

Colección: CONGRESOS Y JORNADAS N.º 17/1990

Jornadas  
técnicas  
sobre:  
EL AGUA Y EL SUELO,  
LABOREO DE CONSERVACIÓN

SEVILLA  
8y9-mayo

PONENCIAS Y COMUNICACIONES



JUNTA DE ANDALUCIA  
*Consejería de Agricultura y Pesca*

DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION Y EXTENSION AGRARIAS.







**JUNTA DE ANDALUCIA**  
*Consejería de Agricultura y Pesca*

DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION Y EXTENSION AGRARIAS

Publicación de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía  
Edita: DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION Y EXTENSION AGRARIAS  
Centro de Información y Documentación Agraria - Sevilla

Depósito Legal: SE-1930-1990

Fotocomposición: FOTOTEC, S.A.

Imprime: PAO, SUMINISTROS GRAFICOS, S.A. - Sevilla

# INDICE DE PONENCIAS

## PRIMERA SESION

### PRIMERA PONENCIA

- «La erosión en los suelos agrícolas y forestales de Andalucía»  
Serafín López-Cuervo Estévez  
E.T.S. de Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid . . . . 11

### SEGUNDA PONENCIA

- «Conservación agrícola de suelos y aguas»  
Pedro González Fernández y D. Juan Vicente Giráldez Cervera  
DGIEAJA y E.T.S. de Ingenieros Agrónomos, Universidad de Córdoba . . . 19

### TERCERA PONENCIA

- «Agronomía del laboreo de conservación en cultivos anuales»  
Eliás Fereres Castiel  
DGIEAJA y E.T.S. de Ingenieros Agrónomos, Universidad de Córdoba . . . 35

### Comunicaciones

- César Fernández Quintanilla, Empresario  
S.I.A. Comunidad de Madrid  
José Manuel Moreira Madueño, Agencia del Medio Ambiente  
Sevilla . . . . . 47

## SEGUNDA SESION

### CUARTA PONENCIA

- «Agronomía del laboreo de conservación en cultivos leñosos»  
Miguel Pastor Muñoz-Cobo  
DGIEAJA, Córdoba . . . . . 67

## **QUINTA PONENCIA**

«Aceptación de las nuevas técnicas de laboreo por los agricultores» Antonio Valera Gil, Monsanto España, S.A. Sevilla .....	87
---	----

## **SEXTA PONENCIA**

«El laboreo de conservación en el manejo de praderas y pastos» Joaquín Terceño Ramos. Jefe de Departamento de Promoción Ganadera Servicio de Producción animal. Dirección General de Agricultura, Ganadería y Montes Sevilla .....	97
---	----

## **Comunicaciones**

Milagros Saavedra Saavedra DGIEAJA, Córdoba Alberto García de Luján Gil de Bernabé DGIEAJA, Jerez de la Frontera Carlos Zaragoza Larios, SIA, Diputación General de Aragón .....	117
--	-----

## **TERCERA SESION**

### **SEPTIMA PONENCIA**

«Maquinaria necesaria para los sistemas de laboreo de conservación» Jesús Gil Ribes, E.T.S. de Ingenieros Agrónomos Universidad de Córdoba .....	149
--	-----

### **OCTAVA PONENCIA**

«Repercusión de las nuevas técnicas de laboreo de conservación en los costes de producción» José Luis Hernanz Martos, E.T.S. de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid .....	171
---	-----

### **NOVENA PONENCIA**

«La conservación del suelo y del agua en el contexto español y comunitario» Juan Corominas Massip, Director General del Instituto Andaluz de Reforma Agraria .....	185
---	-----

## **Comunicaciones**

Pedro Arnal Atarés, ITGC-Pamplona Juan Fuentes Luna, E.T.S. de Ingenieros Agrónomos Universidad de Córdoba Jesús López Giménez, E.T.S. de Ingenieros Agrónomos Universidad de Córdoba .....	199
---	-----

<b>Conclusiones</b> .....	221
---------------------------	-----

**JORNADAS TECNICAS SOBRE:  
«EL AGUA Y EL SUELO,  
LABOREO DE CONSERVACION»**

**PONENCIAS  
PRIMERA SESION**





I  
**LA EROSION EN LOS SUELOS  
AGRICOLAS Y FORESTALES  
DE ANDALUCIA**

**SERAFIN LOPEZ-CUERVO ESTEVEZ (\*)**

(\*) E.T.S. de Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid



# LA EROSION EN LOS SUELOS AGRICOLAS Y FORESTALES DE ANDALUCIA

Serafín López-Cuervo Estévez

La preocupación por el problema de la degradación del suelo queda patente en el Artículo primero de la Carta Europea del Suelo del Consejo de Europa (Estrasburgo-1972): «El suelo es uno de los bienes más preciosos de la humanidad. Permite la vida de los vegetales, animales y del hombre sobre la superficie de la Tierra».

Esta introducción lo es a su vez del Programa de Estados Erosivos recientemente finalizado por el ICONA.

De los procesos de degradación del suelo: erosión acelerada provocada por el hombre, erosión hídrica, eólica, salinidad y sodificación, avenidas, drenaje insuficiente y contaminantes agroquímicos, el estudio de la erosión hídrica constituye el objetivo de la metodología establecida por el ICONA en las publicaciones de Estados Erosivos de las cuencas hidrográficas peninsulares. Sin embargo, la definición de los elementos del medio físico realizada y la estructura de configuración de las bases de datos establecidas, constituyen un marco adecuado para el análisis completo del proceso, mediante la integración del resto de los factores específicos que inciden en la fenomenología de la degradación del suelo.

Los estudios se enmarcan en la definición geográfico-administrativa de Cuenca Hidrográfica y de las diez unidades en que por tal concepto se divide la España peninsular. Andalucía queda comprendida en la totalidad de la Cuenca del Sur, el 93% de la del Guadalquivir, el 15% de la del Guadiana y el 6% de la Cuenca del Segura. Y su objetivo es el conocimiento de la dinámica actual de la degradación del suelo por erosión hídrica, laminar y en regueros, con independencia de los procesos de erosión anteriores a su estado actual.

