron elevadas a 90 ppm.

EXTERNALIDADES NEGATIVAS CAUSADAS POR EL USO INDISCRIMINADO DE PESTICIDAS

Las principales externalidades negativas causadas son: 1) la disminución de la salud debido directa o indirectamente a la exposición a productos químicos nocivos; 2) la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas a través de la escorrentía y la percolación; 3) la transmisión de los residuos de pesticidas a través de la cadena alimenticia a la familia del agricultor y a los consumidores urbanos; 4) un incremento en la resistencia de las plagas y enfermedades hacia los pesticidas reduciendo en consecuencia su eficacia y causando por esta razón un incremento en sus poblaciones; 5) la reducción de los insectos beneficiosos, como parásitos y predadores, que reduce la eficacia de las estrategias de controlar plagas y enfermedades, evitando la reducción en el uso de pesticidas; y 6) la reducción de las poblaciones de microorganismos en el suelo y en el agua que ayudan a mantener la fertilidad del suelo, disminuyendo por lo tanto el uso de fertilizantes químicos.

Las tecnologías modernas en arroz han tenido un significativo efecto positivo en la producción de cereales pero con las consecuencias mencionadas de repercusión sobre el medio ambiente. Se crea pues la necesidad de asegurar que los beneficios conseguidos por ellas no lo sean a base de una degradación del medio ambiente y de la salud de la pobla-

ción; siendo, por lo tanto, prioritario el determinar las externalidades causadas por estas tecnologías en los aspectos antes mencionados.

IMPACTO DE LOS PESTICIDAS EN LA PRODUCCIÓN DE ARROZ EN REGADÍO. ESTUDIO DEL CASO DE FILIPINAS

Los pesticidas continúan siendo un importante y creciente componente de las tecnologías modernas de arroz. Sin embargo su uso en la producción de arroz ha sido considerado como el principal factor en la polución medio-ambiental ya que: 1) los agricultores aplican frecuentemente insecticidas organofosforados y organoclorados más de cinco o seis veces en el período de cultivo del arroz, cuando con dos aplicaciones serían suficientes; 2) las practicas habituales de verter el agua de las parcelas a los canales de desagüe pueden causar la contaminación de ríos y lagos; 3) los residuos arrastrados por el agua pueden ser, bien tomados por la flora y fauna a las que no iban dirigidos, quedar retenidos en el suelo o/y contaminar las aguas subterráneas y las potables. Un problema mayor se presenta cuando la acumulación de estos residuos se encuentra en organismos beneficiosos como los peces. Los residuos contenidos en los alimentos representan un peligro para los consumidores si el Límite Máximo de Residuos (MRL) fijado por FAO/WHO es sobrepasado.

Más aún, la exposición prolongada del hombre a los pesticidas puede conducir a situaciones como: desórdenes cardio-pulmonares, síntomas neurológicos y hematológicos y enfermedades de la piel. Estos problemas causan absentismo durante el tratamiento y la recuperación de los agricultores de estos desórdenes, disminuyendo de esta forma la productividad del arroz. Los agricultores, que no conocen los efectos nocivos que para su salud tienen los pesticidas, sobredimensionan sus beneficios y los usan muchas veces en niveles superiores a los óptimos recomendados.

Para determinar los efectos que a largo plazo son adversos para el medio ambiente y la salud humana fue iniciado en Enero de 1989 un proyecto multidisciplinar con los siguientes objetivos:

OBJETIVOS GENERALES

Identificar la incidencia y magnitud de los efectos medio-ambientales consecuencia del uso de pesticidas en las parcelas de cultivo y fuera de ellas.

Identificar los costes tanto sociales como privados consecuencia del uso de pesticidas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar el efecto de los pesticidas en las plantas de arroz, el suelo, el agua de las parcelas de cultivo, la flora y fauna de los campos de arroz, las aguas subterráneas y en las fuentes.

Identificar los tipos de daños producidos como consecuencia del uso de pesticidas a largo plazo en la salud humana y

Cuantificar los daños derivados del nivel de uso de pesticidas.

METODOLOGÍA GENERAL

Este estudio se aleja de lo que son los paradigmas experimentales controlados para medir los efectos del uso de los pesticidas. Los efectos sobre el medio ambiente, biológicos y sobre la salud han sido medidos observando la conducta actual de los agricultores, chequeando la salud de los mismos y haciendo un muestreo de explotaciones.

El muestreo de hogares agrarios se hizo en tres provincias de Filipinas: Laguna, Nueva Écija y Quezón. Los agricultores de Laguna y Nueva Écija cultivan arroz en sistemas intensivos de regadío y aplican los pesticidas más comunes. Los agricultores de Quezón sin embargo, cul-

tivan el arroz usando solamente el agua de lluvia y no usan ni insecticidas ni herbicidas para su cultivo. Los agricultores de Laguna fueron observados durante las estaciones seca y húmeda de 1989 y la estación seca de 1990. Los de Nueva Écija durante la estación seca de 1991 mientras que los de Quezón lo fueron durante la estación seca de 1990. Los datos iniciales sobre tecnologías de producción, uso de medios de producción, etc. se dispusieron gracias a la información facilitada por la División de Ciencias Sociales de IRRI (para la muestra de Laguna desde 1966 y de la de Nueva Écija desde 1979).

METODOLOGÍA PARA LA MEDIDA DEL IMPACTO MEDIO AMBIENTAL POR EL USO DE PESTICIDAS

Los datos tanto medio-ambientales como biológicos fueron tomados de 32 hogares agrícolas de las comunidades de Calauan, Calamba, Cubayao y Biñan de la provincia de Laguna. Los datos de campo fueron tomados para tres estaciones agrícolas: la estación seca de 1989, la húmeda de 1989 y la seca de 1990. El impacto de los pesticidas sobre el medio ambiente fue estimado tanto en las parcelas agrícolas como fuera de ellas.

OBSERVACIÓN DE LOS EFECTOS DE LOS PESTICIDAS EN LAS PARCELAS

Las plantas de arroz, suelos, agua superficiales, subterráneas y de desagüe de las parcelas fueron muestreadas para la realización de análisis de residuos. Los parámetros biológicos, tales como el conteo de algas, biomasa microbiana, zooplanton, plagas y enfermedades, predadores, etc. fueron determinados para evaluar los cambios en la población y en la diversidad de las especies. Dos tipos de observación fueron realizadas: extensiva e intensiva.

Observación extensiva: se recogieron datos a determinados intervalos temporales de la muestra de explotaciones esco-

gida con una información muy amplia sobre diferentes parámetros medio ambientales y biológicos tales como residuos de pesticidas en las plantas de arroz, suelo y solución del suelo, agua de las parcelas, subterráneas y de pozos y población de algas, zooplanton, plagas y enfermedades y artrópodos beneficiosos.

Observación intensiva: dos parcelas fueron identificadas una como de bajo nivel de empleo de pesticidas y otra de alto nivel de empleo. Un muestreo de la microflora y la microfauna fue realizado a los 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 días después de cada aplicación de pesticida. Muestras de suelo, agua de las parcelas y plantas de arroz fueron realizadas a tres horas, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 15, 30 y 45 días después de la última aplicación de los pesticidas. Estas observaciones fueron realizadas para determinar el proceso por el cual la externalidad es creada en el ecosistema de la parcela.

OBSERVACIÓN DE LOS EFECTOS DE LOS PESTICIDAS FUERA DE LAS PARCELAS

Los pesticidas desaguados a los canales de riego y de drenaje que rodean a la parcela, los vertebrados acuáticos de estas aguas, tales como peces, caracoles, ranas y crustáceos fueron muestreados extensamente para conocer el contenido de residuos. Muestras de las aguas de los pozos que los agricultores usan para beber fueron también analizadas. El proceso por el cual los pesticidas son transportados a las aguas subterráneas fue observado en las parcelas donde se realizó una observación intensiva.

El Laboratorio de Toxicología de los Pesticidas y de Química del Centro Nacional de Protección de Cultivos de la Universidad de Filipinas de Los Baños en colaboración con el IRRI estimaron los daños nocivos de los pesticidas cuando son aplicados a un ecosistema de arroz. Los pesticidas estudiados incluyen el carbofuran, carbosulfan, isoprocarb, BPMC, endosulfan, lindano, monocrotopos y un

formulado consistente en la mezcla de clorpirifos y BPMC.

METODOLOGÍA PARA LA MEDIDA DEL IMPACTO EN LA SALUD HUMANA:

Para este estudio se eligió a una muestra de 152 individuos: 31 agricultores y 25 aplicadores de pesticidas de Laguna, 42 agricultores y 15 aplicadores de pesticidas de Nueva Écija y 39 agricultores de Quezón. Todos los agricultores fueron testados en un centro médico del Instituto Internacional de Investigación del Arroz (IRRI) a través de un test para un estudio médico detallado. Este estudio fue llevado a cabo por un equipo médico compuesto por un médico, una enfermera, un técnico en rayos X y un analista. La enfermera confeccionaba un historial de los hábitos de los agricultores y sus familias, incluyendo los de fumar y beber. El médico realizaba exámenes físicos completos de los agricultores siguiendo un protocolo especialmente diseñado para el proyecto. Los tests como análisis de orina, de sangre y de colinesterasa fueron realizados por el analista. Los estudios radiológicos de pecho y los electroencefalogramas fueron realizados por un técnico en rayos X.

La muestra de los usuarios de pesticidas (el grupo de personas expuestas)

Los agricultores de Laguna y Nueva Écija y los aplicadores de pesticidas comprenden el grupo de personas expuestas. Los de Laguna eran usuarios moderados de pesticidas mientras que los de Nueva Écija eran usuarios frecuentes. Ambos grupos de agricultores habían estado expuestos a los pesticidas, particularmente compuestos organofosforados, por un período de entre 15-25 años.