Metodológicamente el programa consta de dos fases, la primera de cualifica-

ción del proceso mediante la definición de paisajes erosivos, según la siguiente expresión:

Aprovechamientos + Pendientes + Litofacias = Paisaje erosivo

Dichos elementos se dividen en los siguientes estratos:

Aprovechamientos: Su clasificación se realiza de acuerdo con las normas de FAO: «Índices de protección del suelo por la vegetación». La estratificación se realiza en el Mapa a escala 1:50.000 de Cultivos y Aprovechamientos editado por el Ministerio de Agricultura.

<b>Código</b>	<b>Aprovechamiento</b>
1	Improductivo: Cascos urbanos, superficies de agua.
2	Cultivos de regadío.
3	Cultivos arbóreos y viñedos de secano.
4	Cultivos herbáceos de secano.
5	Erial a pastos, matorral disperso y arbolado con cabida cubierta < 0,2.
6	Pastizales permanentes.
7	Arbustos y matorral.
8	Arbolado con cabida cubierta entre 0,2 y 0,7.
9	Arbolado con cabida cubierta > 0,7.

Pendientes: Se definen cinco estratos según consideraciones relativas a las posibilidades de laboreo o cultivo en distintas pendientes, así como a los tipos de defensas aplicables en función de dicho factor. Así, por ejemplo, el 20% se considera el límite práctico del laboreo aceptable y el 35% el límite absoluto para el tractor agrícola. Por otra parte, el 12% es el límite para la construcción de terrazas americanas (perfil en S muy tendido) y para la suficiencia del laboreo a nivel como medida protectora. Esta clasificación se hace en el Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

<b>Código</b>	<b>Pendiente (%)</b>
1	0 - 3
2	3 - 12
3	12 - 20
4	20 - 35
5	> 35

Litofacias: Se establecen cinco estratos según su mayor o menor erosionabilidad del suelo y con base a las formaciones contenidas en los Mapas Litológicos a escala 1:200.000 del I.G.M.

Estos mapas digitalizados por métodos vectoriales, con ancho de malla de un milímetro, constituyen una base de datos de ficheros independientes, que posibilita tanto la actualización de un elemento en concreto, como reprocesar y obtener nuevos mapas temáticos, mediante cambios en los criterios o algoritmos de intersección.

De las 225 combinaciones posibles, se calcula su distribución y superficie total, para posteriormente reducirse a 30 los paisajes erosivos dentro de cada cuenca.

La segunda fase o de cuantificación se realiza aplicando la ecuación universal de pérdidas de suelo (USLE):

$$A = R \cdot K \cdot S \cdot L \cdot C \cdot P$$

Donde:

A (t/ha)= Pérdidas de suelo.

R (J·cm/m<sup>2</sup>·hora)= Índice de erosión pluvial.

K (t·m<sup>2</sup>·hora)/(ha·J·cm)= Factor de erosionabilidad del suelo.

L (m)= Factor longitud de pendiente.

S (%)= Factor pendiente.

C (adimensional)= Factor cultivo.

P (adimensional)= Factor prácticas de cultivo.

La determinación de estos elementos se realiza por métodos fotogramétricos (L,S) y por trabajos de campo y laboratorio el resto de los factores.

Se eligieron 500 parcelas por cuenca, con una superficie de 100 ha/parcela. Los criterios para el reparto de la muestra son, por una parte, la superficie del estrato y, por otra, la importancia relativa de los productos de erosión propios de cada estrato.

Las pérdidas por paisaje se obtienen aplicando los resultados medios obtenidos de la fórmula paramétrica. En la edición de los mapas de niveles erosivos se realiza una agrupación por intervalos con arreglo al siguiente criterio:

Nivel erosivo	Pérdidas de suelo (t/ha año)
1. Ninguno o muy ligero	0 - 5
2. Ligero	5 - 12
3. Bajo	12 - 25
4. Moderado	25 - 50
5. Acusado	50 - 100
6. Alto	100 - 200
7. Muy alto	> 200

Para el conjunto andaluz el cuadro resumen arroja las siguientes cifras:

Nivel erosivo	Superficie ha	Pérdidas medias t/ha año	Pérdida total t/año
1. Ninguna o muy ligera	1.774.806	1,95	3.390.368
2. Ligera	1.494.878	9,06	13.550.341
3. Baja	1.624.519	18,48	30.030.354
4. Moderada	1.389.830	31,52	43.808.766
5. Acusada	781.762	65,53	51.236.543
6. Alta	1.163.731	117,25	136.453.634
7. Muy alta	363.316	234,80	85.309.580
Improductivo	204.446	—	—
Total	8.757.288		363.779.586

Del análisis del cuadro se deduce que el 63% de la superficie andaluza sufre pérdidas superiores a las admisibles, con una merma importante de su capacidad productiva; y que cerca del 30% de estas superficies presentan pérdidas muy elevadas.

Bajo el punto de vista de los aprovechamientos del suelo, las mayores pérdidas se producen en los cultivos arbóreos y viñedos de secano, dándose como promedio las siguientes cifras (t/ha-año):

- Cultivos de regadío: 13,77.
- Cultivos arbóreos y viñedos de secano: 80,94.
- Cultivos herbáceos de secano: 37,23.
- Erial a pastos, matorral disperso y arbolado con cabida < 0,2:24,55.
- Arbustos y matorral: 20,82.
- Arbolada con cabida cubierta entre 0,2 y 0,7: 10,93.
- Arbolado con cabida cubierta > 0,7:8,39.

Estos datos se refieren a la estimación de la erosión bruta producida, pero no se contempla la deposición y transporte de los sedimentos dentro de las cuencas, aspecto de gran importancia para el conocimiento global del proceso.

Los procedimientos basados en evaluar las sedimentaciones recogidas en embalses, no han dado hasta aquí la información precisa para profundizar en el conocimiento de la deposición y removilización de los sedimentos dentro de la cuenca.

Estudios realizados en la Albufera de Valencia: (La erosión en la sedimentación de la Albufera-1981) han puesto de manifiesto que su cuenca vertiente (92.000 ha), con unas pérdidas brutas de suelo de 2.650.000 t/ha-año sufre una colmatación anual de unos 200.000 m<sup>3</sup>. O sea, el 20% de los sedimentos llegan a la Albufera y el 80% sufren deposiciones dentro de la cuenca.

Es importante remarcar, que la superficie de la Albufera se conoce desde tiempos de los romanos (Fausto Avieno) y que la cronología de colmatación por reducción de la superficie de embalse está datada en los siguientes años: 1579, 1761, 1863, 1898, 1927, 1944, 1975, 1981.

Las pruebas nucleares realizadas a partir de 1950 dieron lugar a una lluvia radioactiva donde, entre otros radioisótopos se encuentra el Cesio-137. La deposición del Cesio sobre el suelo se fija de manera importante sobre éste y de forma independiente de los propios movimientos de las partículas del suelo a las que está absorbido. Esta característica hace que dicho elemento pueda utilizarse como un trazador para estudiar el movimiento del suelo.

Estas características permiten determinar zonas de erosión o deposición por el nivel de actividad del Cesio-137, estableciendo un balance de entradas, movimientos y salidas del Cesio que se puede correlacionar con el correspondiente balance del movimiento de los sedimentos.

Sin embargo existen problemas importantes por resolver, como son la evolución de la deposición del isótopo y su relación con las precipitaciones, la variación espacial del fenómeno deposición, pérdida de suelo y sedimentación; y el contraste con otros métodos de medida de la erosión. Hace unos años y con la ayuda prestada por el Prof. Giraldez se realizaron unos ensayos en la cuenca de Mequinenza; no obstante sus valores fueron de relativa fiabilidad al contrastarlos con los obtenidos por la fórmula USLE.

No obstante, aunque el problema del transporte de los sedimentos sigue presentando dificultades importantes, al no disponerse de una tecnología aceptable, su falta de conocimiento no es imprescindible para disponer de bases científicas que posibiliten el control de las pérdidas brutas del suelo por efectos erosivos.

El disponer de un banco de datos geográficos de las características del Programa de Estados Erosivos, estimamos es un avance de gran importancia técnica y un factor decisivo para implantar un control legislativo y una política integral de la utilización de la tierra.

Es de resaltar que el único elemento dinámico, y por tanto, necesario de actualización para una puesta al día de los paisajes erosivos, es la cobertura vegetal o evolución de los aprovechamientos del suelo.

Las técnicas de teledetección basadas en la reclasificación de estratos se apuntan como el método más viable para tal ejecución. Dada la dificultad de obtener datos Landsat y Spot en determinadas fechas, además del excesivo tiempo preciso para el tratamiento analítico de las imágenes, se han impuesto en los últimos años los sensores NOAA/AVHRR.

El tamaño del pixel del NOAA de  $1.000 \times 1.000$  m, contrasta con los  $80 \times 80$  m. del Landsat MSS, con los  $30 \times 30$  m del Landsat TM y con los  $20 \times 20$  m ( $10 \times 10$  m) del SPOT.

Sin embargo, la reclasificación del elemento con ayuda de estos sensores ofrece las siguientes ventajas:

a) La dificultad de obtener datos secuenciales con los de alta resolución, se reduce considerablemente con el NOAA al realizarse tomas dos veces al día y además disponer ya en territorio nacional (I.M.N.) de antenas de recepción de imágenes.

b) Experiencia en la aplicación de las técnicas de mosaico con base analítica, válidas para la formación de imágenes y ajustes automáticos de reflectancia entre vistas diferentes.

c) Considerable reducción en el tiempo de proceso: matrices de formato ( $1.000 \times 1.000$ ).

d) Posibilidad de aplicación del desarrollo de las técnicas de ortofotografía digital con el fin de obtener una correspondencia fiable en la medición de coordenadas de distintas imágenes, lo cual permite realizar análisis comparativos de la reflectancia de un pixel determinado en diferentes fechas.

e) El satélite NOAA/AVHRR cubre una banda de reflectancia entre 0 y 1,024, lo cual permite realizar clasificaciones entre la vegetación y el suelo desnudo.

La conclusión respecto a la aplicación de la teledetección a la actualización del aprovechamiento del suelo y por tanto a su seguimiento y control es que la información NOAA/AVHRR es una técnica válida suficientemente contrastada y con el desarrollo suficiente en nuestro país (I.G.N.) como parte que pueda considerarse operativa a nivel proyecto.

La pérdida de resolución queda compensada por lo anteriormente enunciado. No obstante, se impone el control terrestre y es de destacar al respecto, que las prestaciones de los equipos G.P.S. (Global Positioning System) permiten la captación de datos de forma digital y automática compatibles con los Sistemas de Información Geográfica de forma inmediata.



En resumen, creemos que no es aventurado asegurar que el Programa de Estados Erosivos, permite planteamientos en la lucha contra la erosión y acceder a su seguimiento y control por procedimientos técnicamente viables.

# II

## **CONSERVACION AGRICOLA DE SUELOS Y AGUAS**

**PEDRO GONZALEZ FERNANDEZ y  
JUAN VICENTE GIRALDEZ CERVERA (\*)**

(\*) D.G.I.E.A. de la Junta de Andalucía y E.T.S.I.A. Universidad de Córdoba



# CONSERVACION AGRICOLA DE SUELOS Y AGUAS

J.V. Giráldez, P. González y E. Fereres  
*Dpto. de Agronomía, Universidad de Córdoba y  
Dpto. de Suelos y Riegos, DGIEAJA, Apdo. 240, 14071 CORDOBA*

## RESUMEN

La erosión del suelo constituye un grave problema ambiental y agrícola, que urge afrontar. Las condiciones climatológicas y edafológicas de gran parte de nuestro país, estación lluviosa al final del verano cuando no hay mucha cubierta vegetal, topografía accidentada y extensas superficies de suelos susceptibles, favorecen la erosión. La intervención humana ha acelerado aún más el fenómeno.

Ante la importancia de sus efectos, se han tomado varias medidas desde el segundo tercio de este siglo, cuya eficacia fue aumentando a medida que la preocupación ambiental se ha desarrollado y que nuevas técnicas lo han permitido.

El deterioro del medio ambiente por las prácticas agrícolas y forestales, que pueden conducir a la deforestación, pérdida de suelo, contaminación y colmatación de canales, ríos, embalses y lagos, y en un plazo, más o menos próximo a la desertificación, obliga a una reflexión profunda sobre la responsabilidad que tenemos frente a las generaciones venideras.