La muestra de no usuarios de pesticidas (grupo de control)

Los 39 agricultores de Lucban y Quezón comprendían el grupo de control. Los hogares de agricultores de este grupo tenían un nivel de renta inferior al de los del grupo de usuarios de pesticidas pero

vivían en una situación socio-económica parecida y realizaban prácticas agrícolas similares. La productividad del arroz en esta zona es menor que en Laguna y Nueva Écija. Los agricultores obtienen habitualmente una sola cosecha al año y usan menor nivel de fertilizantes y de otros medios de producción. La incidencia de las plagas y enfermedades en esta zona es menor, estando por lo tanto la zona arrocerá libre de pesticidas.

RESULTADOS

1) PERFIL DEL USO DE PESTICIDAS

Frecuencia de aplicación de pesticidas

Los agricultores de Laguna y Nueva Écija han realizado aplicaciones de pesticidas de forma creciente durante los últimos años, particularmente insecticidas. Mientras que el máximo de frecuencia de aplicaciones se alcanzó en los mediados de 1980's, su media decreció a principios de los años 1990's. La varianza de la frecuencia de aplicación decreció a lo largo del tiempo. En 1991 fueron pocos los agricultores que hicieron más de seis aplicaciones en comparación con lo que sucedía años anteriores. Esto indica una reducción en los calendarios de tratamientos.

El uso de herbicidas en Laguna y Nueva Écija ha permanecido prácticamente constante con una media de una aplicación por ciclo de cultivo. El uso de productos contra moluscos empezó a finales de los años 1980's, por un 45% de los agricultores en Nueva Écija y del 14% en Laguna. En los años 1990's la mayor parte de los agricultores de Nueva Écija están usando este tipo de productos especialmente durante la estación húmeda y en las tierras inundadas. La frecuencia media de aplicación ha permanecido sin embargo constante en alrededor de una vez por ciclo de cultivo.

Cantidad de pesticidas usados

Los agricultores arroceros de Laguna y Nueva Écija aplican insecticidas a unas dosis inferiores a lo recomendado. En Laguna la cantidad total de insecticidas usado durante la estación húmeda se incrementó desde 0,35 kg m.a./ha en 1978 a 0,43 kg m.a./ha en 1990. También durante la estación seca el uso de insecticidas se incrementó desde los 0,41 kg m.a./ha de 1988 a 0,48 kg m.a./ha en 1990. En Nueva Écija sin embargo decreció desde 1,0 kg m.a./ha en 1979 a 0,5 kg m.a./ha en la estación húmeda en 1991. De la misma forma en la misma zona su uso también decreció durante la estación seca desde 1,29 kg m.a./ha a 0,6 kg m.a./ha en 1979 y 1991 respectivamente.

Momentos de aplicación de pesticidas

El 69% de los agricultores de Laguna citaron que dicho momento era determinado por la presencia de plagas o enfermedades. El 58% de los agricultores de Nueva Écija hicieron aplicaciones cuando la infestación era muy alta, cerca del 42% cuando las plagas y enfermedades estaban presentes, incluso en densidades pequeñas. Otros criterios mencionados tales como la fecha de trasplante o de abonado eran considerados reminiscencias de los calendarios de aplicación existentes. También se han encontrado casos de tratamientos más intensivos para la completa protección del cultivo.

Tipos de pesticidas usados por los agricultores arroceros

Los agricultores arroceros filipinos usan mayoritariamente insecticidas de las categorías I y II, (considerados por la Organización Mundial de la Salud como extremadamente y moderadamente peligrosos respectivamente). Estas categorías incluyen a los insecticidas organoclorados y organofosforados. Los herbicidas usados se encuentran en categorías que fueron inferiores a la IV, con algunos representantes incluidos en categorías

inferiores a la II, aplicados especialmente durante los años 1960's y 1970's. Los pesticidas de la categoría IV son aquellos que bajo un uso normal, ocasionan raramente daños para la salud. Los helicidas usados se encuentran bajo la categoría II, particularmente los compuestos de organotin, los cuales fueron prohibidos hace dos años. El endosulfan, un insecticida organoclorado, es utilizado por muchos agricultores para el control de caracoles debido a su efectividad y su bajo precio.

Los agricultores filipinos usan más insecticidas organofosforados que organoclorados. Los insecticidas organofosforados como el metilparatión, monocrotofos, y etilazinfos son más baratos, asequibles y conocidos por su toxicidad de amplio espectro. Estos productos, populares en Filipinas, han sido, bien prohibidos o ampliamente restringidos en otros países como los Estados Unidos en 1992 (Tabla 1), fueron prohibidos por el gobierno de Filipinas en 1993. En productos como el endosulfán fue obligada una reformulación al 5%.

Los arroceros usan moderadamente carbamatos y piretroides, que son considerados de categorías moderadamente peligrosas. Las razones para este menor uso son los precios de venta al público, que en el caso de los piretroides son dos veces más altos que los de los organofosforados y organoclorados. Políticas que hagan más competitivos a los piretroides con respecto a los productos organoclorados y organofosforados podría mitigar los riesgos que el uso de los pesticidas tienen contra la salud. Los precios de los carbamatos son similares a los de los organoclorados y organofosforados.

Aplicación de los pesticidas

Todos los encuestados usan una mochila metálica de 16 litros de capacidad. Las aplicaciones suelen ser realizadas bien, temprano por la mañana, o a última hora de la tarde si fuese preciso. Las pulverizaciones suelen hacerse por delante del aplicador, por lo que éste

camina en la dirección de la nube de producto. La mayor parte de los aplicadores lo hacen a favor del viento pero uno de cada cinco lo hace en contra del mismo. Algunos pulverizadores gotean por lo que el producto químico cae sobre la espalda del usuario o desde la manguera hacia sus manos.

Cerca del 97% de los respondientes de Laguna y el 83% de los de Nueva Écija lavan los pulverizadores después de su uso. El agua proveniente del lavado se deposita, bien en los canales de riego o en las propias parcelas. Esta práctica contribuye posiblemente a contaminar el agua desaguada de las parcelas, la cual a su vez contamina a los microorganismos del ecosistema de la misma y a los de las aguas superficiales. Además, la contaminación del agua de riego podría entrar también en contacto con la piel humana y producir alteraciones.

Uso de ropa protectora

La mayor parte de los encuestados utilizan ropa protectora pero son muy pocos los que usan máscara. Las máscaras utilizadas son normalmente una camiseta o un pañuelo atados alrededor de la nariz y boca. Las ropas protectoras que visten los aplicadores no son por otra parte adecuadas para protegerles.

Casi todos los aplicadores entrevistados se bañan y cambian de ropa después de las aplicaciones, pero no necesariamente inmediatamente después. La mayoría de ellos descansan alrededor de media hora antes de hacerlo. De hecho, el descanso por sí mismo es una conducta a evitar contra los efectos nocivos de los pesticidas. Otros se lavan las manos y los pies pero no se cambian de ropa hasta la finalización del trabajo del día.

Almacenamiento y control de pesticidas

La mayor parte de los agricultores de Laguna (65%) y Nueva Écija (87%) disponen de un lugar para el almacenamiento

de los pesticidas extremadamente inseguro e incontrolado, indicando una alta probabilidad de una exposición accidental hacia estos productos químicos. Cualquier práctica que no incluya el almacenamiento de los pesticidas en un recinto cerrado fuera de la casa se considera inseguro. La mayor parte de los agricultores suelen almacenar los pesticidas en un pequeño sótano improvisado debajo del suelo de la casa, por lo que son accesibles para los niños. Además, ellos depositan las botellas vacías, bien en la parcela o apiladas en un lugar de la finca que no se encuentra cercado, donde ellos eventualmente los venden. Estas prácticas pueden conducir a una exposición eventual tanto de los agricultores y sus familias, así como de los animales de las explotaciones. También se produce una filtración de dichos productos químicos a la capa freática.

Intervalos de reentrada

Es el período después de la aplicación que permite una entrada al campo con seguridad. Este valor está basado en el tiempo requerido por el producto químico para disiparse en el medio ambiente. La mayor parte de los productos organofosforados y organoclorados necesitan un intervalo de, por lo menos, 72 horas. El 72% y el 75% de los agricultores de Laguna y Nueva Écija, sin embargo, vuelven al campo dentro de las 48 horas después del tratamiento para ver si éste ha hecho efecto. Parece ser que solamente pocos de los aplicadores manuales (que suelen ser mujeres) conocen estos requerimientos. Tampoco se encuentran señalizaciones convenientes en los campos tratados recientemente, por lo que los trabajadores manuales, niños y otros miembros del hogar de los campos recientemente tratados o colindantes están directamente expuestos a los pesticidas.

Alimentos humanos y animales obtenidos del ecosistema de las parcelas

El 34% de los respondientes de Laguna y el 63% de los de Nueva Écija reconocieron tomar alimentos, distintos de

arroz, del ecosistema de las parcelas: hortalizas, raíces de plantas, ranas y peces son los alimentos más habituales. Sorprendentemente, los agricultores que realizan más tratamientos (aquellos que dan más de tres aplicaciones por estación) son los consumidores más habituales de estos alimentos.

Además del consumo de productos directamente contaminados, los agricultores venden productos de animales que pueden haber sido contaminados por los pesticidas ingeridos mientras se alimentaban en la parcela. El 91% y 88% de los agricultores de Laguna y Nueva Écija reconocieron tomar alimentos para el ganado de dicho ecosistema. Los productos más usados incluyen granos de arroz y otros subproductos del mismo, "kangkong" (*Ipomea aquatica*), gramíneas forrageras y caracoles. Pollos, patos y rumiantes fueron los receptores más comunes de estos alimentos.

Incidencia del envenenamiento por insecticidas entre los hogares de los agricultores arroceros

Las estadísticas oficiales Filipinas muestran que de los 4.031 envenenamientos agudos por pesticidas referidos por los hospitales públicos, 603 personas murieron desde 1980 a 1987. Este número puede estar infraestimado muy posiblemente debido a que muchos de los casos no llegan a hospitales y puede que no se realicen siempre diagnósticos adecuados en los centros de salud del medio rural. La mayor parte de los envenenamientos fueron suicidios (64%), accidentales (16%) y ocupacionales (14%). En el estudio, los agricultores indicaron que los síntomas de intoxicación aguda por pesticidas eran dolor de cabeza, mareos, vómitos y dolores de estómago entre otros.

II IMPACTO MEDIO AMBIENTAL DEL USO DE PESTICIDAS

EFFECTOS DE LOS PESTICIDAS EN LAS PARCELAS

	RESIDUOS	EFFECTOS MEDIO AMBIENTALES
Suelo	No se detectaron residuos antes del trasplante	Algas verde-azuladas (Blue Green Algae) pueden disminuir como consecuencia del uso de herbicidas pero incrementa su población con el uso de insecticidas (resultados no concluyentes)
Agua	Trazas de clorpirifos 5 días después de la última aplicación	Posible reducción en la población total de algas y en la diversidad de las especies y posible desequilibrio por crecimiento de especies individuales El zooplanton cladoceran es afectado con más intensidad por los pesticidas que el copepod y ostracod
Grano de arroz	No han sido encontrados residuos en la cosecha.	
Hojas de arroz	Residuos de clorpirifos ha sido detectado hasta 15 días después de la aplicación.	
Caracoles	Presencia de monocrotofos y clorpirifos.	
Pescado, camarón	Posible presencia de isoprocarb. Mayor concentración en el cerebro.	
Ranas	Posible presencia de isoprocarb y BPMC. Los residuos de BPMC se concentran más en los tejidos musculares, riñones y corazón.	
Agua de Pozo	El insecticida Monocrotofos se encuentra en dosis por encima de la Dosis Diaria Aceptable. El Endosulfan y Clorpirifos están por debajo de dicha Dosis.	
Agua de riego y desagüe.		La concentración de residuos en las aguas de desagüe es superior a la del agua de riego.
Aguas subterráneas		Los residuos de monocrotofos y endosulfan descienden rápidamente en la superficie del suelo pero son persistentes en capas más subterráneas

III IMPACTO DEL USO DE PESTICIDAS SOBRE LA SALUD

Evidencia de perjuicios para la salud a causa de la exposición a los pesticidas

Indicadores de salud (Tabla 2)	Efectos encontrados (Tabla 3)	Relaciones entre pesticidas y Salud (Tabla 3)	Probabilidad de ocurrencia (Tabla 3)
Ojos (Pterygium)	Mayor número de casos fueron encontrados entre los colectivos expuestos.	Incremento significativo con la edad y la exposición a los productos de las categorías I y II.	0,36
Piel (excemas en uñas)	Los mayores usuarios muestran daños en la piel debido a compuestos de organotin (helicidas) y acetamatos (herbicidas).	Significativamente relacionados con compuestos de III y IV categorías.	0,3
Aparato respiratorio (asma bronquial)	Mayor presencia en los colectivos más expuestos.	Relaciones significativas con la edad, fumadores y personas expuestas a productos de las categorías I y II.	0,5 fumadores, 0,3 no fuma.
Problemas cardiovasculares	No se han presentado diferencias significativas entre los grupos de personas expuestas y no expuestas. Sin embargo, nadie menor de 40 años ha tenido ECG anormal en el grupo de los no expuestos y si el 30% del grupo de los expuestos.		
Problemas gastrointestinales (gastritis crónica)	Mayor incidencia de problemas gastrointestinales en los grupos expuestos.	Positivamente relacionada con el uso de pesticidas de las categorías III y IV pero negativamente relacionadas con los niveles nutricionales.	0,27
Polineuropatías	Ningún caso se presentó en el grupo no expuesto, considerando que los bebedores se encuentran en mayor proporción en este grupo.	Positivamente relacionado con el nivel de ingesta de alcohol y de uso de productos de las categorías III y IV.	0,11 bebedor 0,02 no bebe.

Valoración de los costes de salud consecuencia de la exposición a los pesticidas

Los costes a los que se enfrentan los agricultores como consecuencia de los daños que les ocasionan el contacto con los pesticidas han sido calculados en base a un test médico. Este provee una evaluación de los desórdenes de salud tenidos por los agricultores y su importancia. Estas incidencias pueden estar relacionadas o no con la exposición a los pesticidas. El coste del tratamiento empleado en el restablecimiento de la salud a los agricultores fue establecido. Los costes tanto médicos como de medicamentos, así como los costes de oportunidad como consecuencia del tiempo perdido en la recuperación fue utilizado como una medida del coste de salud por agricultor. La medida de estos costes ha sido de 2890 pesos filipinos (\$1 USA=27,5 pesos) por agricultor expuesto a los pesticidas y de 1790 para aquellos que no estuvieron expuestos, habiendo una diferencia entre ambos grupos de un 61%. La ecuación de regresión estimada siguiendo un modelo log-lineal fue:

$$\begin{aligned}
 HC = & 4,366^{***} + 1,192^{***} \log(\text{edad}) - 0,0756^{**} \text{peso/altura} \\
 & (1,3900) \quad (0,3130) \quad (0,0316) \\
 & + 0,9160^{***} \text{fumador} - 0,53 \text{ bebedor} \\
 & (0,2360) \quad (0,2400) \\
 & + 0,4860^{**} \log(\text{dosis de pesticidas I y II categorías}) \\
 & (0,2320) \\
 & - 0,0420 \log(\text{dosis de pesticidas de III y IV categorías}) \\
 & (0,3650)
 \end{aligned}$$

Los insecticidas de las categorías I y II tuvieron una influencia significativa en los costes sanitarios de los agricultores. La influencia de los herbicidas (categorías III y IV) no fue significativa. Los costes aumentaron un 0,49 % por cada incremento unitario en las dosis de insecticida. La falta de significación de los herbicidas en los costes sanitarios podría ser debida a la mayor incidencia que sobre la salud tienen los insecticidas comparada con la de los herbicidas.

El cociente peso/altura tiene un efecto significativo negativo en los costes de salud; por el contrario la edad y los hábitos de fumar incrementaron los costes de salud significativamente. El coeficiente de la variable de los hábitos de beber, aunque no significativamente, tiene signo negativo. Algunas deficiencias en las medidas tomadas han podido influenciar este resultado; es decir, algunos agricultores podrían haber dejado de beber porque ya tenían una enfermedad o dolencia. Además, los individuos más jóvenes o sanos, tienden a ser los que poseen más acusados hábitos de bebedores.

La ecuación anterior fue usada para estimar los costes esperados de salud para las dosis de pesticidas recomendadas en las cuatro estrategias de tratamientos consideradas: control natural (no aplicación de insecticidas), manejo integrado de plagas y enfermedades (un tratamiento), las prácticas habituales de los agricultores (dos tratamientos) y un control profiláctico (seis tratamientos). El coste medio por dosis de insecticida fue estimado para una población de no fumadores y no bebedores, de 44 años de edad, una relación peso altura de 23:5 y una dosis de uso de herbicidas de 0,5. Las estimaciones de los costes fueron de 1085 pesos filipinos para el control natural, 1519 para las recomendaciones del manejo integrado de plagas y enfermedades, 1849 para las prácticas habituales de los agricultores y 2792 para el control profiláctico.

Valoración del beneficio neto de los pesticidas

Los beneficios del uso de insecticidas y herbicidas, en términos de producción, fueron cuantificados estimando las funciones de producción para la muestra de Laguna y Nueva Écija. Los efectos esperados de los pesticidas en las producciones medias y en la varianza de las producciones fueron determinadas (Tabla 4). Los insecticidas tuvieron un efecto positivo significativo sobre la media de la producción y negativo sobre la varianza en ambas zonas.

Los beneficios de la productividad fueron evaluados, en primer lugar teniendo en cuenta una neutralidad en el riesgo y también en una situación de aversión al riesgo. El último análisis fue realizado en un marco de maximización de la utilidad.

Cuando fueron considerados los costes de salud para un agricultor con actitud neutral hacia el riesgo, los beneficios netos de los insecticidas fueron negativos (Tabla 5). En otras palabras, los efectos positivos del incremento de la producción fueron superados por el incremento en los costes de salud. La razón es la escasa incidencia que los insecticidas tenían en la producción, en comparación con los mayores efectos negativos de éstos con la salud. Un agricultor que hizo dos aplicaciones de insecticidas incrementó los beneficios económicos en 277 pesos filipinos comparado con aquel que hizo una; sin embargo los costes de salud fueron de 330 pesos, lo que supone una pérdida neta de 53 pesos. Cuando las estrategias de control de plagas y enfermedades se plantean en términos de beneficios netos (incluyendo los costes de salud), el control natural (sin aplicación de insecticidas) es la mejor de ellas seguida por la práctica común de los agricultores (dosis doble de la recomendada) y por el manejo integrado de plagas y enfermedades. Esta última estrategia es considerada peor que la anterior en términos de beneficios netos debidos a los costes de seguimiento de las poblaciones de plagas y enfermedades.

¿Continúa siendo predominante la estrategia de control natural cuando se considera la aversión al riesgo? Las estrategias de control fueron clasificadas en términos de utilidades esperadas. Cuando los costes de salud fueron considerados explícitamente, el control natural fue la opción dominante en ambas localidades (Tabla 5). El control integrado y la práctica común de los agricultores no difieren mucho y la protección total se sitúa en último lugar.

CONCLUSIÓN

La mayor parte de las evidencias presentadas sugieren que el uso de pesticidas en los campos de arroz no representa un daño medio-ambiental importante. Sin embargo, los impactos de los pesticidas a largo plazo, particularmente los residuos en peces, horizontes inferiores del suelo, en las aguas subterráneas y de pozos requieren una investigación posterior urgente.