El dilema de producción o conservación surge de la necesidad que la sociedad tiene de los productos agrícolas y forestales y del desajuste entre la oferta y la demanda<sup>1</sup>. La abundancia de productos excedentarios induce a un despilfarro que termina en contaminación del medio. El efecto nocivo de la contaminación, cambios climáticos a condiciones más desfavorables, con aumento de la temperatura y concentración de la lluvia en episodios torrenciales, el aumento de la población, y la misma pérdida de productividad a que da lugar la erosión, pueden invertir la diferencia entre la demanda de agua y alimentos y la oferta futura, por lo que hay que planificar desde ahora una política conservadora. El propósito de este trabajo es presen-

tar algunos aspectos de la erosión, para comentar las principales medidas de conservación del agua y del suelo compatibles con su uso racional.

## LA EROSION DEL SUELO

La erosión del suelo ha constituido a lo largo de la Historia una de las mayores amenazas para la civilización, bien por la pérdida de su capacidad productiva, o bien por los daños que los sedimentos causan al inutilizar embalses, sistemas de riego y vías de comunicación<sup>2</sup>. Los horizontes más superficiales del suelo, al estar en contacto con la atmósfera, son los más meteorizados, con mayor porosidad y capacidad para transmitir y retener el agua, los nutrientes y albergar una población microbiana que les confiere gran fertilidad. Al perderse estos horizontes por la erosión, disminuye notablemente la capacidad productiva del suelo. Siendo importante esta pérdida, su repercusión es menor por el desarrollo de nuevas variedades y técnicas de cultivo desde implementos agrícolas hasta sistemas de lucha contra plagas, con lo que los rendimientos de diversas plantas han, incluso, aumentado<sup>3</sup>. Sin embargo, los efectos de la contaminación por los sedimentos y las sustancias químicas, fertilizantes, insecticidas, herbicidas, absorbidas en ellos, superan crecidamente las mermas de producción enmascaradas por los avances tecnológicos. Se ha estimado<sup>4</sup> en los Estados Unidos que el coste de los daños producidos por esta contaminación difusa, o daños externos<sup>5</sup> son de medio a un orden de magnitud mayores que los daños producidos «in situ» en productividad y acumulación de sedimentos en las fincas en las que se genera la erosión, o daños internos.

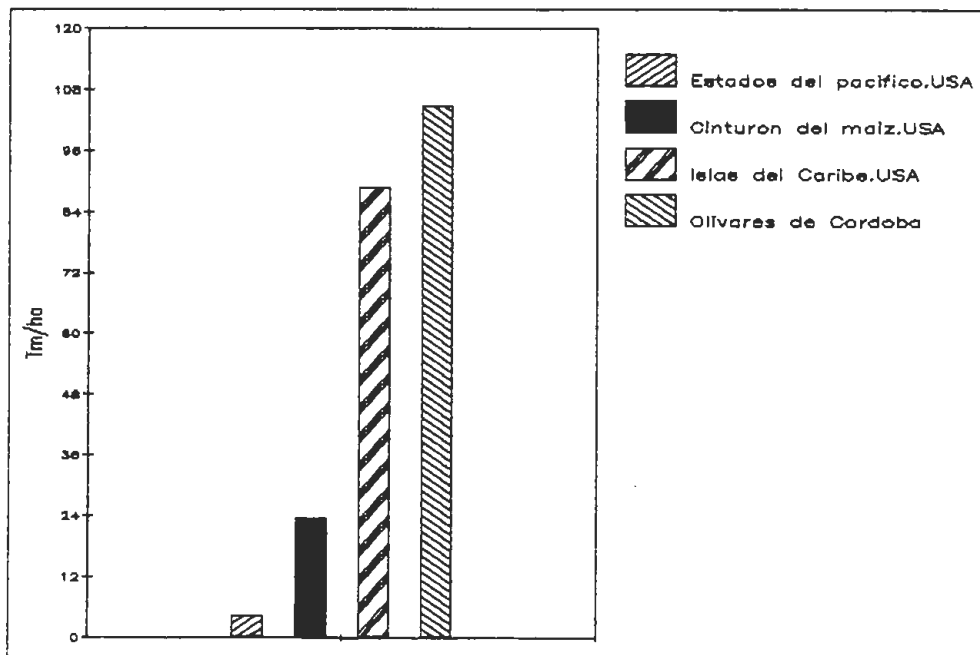


FIGURA 1. Pérdidas medias de suelo en algunas regiones<sup>31, 6</sup>

Uno de los aspectos más graves del problema de la erosión es su desconocimiento. Aunque algunos de sus efectos se aprecian de inmediato, la mayoría son de manifestación retardada. Por otra parte, la variabilidad espacial y temporal del fenómeno, unido a la doble expresión de pérdida de suelo y acumulación de sedimento, le confieren tal complejidad que es sumamente difícil estimar la magnitud del mismo. Hay, no obstante, algunos datos que ilustran la gravedad de la erosión: el ICONA estima que el 24% de la superficie de la Cuenca del Guadalquivir sufre unas pérdidas superiores a las 100 Tm/ha/año, lo que concuerda con las medidas realizadas por Laguna<sup>6</sup> en algunos olivares de la provincia de Córdoba. El IARA<sup>7</sup> da cifras superiores en un estudio de la colmatación de los embalses andaluces. Independientemente de su grado de aproximación y representatividad<sup>8</sup>, estos valores son mucho mayores de los de 5 a 12 Tm/ha/año sugeridos como límites tolerables en función de la supuesta velocidad de formación del suelo. La figura 1 compara pérdidas medias de suelo en diferentes regiones.

## MECANISMOS DE LA EROSION

La erosión del suelo consiste en un conjunto de procesos, recogidos de forma esquemática<sup>9</sup> en la figura 2, agrupados en la destrucción de agregados, produciéndose así partículas sueltas de menor tamaño, y su desplazamiento hacia otros lugares en donde se depositan éstas. Ambos grupos de procesos pueden ser limitantes: si no se produce una cantidad de partículas superior a la que puede ser transportada, el proceso de desprendimiento es el que regula la erosión, mientras que ocurre lo contrario cuando hay un exceso de partículas sueltas que no pueden ser transportados, por lo que se producen depósitos, lo que es frecuente cuando algún obstáculo interfiere el flujo de escorrentía superficial.