El efecto negativo de los pesticidas en la salud humana, sin embargo, sobrepasa en gran medida los efectos en el ecosistema de las parcelas y del medio ambiente. Los efectos sobre la salud reducen la productividad de los agricultores. Problemas en ojos, piel, pulmonares y neurológicos están relacionados significativamente con la exposición a los pesticidas a largo plazo. La mayor parte de los pesticidas que podrían estar relacionados con estos daños se encuentran en las categoría I y II. Estos productos se encuentran en Filipinas a la disposición de los agricultores, cuando estando sin embargo, bien prohibidos o severamente restringidos en los países desarrollados.

Cuando son considerados los costes de salud explícitamente, los beneficios netos de los insecticidas aplicados son negativos. Los beneficios positivos del incremento de la producción tienen un menor peso que los mayores costes de tipo sanitario. El valor de la cosecha perdida es menor que los gastos de tratamiento relacionados con los problemas sanitarios y la menor productividad de los agricultores. Cuando los costes de salud son tenidos en cuenta, el control natural (no hacer nada) es la opción más rentable para el control de plagas y enfermedades. Este resultado se mantiene cuando se considera la aversión del agricultor al riesgo de la pérdida de la cosecha.

Los beneficios de reducir el uso de pesticidas son probablemente superiores a los expuestos anteriormente por varias razones. Las medidas de los efectos contra la salud que se han considerado no tie-

nen en cuenta el coste social total de las enfermedades, ya que no incluyen el valor del tiempo libre o de la reducción de las expectativas de vida de los agricultores y podría infravalorar el verdadero coste de oportunidad del tratamiento y la recuperación. Los impactos adicionales sobre los miembros de la familia no implicados directamente en el proceso productivo, a través de una exposición incidental o un envenenamiento accidental, no han sido tenidos en cuenta. Además los impactos medio-ambientales en la explotación y fuera de ella, como la contaminación de las aguas, no han sido cuantificados en términos económicos. Por lo tanto, si tuviésemos en consideración estas posibilidades, no se podría sino posicionarse más severamente en contra del uso de los pesticidas. En conclusión, las políticas que reduzcan el uso de insecticidas en la producción en Filipinas generarán muy probablemente una mejora en el bienestar social tanto el sanitario como el medio-ambiental.

El fijar impuestos que graven a los pesticidas sería una medida para reducir los riesgos de salud de los agricultores y de las externalidades medio-ambientales. Por ejemplo, si el Gobierno determinase impuestos suficientemente considerables sobre los productos de las categorías I y II, los agricultores podrían pasar a usar otros menos agresivos de las categorías III y IV. Una mayor discreción debería tenerse a la hora de importar y adjudicar las licencias de uso de los productos agroquímicos. Un control juicioso de las plagas y enfermedades es solo posible cuando tanto los políticos como los agricultores reflexionasen sobre los métodos de uso y el tipo de pesticidas usados.

La tasa de retorno de la investigación y formación que tienden a la reducción del uso de pesticidas podría ser subestimada si no se tienen en cuenta los efectos sobre la salud y el medio-ambiente. Por ejemplo, si el control integrado lleva a la reducción del uso de pesticidas, cualquier mejora asociada con la salud y la calidad medio-ambiental debería ser tenida en cuenta como un beneficio de la adopción

de este control integrado. La tasa de retorno de la investigación en un control integrado de plagas y enfermedades, teniendo en cuenta estas consideraciones debería ser mucho más alta.

BIBLIOGRAFÍA

CASTAÑEDA, A.R. AND S.I. BHUIYAN 1988. "Industrial Pollution of Irrigation Water and its Effects of Riceland Productivity". The Philippine Journal of Crop Science 13(1):27-35.

DAVIES, J.E. V.H. FREED AND F.W. WHITTEMORE (eds). 1982. An Agromedical approach to pesticide management: some health and environmental considerations. University of Miami School of Medicine in cooperation with the Agency for International Development and Consortium for International Crop Protection. Miami, Florida.

DESAI, GM. AND V. GANDHI. 1989. "Phosphorus for Sustainable Agricultural Growth in Asia: An Assessment of alternative sources and Management". Paper prepared for the symposium on Phosphorus Requirements for Institute (IRRI), Los Baños, Laguna, Philippines, 6-10 March.

Food and Agriculture Organization. 1994. Agrostat Database. Rome.

MERCADO, ABRAHAM. 1976. Nitrate and Chloride Pollution of Aquifers: A Regional Study with the Aid of a Single-Cell Model. Water Resources Research, vol. 12, nº 4, pp 731- 746.

PINGALI, P.L. AND F.G. PALIS AND V.C. RODRÍGUEZ. 1990. Pesticide externalities in Asia rice production. Paper presented at the Workshop on Environmental and Health Impacts of Pesticide Use on Rice Culture. 28-30 March 1990. New Orleans, L.A., USA.

PINGALI, P.L. AND M.W. ROSEGRANT. 1993. Confronting the Environmental Consequences of the Green Revo-

**IMPACTO DE LAS TECNOLOGÍAS ARROCERAS EN EL
MEDIO AMBIENTE Y LA SALUD**

lution in Asia. Paper presented at the 1993 AAEA International Pre-Conference on Post-Green Revolution Agriculture Development Strategies in the Third World: What's Next?

PINGALI, P.L., C.B. MÁRQUEZ AND F.G. PALIS. 1994. Pesticides and Philippine Rice Farmer Health: A Medical and Economic Analysis. *American Journal of Agriculture Economics*, vol 76: 587-592.

ROLA, A.C. AND P.L. PINGALI. 1993. Pesticides, Rice Productivity and Farmers' Health. An Economic Assessment. *International Rice Research Institute and World Resources Institute*.

SILLER, D.A. III. 1980. Measuring risk preferences of rice farmers in Nueva Écija, Philippines: an experimental approach. Ph D dissertation, Yale University, New Haven, Conn.

SMITH, K.R., R.A. CARPENTER AND M.S. FAULSTICH. 1988. Risk assessment of hazardous chemical system in developing countries. *East-West Environment and Policy Institute. Occasional Paper #5*. Honolulu, Hawaii.

TEJADA, A.W., L.M. VARCA, S.M.F. CALUMPANG, P.P. OCAMPO, M.J.B. MEDINA, C.M. BAJET, E.B. PANINGBATAN, J.R. MEDINA, V.P. JUSTO, C. DL. HABITO, M.R. MARTÍNEZ AND E.D. MAGALLONA. 1995. Assessment of Environmental Impact of Pesticides in the Rice Production. An Impact of Pesticide on Farmer Health and Rice Environment. P.L. Pingali and Roger (eds). *Kluwer Academic Publisher, Norwell, Massachusetts*. Forthcoming.

WARBURTON, H., F.G. PALIS AND P.L. PINGALI. 1995. Farmers Perception, Knowledge and Pesticide Use Practices. An Impact of Pesticides on Farmer Health and Rice Environment. P.L. Pingali and P.A. Roger (eds). *Kluwer Academic Publishers, Norwell, Massachusetts*. Forthcoming.

WHO- World Health Organization. 1986. *Early detection of occupation diseases*, Genova.

WHO-World Health Organization. 1990. *Public Health Impact of Pesticides Used in Agriculture*. United Nations Environment Programme.

Tabla 1: Situación de los insecticidas usados comúnmente en Filipinas en el Registro de los EEUU (U.S. Agencia de Protección Medio-Ambiental 1992)

Insecticida	Situación en el Registro
Organoclorados	
Endrin	No registrado en la actualidad
Endosulfán	Para uso general
Organofosforados	
Metilparatión	Para uso restringido
Monocrotofos	No registrado en la actualidad
Etil-azinfos	No registrado
Diazinón	Para uso general
Malatión	Para uso general
Fenitrotión+Malatión	No registrado con ese nombre
Clorpirifos	Para uso general
Fosfamidón	Para uso restringido
Triazofos	No registrado
Edifenfos	Sin información
Proferofos	Sin información
Carbamatos	
Isoprocarb	No registrado
Isoprocarb+Lindano	No registrado
Carbofurán	Para uso restringido
Metomil	Para uso restringido
Carbaril	Para uso general
BPMC	No registrado
BPMC+Clorpirifos	No registrado
BPMC+Endosulfán	No registrado
BPMC+Pentoato	No registrado
Formetanato	Sin información
Piretroides	
Cipermetrín	Para uso general y restringido
Deltametrín	No registrado
Fenvalerato	Para uso general y restringido
Deltametrín+Endosulfán	Sin información
Cipermetrín+Monocrotofos	No registrado
Cihalotrín	Sin información

IMPACTO DE LAS TECNOLOGÍAS ARROCERAS EN EL MEDIO AMBIENTE Y LA SALUD

Tabla 2: Daños de salud, según órganos, en los agricultores de Lucban, Laguna y Nueva Écija.

Indicadores de salud	Lucban Control (39)		Laguna Expuestos (56)		Nueva Écija Expuestos (57)	
	nº	%*	nº	%	nº	%
Ojos (pterygium)	4	10,25a	14	25,00b	38	66,67c
Sistema dermatológico	0	0,00a	8	14,29b	26	45,81c
Sistema Respiratorio	9	23,07a	27	48,21b	26	45,61b
Sistema Cardiovascular	18	46,20a	28	50,00a	28	49,12a
Tracto Gastrointestinal	0	0,00a	32	57,14b	5	8,77a
Polineuropatía	0	0,00a	3	5,36ab	6	10,53b

* Los porcentajes seguidos por la misma letra no son diferentes significativamente al nivel 0,05.