### Arranque:

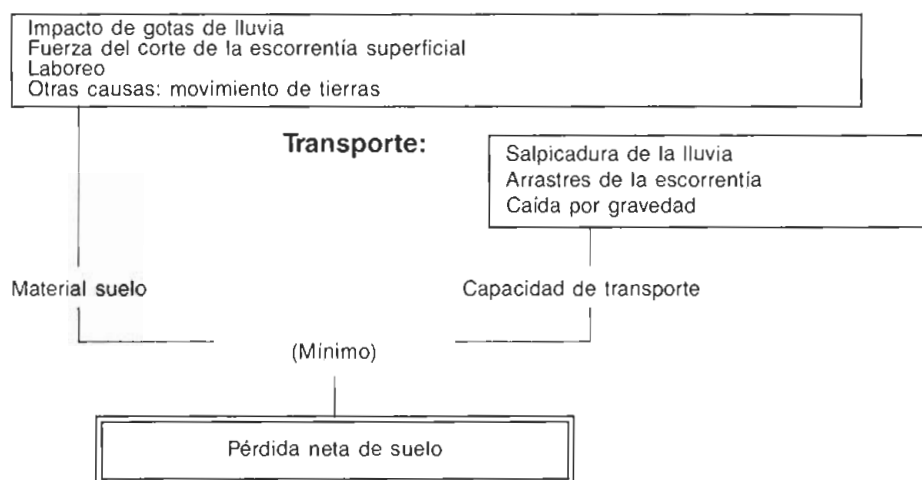


FIGURA 2. Esquema de la erosión.

Los principales agentes de la erosión son el agua de lluvia y escorrentía superficial, y el viento, a los que hay que añadir la intervención humana, agraria o en obras públicas. Considerando la erosión hídrica es posible separar los efectos de la lluvia y la escorrentía. Las gotas de lluvia al caer producen impactos que compactan y rompen los agregados del suelo desplazando las partículas resultantes por la salpicadura de las propias gotas. Antiguamente se conocía estos procesos como desprendimiento y transporte por gotas de lluvia, pero en la actualidad se prefiere denominarlo erosión entre surcos<sup>10</sup>. Los volúmenes de lluvia no infiltrados en el suelo se van desplazando como flujo de escorrentía superficial que ejerce un esfuerzo cortante sobre aquél que va generando partículas sueltas que son acarreadas por el propio flujo. Esto representa la erosión en surcos, que degeneran en cárcavas cuando se concentran varios surcos y a la acción directa del agua se suman los deslizamientos de los bordes del cauce. La figura 3 muestra estos diferentes tipos.

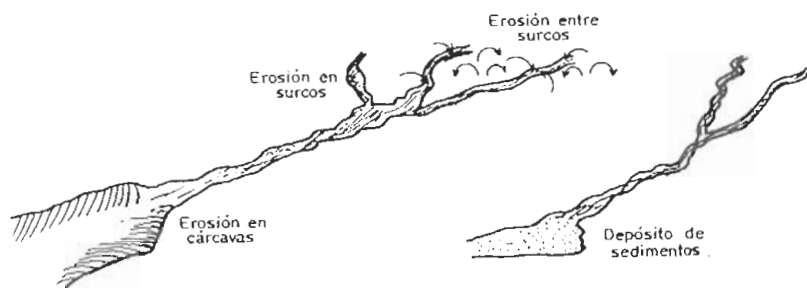


FIGURA 3. Diversas formas de erosión.

La erosión eólica reviste menor importancia en nuestro país, excepto en algunas zonas muy reducidas, al no abundar grandes espacios abiertos en los que se formen corrientes importantes de aire. La actividad humana es particularmente notable mediante la eliminación de la cubierta vegetal que protege la superficie del suelo, la compactación que favorece la formación de escorrentía, y la rotura de agregados por laboreo, movimiento de tierras y de rocas.

Siendo contrapuesta al proceso de formación de suelo, la pérdida está afectada por análogos factores, como acertadamente resumió el Departamento de Agricultura estadounidense en su ecuación universal de pérdida de suelo<sup>11</sup>. Estos factores son el clima, las características intrínsecas del suelo, la topografía y los seres vivos, en especial la vegetación y el hombre.

El clima influye de forma directa mediante la lluvia y el viento, anteriormente señalados, e indirectamente por el mantenimiento de la cubierta vegetal, y las alteraciones de la estructura como en los ciclos congelación-deshielo que sufren muchos suelos. La agresividad de la lluvia o *erosividad* depende en gran parte de la energía cinética con que llega a la superficie del suelo, y de la intensidad que da lugar a caudales elevados de escorrentía.

El suelo presenta una cierta susceptibilidad, *erodibilidad*, frente a los agentes erosivos, en función de su capacidad para resistir los esfuerzos de compactación

y corte, de los tamaños de partículas a que la rotura de los agregados conduce, y de la facilidad para infiltrar el agua de lluvia reduciendo así la formación de escorrentía.

La *topografía* condicionando la circulación de los excesos de lluvia sobre la superficie de las laderas. A mayor inclinación y longitud de la ladera mayores serán la velocidad de la corriente de agua, su energía y con ella su esfuerzo cortante y su capacidad de transporte. También influye en la diferente erodibilidad del suelo y en la capacidad de infiltración.

La *cubierta* del suelo, resultado de las prácticas de manejo, la presencia de piedras o rocas y la vegetación, herbácea, arbustiva o leñosa de porte diverso. Cuanto menor sea la protección, mayores serán los estragos de la erosión, especialmente si coinciden períodos en los que el suelo está descubierto con la época de las lluvias torrenciales.

El esquema de cálculo de la ecuación universal de pérdida de suelo en sus diversas versiones<sup>12</sup> ha sido utilizado ampliamente, aunque no exenta de críticas<sup>13</sup> basadas en la dificultad de proporcionar parámetros adaptados a aquellos ambientes sin datos previos obtenidos en ensayos de erosión. Salvando esta dificultad, estos esquemas ofrecen una primera aproximación, que permiten estimaciones en zonas en las que no se dispone de otro tipo de información.