Tabla 3: Regresión Logit sobre los daños en la salud humana

	OJOS	PULMONES	POLINEU- ROPATIAS	PIEL	GASTROIN- TESTINAL	MÚLTIPLES DAÑOS
Intercept						
alfa 1	-3,2373** (1,391)	-2,8914** (1,464)	5,8633* (3,4546)	-6,7327*** (1,6778)	4,3077 (1,95)	0,0493 (1,2267)
alfa 2						-1,0807 (1,2287)
alfa 3						-2,5382** (1,2462)
alfa 4						-4,8817*** (1,3183)
Edad	0,0455*** (0,0144)	0,0501*** (0,015)	0,0508 (0,0323)	0,0218 (0,0162)	-0,0443*** (0,0159)	0,0237* (0,0125)
Peso/altura	-0,00174 (0,049)	-0,0263 (0,0488)	-0,0708 (0,1186)	0,151** (0,0780)	-0,1851** (0,0780)	-0,0354 (0,0419)
Fumador		0,6350* (0,3972)				0,6116* (0,3533)
Bebedor			1,9853* (1,1394)			-0,7123 (0,3575)
Dosis totales pesticidas I y II categorías	0,3497** (0,1714)	0,259* (0,1566)	-0,1025 (0,2967)	0,2180 (0,1546)	0,0919 (0,1695)	0,3551*** (0,1363)
Dosis totales pesticidas III y IV categorías	0,4986 (0,3942)	0,0291 (0,3918)	1,3815* (0,7131)	1,0414** (0,4267)	0,9849** (0,4348)	0,9616*** (0,3421)
Cubierta de boca		0,3833 (0,4106)				0,6309* (0,3487)
n	148	146	148	148	149	145
Chi-cuadrado	19,849	15,7	8,885	22,516	24,157	36,293

Los números entre paréntesis son los errores estándar de las estimaciones
***, **, * son significaciones al 1%, 5% y 10% respectivamente.

Tabla 4: Ecuaciones de regresión (logarítmica) para la producción de arroz en regadío (kg/ha) en Laguna y Nueva Écija, Filipinas.

Variable independiente	Laguna		Nueva Écija	
	Primer Momento	Segundo Momento	Primer Momento	Segundo Momento
Constante	8,12*** (0,34)	0,77 (0,85)	5,81*** (0,26)	0,51** (0,16)
Nitrógeno	0,12* (0,08)	0,03 (0,17)	0,49*** (0,06)	-0,06 (0,04)
Dosis de insecticida	0,06*** (0,01)	-0,12*** (0,02)	0,06*** (0,01)	-0,40* (0,02)
Dosis de herbicida	-0,12*** (0,03)	0,18*** (0,05)	-0,04** (0,02)	-0,03 (0,04)
Labor en pre cosecha	-0,12 (0,09)	-0,16** (0,07)	0,09*** (0,03)	-0,01 (0,02)
Estación (dummy)	0,29*** (0,05)	-0,33*** (0,08)	-	-

Los números entre paréntesis son los errores standar de las estimaciones.

***, **, * son significaciones al 1%, 5% y 10% respectivamente.

Estación dummy = estación húmeda, estación seca

Tabla 5: Beneficios netos y equivalentes (aversión riesgo) de distintas estrategias de uso de insecticidas que consideran el coste de salud (en pesos filipinos (1))

Estrategias de control	Nº dosis	Coste de salud estimado	Beneficio Neto	Aversión al riesgo equivalente (2)
Protección completa	6	2.792	12.638	15.944
Práctica usual agricultores	2	1.849	13.272	16.855
Control Integrado	1	1.519	12.995	16.673
Control Natural	0	1.084	13.545	17.279

(1) 1 dólar USA=27,5 pesos filipinos

(2) El coeficiente usado para la aversión al riesgo fue de 1,37

EL IMPACTO MEDIO- AMBIENTAL DEL CULTIVO DEL ARROZ SEVILLANO

DEL MORAL ITUARTE L.

*Departamento de Geografía Humana,
Universidad de Sevilla.*

RESUMEN

El arrozal de las Marismas del Guadalquivir forma ya parte esencial del conjunto de subsistemas que componen el territorio definido por el Parque Nacional de Doñana, geosistema caracterizado por sus grandes valores naturales. En este artículo se defiende la tesis de que, en el marco de la inestabilidad y el cambio que afectan a este territorio, resultado de un dinamismo físico y antrópico muy acusado, el arrozal dispone de margen para reducir sus impactos negativos y mejorar su contribución a la conservación de un patrimonio natural universalmente reconocido.

PALABRAS CLAVE:

Arroz, Doñana, Guadalquivir, Marisma.

PRIMERA PARTE: RASGOS GENERALES DEL SISTEMA MARISMEÑO

I-1. UN ESPACIO APARENTEMENTE HOMOGÉNEO PERO DOTADO DE UNA FUERTE BIODIVERSIDAD Y PRODUCTIVIDAD

Doñana constituye un patrimonio precioso e insustituible para toda la humanidad: entre África y Europa, entre el Atlántico y el Mediterráneo, en la región de Doñana se asocian el mar y la tierra, las playas, las dunas, los bosques, el matorral, las lagunas, los ríos y sobre todo, definiendo decisivamente su importancia, las marismas (COMISIÓN INTERNACIONAL DE EXPERTOS, 1992).

El reconocimiento internacional de la importancia ecológica de Doñana se inició en 1966 con la adquisición de la futura Reserva Biológica (7.000 ha.) por el World Wildlife Fund y el Gobierno de España. En 1969 se creó en su alrededor el Parque Nacional, que se amplió hasta los actuales límites en 1979 (50.000 ha.). En 1981 se

otorgó a Doñana el Diploma de Reserva de la Biosfera del Programa MAB (Man and Biosphere) de la UNESCO. Al mismo tiempo, el parque es incluido, por su gran importancia como zona húmeda, en el convenio de RAMSAR y en las zonas de protección especial de la Directiva de aves silvestre de la Comunidad Europea (70/409). En 1982, el Consejo de Europa le otorga el Diploma Europeo y, en 1994, ha sido declarado Patrimonio de la Humanidad.

Este territorio ha estado sometido a un proceso geomorfológico de gran dinamismo (BAYAN, 1995). A finales de la Era Terciaria se produjo el hundimiento generalizado de lo que ahora es la cuenca del Guadalquivir, posteriormente rellenado con depósitos de margas azules de una potencia que alcanza los 1.000 metros. Ya en el Cuaternario continuó el depósito de materiales de menor espesor, a la vez que se produjo el avance de una barra costera en dirección NO-SE formada por el aporte de arenas que fue cerrando lentamente el Estuario del Guadalquivir y formando en el interior una albufera de aguas tranquilas, todavía existente en épocas históricas: el lago Ligur o Ligustinos de fenicios y romanos. En el fondo de este lago en los últimos milenios se depositaron, a una velocidad de entre 1 y 2,5 milímetros por año, los sedimentos de origen continental que actualmente constituyen la base de las marismas. Hasta el siglo XVIII todavía se manifestaba una fuerte influencia mareal, que posteriormente se perdió casi en su totalidad pasando las marismas a tener un carácter continental.

La práctica ausencia de relieve sólo está alterada por pequeñas elevaciones (paciles, vetas) y depresiones (caños, lucios, quebradas) que, formando una sutil red hidrográfica condicionan el comportamiento hidráulico de las marismas (direcciones del flujo, velocidad, sedimentación, calidad del agua) y propicia la existencia de una gran diversidad de espacios ambientales, lo que permite una fauna y flora muy diferenciada en el espacio y en el tiempo, acentuada por la acusada variación interanual y estacional de los

procesos que les afectan (FERNÁNDEZ PALACIOS, 1990).

1-2. LA INTERVENCIÓN HUMANA

a) *La construcción ideológica de la pauta productivista justificada en la imagen negativa del medio natural ("el pantano que mata").*

Una de las características más destacadas del tratamiento que estos espacios han recibido en los dos últimos siglos es la imagen negativa que se ha transmitido de ellos a través de los medios más variados (libros de viajes, cierta literatura geográfica, informes técnicos). En todos ellos se presenta una valoración peyorativa desde un punto de vista estético de estos paisajes, que se estiman *monótonos* y *uniformes* marcados por una planitud muy distinta a la de los cánones románticos vigentes en el momento en el que se va consolidando esta imagen (OJEDA RIVERA, 1987, 1993). Por su parte, la percepción negativa desde el punto de vista productivo de los terrenos encharcadizos tiene un claro punto de partida: las concepciones productivistas que están en la base de la construcción, desde finales del siglo XVIII, de la cultura moderna, con todos sus elementos ideológicos, económicos y tecnológicos asociados.

Pero lo que resulta de mayor transcendencia es el hecho de que en la Marisma tales concepciones se prolongan en el tiempo hasta momentos muy cercanos a nuestros días. De esta manera, si en 1973 la Ley de Reforma y Desarrollo Agrario seguía incentivando el "saneamiento de lagunas, marismas y terrenos pantanosos", cinco años después, en 1978, todavía se publicaba un conocido estudio sobre el estuario del Guadalquivir que tenía por objetivo fundamental la justificación de las consecuencias más recientes de la política de bonificación (GRANDE COVIÁN, 1978). También hay que recordar que la Ley de Doñana de diciembre de ese mismo año tuvo que dedicar la disposición final cua-

tro a suspender la aplicación, en los terrenos comprendidos en el Parque y su zona de protección, de la Ley de 1918 sobre desecación y saneamiento de lagunas, marismas y terrenos pantanosos (Ley Cambó) (CARDELÚS, 1984).

b) *Las dificultades opuestas a la intervención humana por el medio marismeño: necesidad de una intervención dirigida por el Estado y la gran empresa.*

Las dificultades generales que las tierras marismeñas han opuesto históricamente a su bonificación y al asentamiento humano se han presentado en las marismas del Guadalquivir de manera particularmente aguda (MORAL ITUARTE, 1993). A la inestabilidad, la inundación periódica y la insalubridad se sumaban otros rasgos, no originales, pero especialmente intensos en este caso: la salinidad de los suelos y la falta de agua dulce disponibles en los largos estiajes, algo que no tiene parangón en otros espacios (Albufera de Valencia, Delta del Ebro, Camarga, etc.), en ciertos aspectos equiparables. Durante siglos las constricciones del medio natural han hecho de la Marisma un triángulo de repulsión, a la vez que un espacio privilegiado para el planteamiento y desarrollo de proyectos de conquista y colonización. Estas mismas circunstancias medioambientales motivan que, históricamente, la humanización del espacio marismeño haya requerido la concentración de grandes recursos. De esta manera, la bonificación solamente ha podido ser protagonizada directamente por el Estado o por grandes empresas capitalistas subsidiadas por aquel y apoyadas en los acondicionamientos hidráulicos de financiación pública, imprescindibles para la viabilidad de cualquier operación.

Los pasos, institucionales y materiales, básicos de este proceso de intervención han sido la privatización del territorio, la rectificación del cauce, la polderización, la alteración radical de la red hidrológica y la creación de un nuevo poblamiento y una nueva red viaria.

I-3. EMERGENCIA DE UNA NUEVA VISIÓN EXALTADORA DE LOS VALORES NATURALES: DE LAS ISLAS PROTEGIDAS AL "DESARROLLO SOSTENIBLE"

Paralelamente a este proceso transformador y colonizador se desarrolla una trayectoria de progresivo aumento de la conciencia sobre la riqueza biológica de la Marisma: desde los ornitólogos, cazadores y aventureros del siglo XIX hasta las formulaciones científicas del siglo XX. En este proceso destacan, por una parte, la imagen que transmiten A. CHAPMAN y G. BUCK con sus libros *Wild Spain* (1893) y *Unexplored Spain* (1910) y, por otra, los decisivos trabajos de José Antonio VALVERDE en las décadas de 1950 y 1960.

La nueva valoración naturalística de las marismas conlleva la percepción del desarrollo como opuesto a la conservación de los valores naturales. El triunfo parcial de esta percepción desemboca, con la progresiva declaración de espacios naturales protegidos, en la división de la Marisma en un espacio para la producción y otro para la conservación.

Pero a lo largo de los años setenta el modelo de islas protegidas que en Doñana había comenzado con la constitución de la Reserva Biológica empezó a resquebrajarse (HIRALDO y otros, 1995). Se ha puesto en evidencia que la naturaleza se resiste a que le impongan límites. Las áreas protegidas pierden especies sin que, a veces, se sepa muy bien por qué, y en otros casos debido a factores que actúan muy lejos de ellas. De esta manera, se ha llegado a aprender que los parques dependen del exterior, que no existe una situación de estabilidad ideal (un "equilibrio natural") sino un dinamismo permanente, que mucho de lo que es hoy *naturaleza* se debe a prácticas y usos tradicionales por parte de las poblaciones locales (HIRALDO y otros, 1995).

Por otra parte, va abriéndose camino que los inmensos valores medioambientales de Doñana pueden y deben ser el principal motor para un auténtico desarrollo

del entorno. Este proceso coincide con la emergencia del concepto de "desarrollo sostenible" como nuevo escenario, todavía inédito, de la compatibilización del progreso y la preservación de los valores naturales: presentación de los valores naturales como la mayor ventaja comparativa para el desarrollo económico de la zona.

SEGUNDA PARTE: EL ARROZAL EN EL CONJUNTO DEL SISTEMA TERRITORIAL DE LAS MARISMAS DEL GUADALQUIVIR

II-1. EL ARROZAL COMO NUEVO HÁBITAT Y COMO FUENTE ESENCIAL DE RECURSOS PARA LA AVIFAUNA SILVESTRE, EN EL CONTEXTO DE UNOS ESPACIOS NATURALES ALTERADOS

- *Los estudios sobre el valle y delta del Po de Mauro Fasola.*

En los trabajos iniciales de este investigador se puso de manifiesto que una parte importante de la avifauna del valle del Po se alimenta intensamente en los campos de arroz y en los canales de irrigación. Sus presas consisten principalmente en peces, ranas e insectos acuáticos, que se reproducen en el arrozal desde mayo a junio, justamente en la época en la que los pollos de las grullas, por ejemplo, crecen y abandonan los nidos. Las observaciones sugieren que la reproducción de estas aves está muy influenciada por la disponibilidad de hábitats húmedos para la nidación y de campos de arroz para la alimentación.

Trabajos posteriores (HAFNER, H. FASOLA, M., 1991) han demostrado que en otros países (Italia y España en particular) las colonias más importantes de grullas también usan en la actualidad los campos de arroz. Sin embargo, al mismo tiempo se pone de relieve que la densidad de las poblaciones de ardeidos, así como su éxito reproductor son más altos en las dos zonas arroceras de Italia estudiadas,

donde las presas son más abundantes, que en los arrozales de España, Francia y Grecia. Estas diferencias se deben a que algunas de las prácticas agrícolas que afectan a los arrozales conducen a una reducción en su valor como hábitats de alimentación, por ejemplo el uso de pesticidas. Además, aunque los arrozales son indiscutiblemente hábitats importantes para la alimentación, otros hábitats de agua dulce más naturales son usados ampliamente en las cinco zonas mediterráneas de cría estudiadas, estableciéndose una clara relación entre diversidad de especies y diversidad de hábitats.

- *El caso de la Albufera de Valencia: planteamientos del Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de Parque Natural de L'Albufera.*

El arrozal es el sistema más importante para la conservación de la riqueza biológica del Parque Natural de la Albufera, ya que mantiene una extensa lámina de agua durante casi todo el año, lo que sustenta la existencia de una abundante vegetación subacuática y de una fauna invertebrada asociada que constituye la base trófica de todo el ecosistema. El arrozal aporta más del 90 por 100 de los recursos alimentarios de los que se nutre la avifauna en el contexto del Parque Natural, actuando el lago como área de reproducción y refugio fundamentalmente, dada su incapacidad para regenerar las comunidades biológicas acuáticas que antaño contenía, debido al elevado nivel de contaminación que presentan sus aguas. Resulta evidente, por tanto, la enorme dependencia que las poblaciones orníticas de la Albufera tienen establecida con el arrozal para su supervivencia.

- *Los censos de aves acuáticas del Parque Nacional de Doñana (P.N.D.) y las Marismas del Guadalquivir (año biológico 1993-94).*

La precipitación total del año biológico 93/94 en la región de Doñana fue de 413,6 mm., valor que se sitúa por debajo

del promedio durante el periodo 79-93. Por otra parte, la distribución de las precipitaciones a lo largo del año no siguió los patrones promedio. A consecuencia de estas condiciones, fue un año muy malo para la marisma de castañuela y bayunco que se vio restringida a los caños y lucíos de inundación artificial. En octubre comenzaron a llegar las primeras invernales, especialmente ánsares, que al no encontrar hábitats adecuados dentro del Parque, por falta de agua, ocuparon sobre todo los humedales colindantes, especialmente arrozales, que, debido al manejo artificial de las aguas, se encontraban inundados. Durante el periodo reproductivo el grueso de las poblaciones de aves acuáticas se localizó fuera del Parque. La falta de precipitaciones no afectó tanto a la colonia de ardeidos de la Corta de los Olivillos (garcillas bueyeras y cangrejas, garcetas y martinetes), ya que dispuso de los arrozales colindantes como áreas de alimentación. A pesar de que el número de hectáreas inundadas durante ese año para el arroz fue mucho menor que otros años, fue suficiente para garantizar una cierta productividad.

Como conclusiones, el informe resalta la importancia que tienen los humedales del entorno del Parque para las aves acuáticas, de lo que se desprende la necesidad de una gestión coordinada, en cuanto a conservación, del área protegida y del entorno. Con respecto al arrozal, dada la importancia que tiene como hábitat de invernada al principio del otoño, se recomienda concretamente llegar a algún tipo de acuerdo con los propietarios a fin de que retrasen las labores de fanguero (gradeo del rastrojo) hasta que el Parque reúna las condiciones necesarias para albergar al grueso de la población, sobre todo en años secos. Al fanguear las tablas los restos vegetales y los granos de arroz se entierran quedando inaccesibles para los ánsares.

- *La definición de la función del arrozal en el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN) del Parque Natural del Brazo del Este.*

Por lo que se refiere a este espacio protegido, el arrozal se localiza en las explotaciones lindantes con el viejo cauce del Brazo del Este a lo largo de ambas márgenes y, específicamente, en los sectores del Convento y la Margazuela. Por lo general, el cultivo del arroz resulta beneficioso para el Paraje, ya que constituye la principal fuente de aporte hídrico, precisamente, a partir del momento en que comienza el periodo más deficitario, que coincide con el final de la primavera. Por ello, las tablas de arroz actúan como reservas de humedad alternativas que contribuyen de forma extraordinariamente importante al mantenimiento de la avifauna del entorno de Doñana, al permanecer con agua hasta el mes de octubre, mientras que el resto de la marisma permanece seca. Durante el verano acuden al Brazo numerosas especies procedentes de zonas cercanas en busca de alimento y descanso (en verano, el charrancito, el fumarel común, el fumarel cariblanco y la pagaza piconegra, además de multitud de especies de anátidas y limícolas; en invierno, la garcilla bueyera, la garceta, el avefría, la gaviota reidora, etc.). El cultivo del arroz no sólo se considera compatible en el ámbito del Paraje, sino aconsejable para su contribución al mantenimiento del régimen de inundación del Brazo.

II-2. EL ARROZAL COMO MECANISMO DE OCUPACIÓN Y ALTERACIÓN DEL DOMINIO PÚBLICO

Una vez aclaradas las posibilidades de coexistencia de arrozal y conservación es necesario situar los principales conflictos que dificultan el desarrollo de una adecuada integración.

En primer lugar hay que mencionar la tendencia expansiva del cultivo y la transformación de espacios no alterados, y especialmente *el problema de la ocupación de los elementos singulares de la red hidrológica de dominio público*.

Este problema está perfectamente definido en el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN) del Paraje

Natural del Brazo del Este, por lo que las consideraciones que se hacen en él son suficientes para situar el tema.

La ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas y su Reglamento, confirmando toda la normativa anterior, otorga claramente el carácter de dominio público marítimo-terrestre a las márgenes de los ríos hasta el sitio donde se haga sensible el efecto de las mareas, incluyendo las marismas, albuferas, marjales, esteros y, en general, los terrenos bajos que se inundan como consecuencia del flujo y reflujo de las mareas, de las olas o de la filtración del agua del mar, así como los terrenos ganados al mar como consecuencia directa o indirecta de obras, y los desecados en su ribera. Dada la contradicción entre esta definición legal y la realidad, el Plan considera como medidas de carácter urgente: solicitar del Servicio Provincial de Costas que desarrolle con la mayor celeridad los trabajos de deslinde del dominio público marítimo-terrestre del Brazo; redefinir el ámbito de protección del paraje adaptándolo a los resultados del deslinde; restituir a la situación inicial los terrenos de dominio público invadidos por cultivos u otros usos abusivos, destinándolos a medidas de regeneración.

II-3. EL ARROZAL Y EL IMPACTO DE FERTILIZANTES Y FITOSANITARIOS EN EL ENTORNO DE DOÑANA

- *Reconocer las ventajas comparativas del cultivo del arroz sin desconocer el grave problema de la contaminación.*

En la *Albufera de Valencia*, pese a la definición positiva que los organismos responsables de su protección hace del cultivo del arroz, en relación con prácticas agrícolas más contaminantes, se reconoce que el incremento en el uso de herbicidas y algicidas a consecuencia de la siembra directa, ha contribuido a la desaparición de la vegetación acuática en el lago y en muchas acequias y canales (GENERALITAT VALENCIANA, 1991). Es necesario intensificar las investigaciones sobre sistemas alternativos de control de

plagas que no utilicen productos químicos tóxicos directamente sobre el arrozal (lucha biológica, tratamientos con feromonas, etc.), fomentando estos sistemas en el arrozal de los bordes del lago con preferencia sobre otras zonas. También se considera conveniente la adopción de medidas tendentes a promover la realización de tratamientos conjuntos, con lo que se conseguiría una reducción en el coste de los tratamientos, asegurándose una regulación y control más efectivos de los mismos. De la misma forma, se considera conveniente efectuar un cierto control y coordinación sobre el tratamiento con herbicidas del arrozal, especialmente en lo relativo a fechas y zonas a tratar.

Lo mismo cabe señalar respecto a la situación en el *Brazo del Este del Guadalquivir*, en cuyo P.O.R.N se señala: la calidad de las aguas varía a lo largo del año, siendo mejor durante el invierno, ya que el aporte hídrico proviene del agua de lluvia. En verano, sin embargo, los aportes provienen de los cultivos de arroz y del encauzamiento, terminando en el Brazo parte de los productos fitosanitarios de los cultivos limítrofes y vertidos urbanos del Caño de la Vera. La calidad del agua de algunos tramos del cauce puede verse afectada por los vertidos de pesticidas utilizados por los arroceros en sus cultivos que llegan al cauce del Brazo. Los tratamientos, además, suelen realizarse para las grandes superficies con *medios aéreos*, lo que facilita su dispersión de forma directa a través del aire o de las aguas hacia las áreas no cultivadas y de mayor interés ecológico. Las *especies de invertebrados* presentes en el Paraje son comunes, generalistas y prácticamente sin interés, debido sobre todo a la cantidad de productos fitosanitarios -plaguicidas y herbicidas- y de fertilizantes inorgánicos que se utilizan en los cultivos de arroz y herbáceos en regadío. Por estos motivos, entre las determinaciones del Plan se encuentran: instar a la Consejería de Agricultura a que haga extensivo el ámbito de aplicación de la Orden de 15 de septiembre de 1992, por la que se regula el empleo de fitosanitarios en los cultivos

del Brazo del Este, a las parcelas colindantes en una franja periférica de 100 m.; no permitir el empleo de herbicidas en las márgenes de los cauces y canales que atraviesan el Paraje; y prohibir la realización de tratamientos fitosanitarios por medios aéreos.

- *Las enseñanzas del juicio sobre la mortalidad de aves de agosto-octubre de 1986: regulaciones vigentes y prácticas reales.*

Los hechos probados en este juicio que aquí interesan son los siguientes: para tratar a prevención las plantaciones de arroz contra la plaga del gusano rojo (larva de quirinómido que ataca la raíz de la planta recién sembrada), los 30 arroceros acusados usaron en sus arrozales el producto comercial Folidol M-35, organofosforado de categoría general C de uso prohibido en zonas húmedas, compuesto de metilparatión al 35%. No existe lugar a dudas de que la acción de vertido del producto Folidol M-35 contravino la normativa administrativa sobre el medio ambiente. También, otros 132 arroceros de la Marisma compraron otros productos de categoría B para la fauna terrestre y C para la fauna acuícola que usaron mayoritariamente para el tratamiento del gusano rojo. Como reconoce un informe de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía de 24 de septiembre de 1986, el Folidol M-35 se solía utilizar también durante los meses de julio y agosto para combatir el cangrejo muy abundante en la zona. Otros 61 arroceros que también habían comprado el producto Folidol M-35 negaron que lo utilizaran en las tablas de arroz, afirmando que lo usaron para la desinfección de almacenes, por lo que no fueron procesados ni posteriormente acusados.

De la sentencia interesa destacar las siguientes consideraciones. Se exime a los funcionarios acusados de toda responsabilidad, "lo que no quiere decir que la actuación de los responsables de la Junta de Andalucía no sea objeto de dura crítica, por la práctica inexistencia de controles admi-

nistrativos y de información en la zona, a pesar de la peligrosidad de los productos utilizados. Por ello, no es que no apreciemos una actitud reprochable en los acusados, sino que a nuestro entender no existen preceptos penales que las sancionen". No se investigaron las conductas de aquellos arroceros que usaron productos de categoría B, cuyo uso está condicionado en zonas húmedas, ya que la peligrosidad de los plaguicidas no depende sólo de su grado de toxicidad, sino también de las cantidades utilizadas, modo y lugares de empleo. No se puede entender por qué no se acusó a los responsables de una finca perfectamente identificada, en la que a finales del mes de abril o comienzos de mayo se fumigaron las tablas de arroz con el producto Folidol M-35, por cuanto la actuación es idéntica a la de los arroceros acusados. Pero no sólo no se les acusó penalmente, sino que a pesar de tener los técnicos de la Agencia de Medio Ambiente conocimiento personal de tal hecho, ni siquiera se procedió a instruir el oportuno expediente administrativo. En el banquillo de los acusados sólo se encontraban un número limitado de los arroceros, aquellos que habían confesado la verdad; otra gran mayoría, que habían realizado actos similares y que habían justificado de forma poco convincente el uso de organofosforados en otros lugares diferentes a las tablas de arroz (para limpiar almacenes), no habían sido acusados. Gráficamente, uno de los acusados manifestó con enorme desconsuelo, que en el banquillo sólo estaban los tontos, porque en la Marisma todos hacían lo mismo desde siempre y no les había pasado nada. Como suele ocurrir con demasiada frecuencia en nuestro país, concluye la sentencia, si bien es cierto que existe una legislación suficiente e idónea para alcanzar los fines deseados, los mecanismos de control para conseguir su respeto y observancia dejan mucho que desear.

II-4. EL GRAN PROBLEMA PARA LA DEFINICIÓN DEL ESPACIO ECOLÓGICO DEL ARROZAL MARISMEÑO: EL AGUA

No es posible en estas líneas desarrollar todas las implicaciones del problema

del agua en las relaciones entre el arrozal y Doñana. De manera telegráfica, hay que partir de un dato esencial: *la situación del balance hídrica de la cuenca del Guadalquivir se caracteriza por el déficit estructural*. Sobre esta base habría que realizar valoración de la demanda hídrica del arrozal con respecto a criterios económicos (eficiencia o rendimiento), sociales (puestos de trabajo, cohesión social), medioambientales (papel del cultivo en el mantenimiento de la productividad y la biodiversidad del sistema).

Más concretamente, hay que considerar *el caso específico del arrozal suministrado a partir de bombeos del acuífero Almonte-Marismas*. Ya hace tiempo ha quedado aclarado que en buena parte del acuífero debajo de las marismas los niveles del agua subterránea de los pozos profundos han descendido, pasando desde surgencias de más de 1 m. sobre el terreno hasta alcanzar en la actualidad más de 2 m. por debajo de la superficie en algunos lugares y en estiaje. Este descenso es atribuible básicamente a la explotación del acuífero cautivo en el entorno de Villamanrique de la Condesa, en parte por las extracciones para el cultivo de arroz en Hato Blanco. Otra consecuencia de esta explotación es el aumento de la salinidad de las aguas extraídas por pozos profundos en el sector oriental, debido al desplazamiento de agua subterránea salina natural a causa de la modificación creada por estos bombeos (COMISIÓN INTERNACIONAL DE EXPERTOS, 1992). Por la vegetación que existió en diversos puntos del entorno norte (entre El Rocío y el Guadiamar) es lógico que hubiese descargas a las cañadas del Partido, de la Mayor, Juncosilla, etc. y tal vez incluso al caño Guadiamar. La existencia en épocas pasadas de algunos bosques en galería indica que existieron descargas. El balance hídrico indica la posibilidad de afecciones importantes, con descensos piezométricos muy acusados de los pozos profundos, superiores a 10 m. en algunos lugares, con valores absolutos que llegan a estar por debajo del nivel del mar.

Otro tema actualmente básico es la presión del sector en pro de nuevas infraestructuras hidráulicas, con la consiguiente exportación de impactos a los espacios serranos generadores de recursos hidráulicos (Andévalo, Sierra Norte de Sevilla, Hornachuelos) y al tronco del Guadalquivir (Breña II, Ubeda la Vieja).