## LA CONSERVACION DE SUELOS

La preocupación por la situación, agravada por la intensificación del cultivo que supuso la introducción del tractor y la mecanización en la agricultura, llevó al Gobierno a promulgar la Ley para la Conservación y Mejora de los Suelos Agrícolas, en 1955<sup>14</sup>, por la que, para impulsar la puesta en práctica de medidas correctoras se creaba el Servicio de Conservación de Suelos, dependiente de la Dirección General de Agricultura. Siendo correcta la ley en términos generales, adolecía de serios defectos tales como la falta de flexibilidad para aplicar las medidas de corrección a los tipos variados de clima, suelo y agricultura de nuestro país, no fomentando ni la investigación ni la experimentación<sup>15</sup>, la falta de entendimiento con otros organismos causantes de erosión como Obras Públicas, cuando la lucha contra la erosión ha de ser una acción integrada; ni, finalmente, interesar al agricultor, quien es, en definitiva, uno de los afectados más directos, y el que debe mantener las medidas una vez instaladas. La actividad del Servicio de Conservación de Suelos, posteriormente englobado en el ICONA y en la actualidad dispersado en organismos de las Comunidades Autónomas queda reflejada en la figura 4, en la que resalta, entre otros aspectos, la paulatina disminución de la superficie trabajada. En el último año del que se dispone datos, se actuó sobre 8.500 ha, que contrastan con las 47.000 ha de tierras de cultivo perdidas como media anual en el período 1871-1987, en su mayoría ocupadas por edificaciones y vías de comunicación<sup>16</sup>. No todas las realizaciones del Servicio de Conservación de Suelos tuvieron igual eficacia y persistencia. En muchos casos los propios agricultores destruyeron los costosos sistemas de conservación de suelos por no adaptarse a las nuevas técnicas de producción.



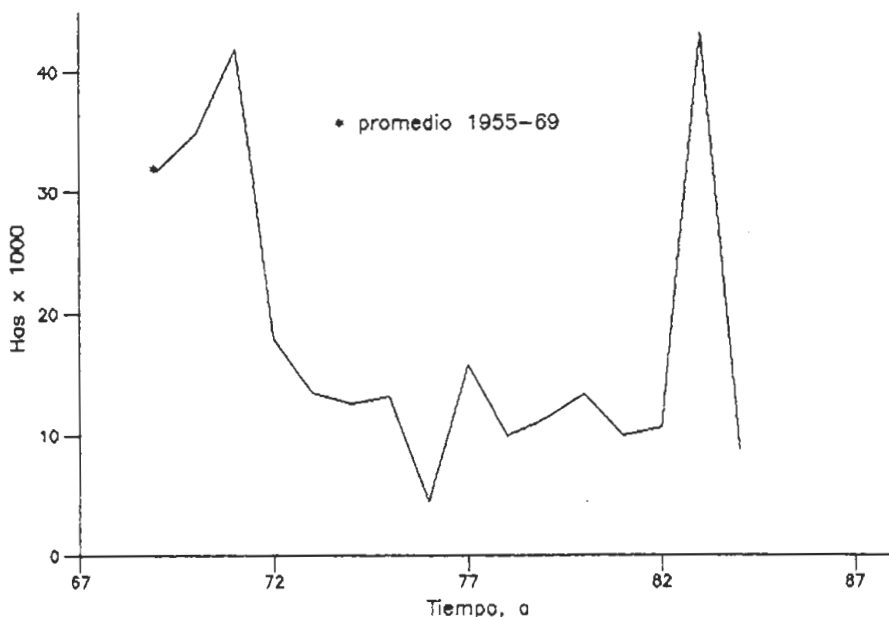


FIGURA 4. Conservación de suelos. Superficie anual ejecutada

La Comunidad Económica Europea, con el deseo de restablecer el equilibrio entre la producción y la capacidad del mercado, emitió un reglamento, 1272/1988<sup>17</sup>, que regulaba la retirada de tierras de la producción de cultivos herbáceos recogida en el RD 1435/1988<sup>18</sup>. Esta disposición indica que, salvo cuando las circunstancias de degradación del suelo, riesgo de incendio, riesgo de despoblación y, en el caso de España, las particularidades socioeconómicas de las regiones, lo desaconsejen, se podrán retirar tierras del cultivo herbáceo para dedicarlo a la repoblación forestal, fines no agrarios, pastos para ganadería extensiva y barbecho con posibilidad de rotación pudiendo cultivarse así leguminosas como garbanzos, lentejas y vezas. En este último caso, se prohíbe esparcir desechos orgánicos, y aplicar productos fitosanitarios, obligando al agricultor a mantener una cubierta vegetal, para prevenir la erosión y lixiviación de nitratos, a garantizar setos e hileras de árboles y a efectuar los trabajos mecánicos que requiera el suelo para conservar la reserva hídrica y luchas contra las malas hierbas. Esta norma, algo contradictoria en sí, es más flexible en la disposición comunitaria que en la versión del RD, en cuanto que se admite la adición de restos orgánicos, como el estiércol, cuando ello sea necesario para el mejoramiento del suelo, y asimismo permite el uso de herbicidas de baja persistencia.

Existen también otras normas, como el reglamento 1118/1988<sup>19</sup>, en el que se establece una acción común para desarrollar medidas tendentes a acelerar el desarrollo agrícola en las zonas desfavorecidas de España, especificando la lucha contra la erosión, fomentando la construcción de presas, muros de contención, cortavientos, bancales y plantación de árboles en orillas de los ríos. Sin embargo, estas

disposiciones parecen menos enérgicas que su equivalente en otros países como Estados Unidos en el Programa de Reservas de Conservación, y posteriores<sup>20</sup>. Estas están basadas en el convencimiento que son precisos grandes cambios en políticas y prácticas agrícolas no sólo para corregir los desequilibrios de mercado, sino para aliviar los problemas ambientales. Entre los principales criterios para retirar tierras del cultivo se citan la mayor susceptibilidad frente a la erosión y el riesgo de contaminación. La aceptación de estas disposiciones se basa en la comprensión del costo de la erosión y la contaminación a ella asociada, en la preocupación de los agricultores por la contaminación del agua subterránea, apercibida en el agua de sus pozos, y en la exploración de sistemas de agricultura alternativos que puedan resultar más rentables.

En todo caso, es de destacar cómo la política de conservación, a través del uso, ha ido rectificando desde la conservación del suelo inicial hasta la conservación del suelo y del agua, llegando por último a la conservación del medio ambiente.

### PRINCIPIOS DE CONSERVACION DEL SUELO Y DEL AGUA

La conservación del agua es un hito obligado al tratar de conservar el suelo pues ambos recursos van asociados estrechamente. El principal suministro de agua, la lluvia, aparece de forma estacional, e irregular, no coincidiendo con la época de mayores temperaturas que es cuando la planta más lo necesita, como se indica en la figura 5 para la estación meteorológica de Córdoba.

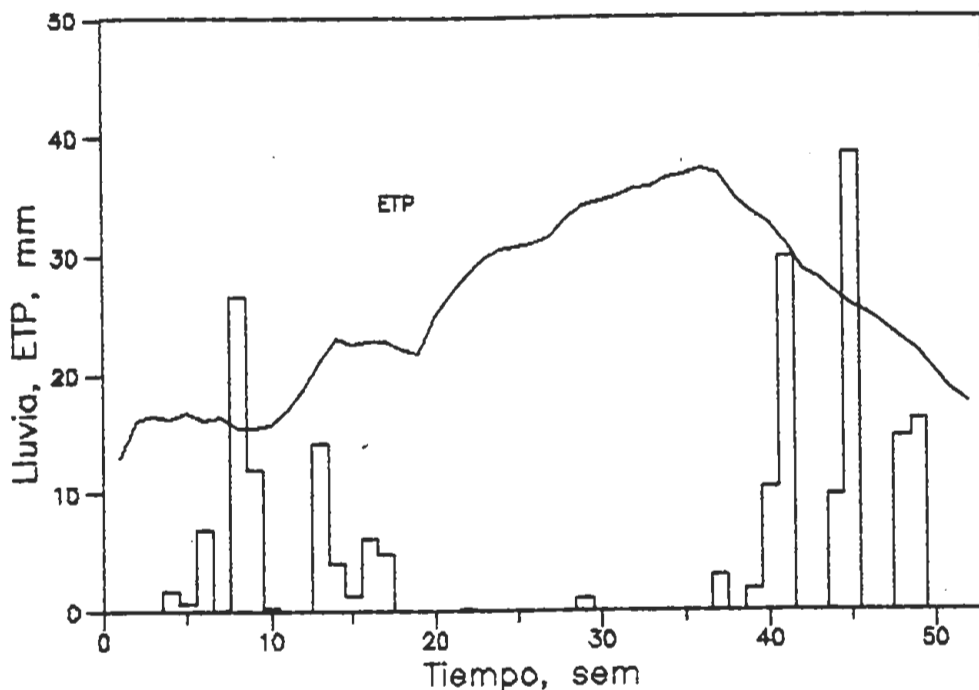


FIGURA 5. Precipitación y Evapotranspiración potencial en la Alameda del Obispo, 1986

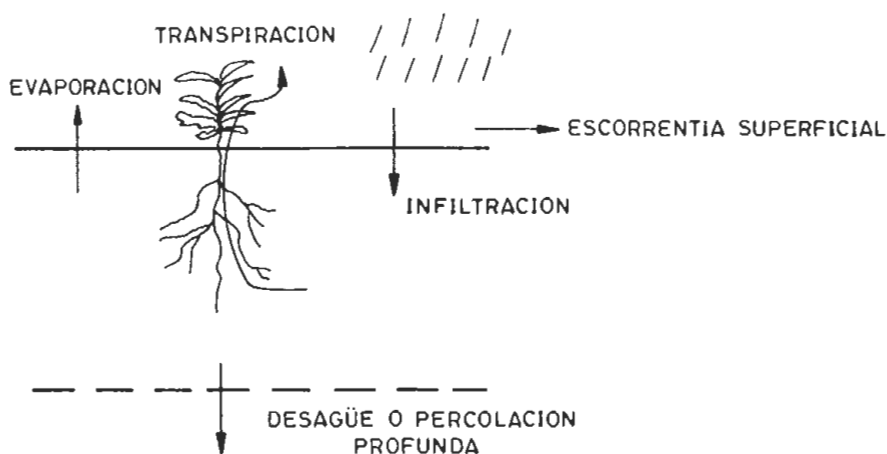


FIGURA 6. Balance de agua en el suelo

El suelo constituye una auténtica trampa de agua puesto que el proceso de entrada, infiltración, transcurre de forma más rápida que los procesos de salida, excepto en los que interviene la vegetación, evaporación, desagüe profundo y escorrentía subsuperficial. Desde la perspectiva agronómica es preciso cubrir la superficie del suelo para que todo el agua que pase a la atmósfera lo haga a través de la planta contribuyendo así al desarrollo de ésta. Cuando los recursos como la radiación solar, el agua y otros nutrientes del suelo empiezan a escasear hay que eliminar las plantas no deseadas, las malas hierbas<sup>21</sup>. Para mantener las entradas y disminuir las salidas es preciso evitar la formación de costras superficiales y mantener una cubierta protectora en la superficie del suelo. Esto conduce a la máxima de Hugh Bennett<sup>22</sup> que la mejor práctica de conservación es un buen manejo del suelo, que, por trivial que parezca, es esencial.

Entre las numerosas recomendaciones<sup>23</sup> cabe destacar las siguientes:

- 1) Cualquier remedio ha de estar adaptado a las circunstancias del terreno.
- 2) La exposición del suelo, durante cualquier transformación o manejo del mismo, ha de ser gradual con el fin de reducir los riesgos. Como corolario, hay que retener la vegetación natural en la medida de lo posible, ya que es la que mejor adaptada está.
- 3) Se deben minimizar la longitud e inclinación de las laderas, con el objeto de aminorar la velocidad del flujo de escorrentía, incrementando asimismo la aspereza superficial del terreno.
- 4) Conviene desviar la escorrentía fuera de las zonas desprotegidas, preparando desagües en los puntos en los que se concentre aquélla, y tratando de conservar el agua en depósitos y embalses en lo posible.
- 5) Hay que atrapar el sedimento en donde se produzca.
- 6) En las obras que requieran movimiento de tierras es esencial recordar que los horizontes subsuperficiales del suelo no tienen la misma fertilidad que las superficiales.

- 7) Para que funcionen bien todos los sistemas de conservación se requiere un mantenimiento periódico.