Mención especial requiere el proyecto de presa-esclusa y la consiguiente artificialización definitiva del estuario del Guadalquivir. Siguiendo el trabajo recientemente realizado sobre el proyecto (GARCÍA NOVO, F., TOJA SANTILLANA, J. y GRANADO LORENCIO, C., 1994), pueden adelantarse las siguientes observaciones:

La construcción de la presa modificaría el esquema funcional actual del Estuario (agua, salinidad, sedimentos, nutrientes, peces y organismos acuáticos), diferenciando el Estuario en dos tramos: aguas abajo, con mareas, más salino; aguas arriba un tramo sin marea, con depósito de materiales finos y menor salinidad, parecido a un lago alargado de agua dulce.

En las márgenes junto a su desembocadura y la plataforma litoral, los cambios en velocidad del agua y carga en suspensión son susceptibles de afectar la línea de costa del Parque Nacional y en todo caso de inducir cambios en las comunidades marinas explotadas, algunas de las cuales (langostino, peces planos), son además de importancia económica.

La descarga de vertidos depurados y efluentes agrarios contaminados (contaminación difusa) en el Estuario facilitarían la floración de algas, produciéndose aumentos importantes de la biomasa de fitoplancton, que alcanzaría probablemente valores de 200 mg/m³ de clorofila o superiores, con un *color verde intenso* en el agua, aunque sin mal olor. En situaciones desfavorables, de eutrofia, estratificación y escaso tráfico fluvial, el paso de un buque grande podría remover fondos ya anóxicos y provocar mortandades de peces.

No existe suficiente información sobre el Estuario del Guadalquivir para fundamentar cuantitativamente las previsiones sobre su funcionamiento bajo diferentes escenarios de gestión ambiental: depuración de los vertidos del Aljarafe y pueblos ribereños, variaciones en las precipitaciones, cambios en la política agrícola en la cuenca. Tampoco es posible simular adecuadamente el comportamiento de las variables limnológicas o las poblaciones de peces sobre emplazamientos alternativos de la presa.

CONCLUSIONES

Históricamente, al menos durante los dos últimos siglos, ha dominado una percepción del desarrollo como un proceso opuesto a la conservación de los valores de la naturaleza. Al mismo tiempo la conservación se ha identificado con la exclusión de la actividad humana en ciertos espacios. Esta dialéctica ha conducido, en el mejor de los casos, a la constitución de islas de protección rodeadas de un entorno agresivo. Sin embargo, desde hace años el modelo de islas protegidas se ha resquebrajado: la naturaleza se resiste a que le pongan límites. En la naturaleza, al menos en ámbitos mediterráneos, no se puede encontrar una situación de estabilidad ideal, un "equilibrio natural" ideal, sino un dinamismo permanente condicionado por la presencia milenaria del ser humano. Mucho de lo que es hoy naturaleza se debe a prácticas y usos tradicionales por parte de las poblaciones locales y mucho de lo bueno que se pueda conservar en el futuro se debe a las actuaciones que hoy en día se están llevando a cabo (HIRALDO y otros, 1995).

En este sentido, por lo que se refiere al arrozal de la región de Doñana, es necesario dar los siguientes pasos:

1- Avanzar en la comprensión de la posición y la función del arrozal, a distintas escalas, en el conjunto del geosistema del que forma parte y a cuya configuración actual ha contribuido a veces decisiva-

mente: desde su función con respecto a los valores paisajísticos y etnográficos, hasta el papel de los diferentes elementos del sistema arrocero (tablas, canales, drenaje, calidad del agua) en relación con la flora y fauna.

2- Definir, con criterios de biodiversidad y productividad, las condiciones que permitan al arrozal mejorar su relación con esos mismos ecosistemas de los que forma parte. Entre estas condiciones ya se pueden proponer las siguientes:

a) Desafectación de zonas sensibles ocupadas (elementos singulares de la red hídrica, espacios de dominio público).

b) Prácticas culturales menos impactantes, en relación con el fanguero, con el mantenimiento de la red de conducción y drenaje, con la calidad del agua y con los fertilizantes y tratamientos utilizados.

3- Definir la extensión posible del arrozal en relación a la disponibilidad de recursos hídricos. Esto implica, evitar conducir al sector a planteamientos maximalistas con propuestas de intervención de fuerte impacto, como el proyecto de presa exclusa en el Guadalquivir.

4- Introducir criterios de rentabilidad social en el reparto de los recursos disponibles (reparto social del agua en períodos deficitarios).

5- Aprovechar al máximo las perspectivas que, pese a sus limitaciones, se abren con la nueva política agroambiental de la Unión Europea, desde el Reglamento 2078/92 (CEE) de 30 de junio de 1992 a los "Programas de apoyo a prácticas de producción compatibles con las exigencias del medio ambiente y con la conservación del espacio natural" de 1995. En concreto, las posibilidades de los reales decretos 51/1995, de 20 de enero y 632/1995, de 21 de abril, en su aplicación a la zona de influencia del Parque Nacional de Doñana (transformación de cultivos herbáceos en pastos; protección de flora y fauna en humedales racionalizando el

empleo de fertilizantes y productos fitosanitarios de síntesis, la mejora de pastos y el mantenimiento de cultivos tradicionales inundados; retirada de la producción de tierras de cultivo durante al menos veinte años, incluyendo desafectación de arrozales regados con aguas subterráneas).

En este orden de cosas, son de destacar las propuestas del "Programa de mantenimiento del cultivo tradicional del arrozal en el Parque Natural de L'Albufera de Valencia (ZEPA, RAMSAR) y su compatibilización con la conservación del potencial biogenético" (CONSELLERIA DE MEDI AMBIENT/GENERALITAT VALENCIANA, 1995).

6- Todo esto exige un fuerte cambio cultural y una evaluación y distribución de los costes que el conjunto de la sociedad, como beneficiaria de la mejor conservación del patrimonio natural, deba asumir.

BIBLIOGRAFÍA

AGENCIA DE MEDIO AMBIENTE/ CONSEJERÍA DE CULTURA Y MEDIO AMBIENTE/JUNTA DE ANDALUCÍA (1994).- *Criterios para la elaboración del Plan de Ordenación de Recursos Naturales del Paraje Natural Brazo del Este. Fase de propuesta*, EPYPSA.

BAYAN JARDÍN, B. y DOLZ RIPOLLÉS, J. (1995).- "Las aguas superficiales y la marisma del Parque Nacional de Doñana", en *Revista de Obras Públicas*. Órgano profesional de los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, nº 3.340, pp. 17-29.

CARDELÚS Y MUÑOZ SECA, B. (1984).- "Legislación española sobre zonas húmedas" en *Las zonas húmedas en Andalucía*, Madrid, MOPU/Junta de Andalucía.

COMISIÓN INTERNACIONAL DE EXPERTOS SOBRE EL DESARROLLO DEL ENTORNO DE DOÑANA (1992).- *Dictamen sobre Estrategias para el Desa-*

EL IMPACTO MEDIO-AMBIENTAL DEL CULTIVO DEL ARROZ SEVILLANO

rollo Socioeconómico Sostenible del Entorno de Doñana, Sevilla, Junta de Andalucía.

ESTACIÓN BIOLÓGICA DE DOÑANA/EQUIPO DE SEGUIMIENTO DE PROCESOS NATURALES, CSIC (1995).- *Informe anual sobre aves acuáticas en las marismas del Guadalquivir. Año biológico septiembre 93-agosto 94*, Sevilla, febrero 1995.

FASOLA, M. (1983).- "Nesting populations of herons in Italy depending on feeding habitats", en *Boll. Zool.*, 50, pp. 21-24.

FASOLA, M. (1986).- "Resource Use or Foraging Herons in Agricultural and Non agricultural Habitats in Italy", en *Colonial Waterbirds*, 9 (2), pp. 139-148.

FERNÁNDEZ PALACIOS, J.M., MARTOS SALINERO, M.J. y RUBIO GARCÍA, J.C. (1990).- "Las marismas atlánticas andaluzas", *Quercus*, núm. 54.

GARCÍA NOVO, F., TOJA SANTILLANA, J. y GRANADO LORENCIO, C. (1994).- *Impactos ecológicos de la creación de un embalse para el riego del arroz sobre el estuario del Guadalquivir. Evaluación de alternativas*, Grupo de Ecología de las Aguas Continentales/Facultad de Biología/Universidad de Sevilla.

GENERALITAT VALENCIANA/CONSELLERIA DE MEDI AMBIENT (1991).- *Plan Especial de Protección del Parque Natural de la Albufera*.

GRANADO LORENZO, C. y SANCHO ROYO, F. (1985).- "La pesca en el río

Guadalquivir: pasado, presente y futuro", en *El Río. El Bajo Guadalquivir*, Equipo 28, pp.142-146.

GRILLAS, P. y MESLÉARD, F. (1993).- "Experimental restoration of abandoned rice fields in Camargue", en *Bases ecológicas para la restauración de humedales en la cuenca mediterránea. Jornadas técnicas internacionales*, La Rabida (Huelva), 7-11 junio 1993.

GRANDE COVIÁN. R. (1978),. *El estuario del Guadalquivir y su problemática agrosocial*, Madrid, Ministerio de Agricultura/IRYDA.

HIRALDO CANO, F., DELIBES CASTRO, M. y HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, SANTIAGO (1995).- "Doñana incierta", en *Revista de Obras Públicas*, órgano profesional de los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, nº 3.340, pp. 83-94.

MORAL ITUARTE, L. (1993).- "El cultivo del arroz en las marismas de Doñana: situación actual y perspectivas" en *Agricultura y Sociedad*, núm. 67, abril-junio, pp. 205-233.

OJEDA RIVERA, J., coord. (1993).- *Intervenciones Públicas en el Litoral Atlántico Andaluz. Efectos Territoriales*, Sevilla, Agencia de Medio Ambiente.

Sentencia núm. 377, del 21 de diciembre de 1992, del Juzgado de lo Penal número 11 de Sevilla, sobre la mortalidad de aves acaecida en el entorno del parque Nacional de Doñana entre los meses de agosto y octubre de 1986.

P.V.P. 2.850 pta