## MEDIDAS DE CONSERVACION DEL SUELO Y DEL AGUA. LABOREO DE CONSERVACION

El cuadro 1 recoge las principales medidas de conservación de suelo y agua<sup>24</sup>. La realización de estas medidas observando las anteriores recomendaciones reviste numerosas modalidades. Sin detenernos en ellas dedicaremos más atención al laboreo de conservación.

No hay una definición precisa del laboreo de conservación, pudiendo entenderse como tal a todo aquel sistema de manejo del suelo que permite conservarlo mejor y con mayor humedad que el laboreo tradicional<sup>25</sup>. El laboreo tiene como fines principales la preparación del lecho de siembra, la rotura de costras superficiales y horizontes profundos poco permeables para facilitar la infiltración, y la reducción de la evaporación eliminando malas hierbas y creando una capa somera de suelo seco que actúe como cubierta. Sin embargo, no todos estos fines se logran y, en muchos casos, la formación de suela de labor, que impide el paso de raíces y aguas, el deterioro de la estructura del suelo, y el propio enterrado de semillas de malas hierbas reducen de tal forma su eficacia, que se requeriría un pase continuado del apero para contrarrestar tales efectos.

CUADRO 1

Principales medidas de conservación del suelo y del agua

Medidas basadas en el *manejo del suelo*:

Laboreo de conservación	Laboreo en curvas de nivel Alomado y entrelazado de caballones Laboreo mínimo y nulo
-------------------------	--

*Prácticas agronómicas:*

Malhojo y cubiertas inorgánicas	
Manejo de cultivos	Plantaciones espesas
	Cultivo múltiples      Rotaciones
	Establecimiento de cultivos de cobertura (agrosilvicultura)      Cultivo en franjas
Manejo de praderas con pastoreo controlado	

*Métodos mecánicos:*

Aterrazado y abancalado
Implantación de presas de colmatación y retención, desagües
Instalación de estructuras de protección

La introducción de herbicidas eficaces mejoró considerablemente las posibilidades de la conservación de suelos, lo que dio lugar a numerosos ensayos de laboreo reducido tanto en cultivos herbáceos como leñosos y pastos<sup>26</sup>. En la actualidad la superficie dedicada al laboreo de conservación ha aumentado espectacularmente. Entre las ventajas del sistema cabe citar la repercusión en la producción debido a la mejor conservación de agua y, en el caso del olivar, del régimen térmico del suelo y del aire que rodea a los árboles<sup>27</sup>.

Además de estas ventajas la reducción del laboreo entraña una menor pérdida de suelo por erosión. En una estimación<sup>28</sup> de las pérdidas de suelo asociadas con los principales cultivos de secano se obtuvieron los resultados del cuadro 2, en los que destaca la reducción de erosión a la que se hubiese podido llegar con un laboreo de conservación. Estos resultados, que concuerdan con observaciones efectuadas en otros lugares<sup>29</sup>, están siendo contrastados con ensayos en laboratorio y campo<sup>30</sup>.

CUADRO 2

Pérdidas medias anuales Tm/ha estimadas en Córdoba, durante el período 1953-87 para los principales cultivos herbáceos de secano bajo laboreo tradicional y nulo

Cultivo	Sistema de laboreo	
	Tradicional	Nulo
Trigo	58,5	4,9
Girasol	70,5	7,4
Remolacha	58,9	38,3
Habas	46,3	7,3

El laboreo de conservación es en estos momentos una de las mejores medidas de conservación del suelo y del agua. El laboreo se inició con la agricultura misma como un método para preparar el suelo y aprovechar mejor la humedad, aunque, como se recoge sucintamente en el cuadro 3, sus posibles ventajas van acompañadas de inconvenientes. Es difícil proponer una solución general, especialmente en Agricultura, donde hay tal variabilidad climatológica, edafológica y agronómica. Por ello no se puede rechazar ninguna práctica, pero sí hay que destacar cuáles pueden ser sus consecuencias. El *laboreo tradicional*, alzada con vertedera, cohechos sucesivos con la grada, rastra de púas y siembra, deja al suelo superficial con mayor porosidad, lo que facilita la infiltración y la disipación de la energía del flujo de escorrentía superficial, pero, al mismo tiempo, la formación de la suela de labor impide una mayor penetración del agua y da lugar a flujos de escorrentía subsuperficial que arrastran la capa de labor, dejando al descubierto la suela. Por otra parte, los efectos de la labor se van reduciendo conforme transcurre el tiempo<sup>32</sup>, por lo que pierde la acción benéfica quedando tan sólo la suela de labor.

El *laboreo nulo o siembra directa* deja los restos del cultivo anterior sobre la superficie del suelo, lo que de por sí es benéfico al reducir la intensidad de evaporación, especialmente si los restos como tallos del trigo permanecen de pie<sup>33</sup>. Por otra parte la cubierta absorbe el esfuerzo cortante, disminuyendo la pérdida de suelo, tanto entre surcos<sup>34</sup>, como en surcos<sup>35</sup>. Sin embargo, la cubierta, que también dis-

minuye con el tiempo y los diferentes tratamientos<sup>36</sup>, y en ocasiones, como en la siembra la distribución desigual de los restos, como la de los cordones de paja que dejan las cosechadoras, pueden presentar dificultades<sup>37</sup>. El pastoreo de los residuos puede restarle eficacia al disminuir la cantidad y producirse compactación por el pisoteo de los animales<sup>38</sup>.

CUADRO 3  
Ventajas e inconvenientes del laboreo

<b>Ventajas:</b>	<b>Inconvenientes:</b>
Preparación del lecho de siembra. Rotura de costra superficial.	Formación de suela de labor. Rotura de agregados aumentando la susceptibilidad frente a la erosión.
Rotura de horizontes subsuperficiales poco permeables. Eliminación de malas hierbas.	Rotura de raíces en plantaciones leñosas. Enterrado de semillas de malas hierbas lo que facilita su posterior germinación.
Mezcla de horizontes cuyas propiedades son necesarias, por ejemplo: suelos salinos con horizonte cálcico en Alberta.	Traen a la superficie horizontes menos fértiles.

Entre ambos tipos existe toda una gama de prácticas que los propios agricultores desarrollan basados en la experiencia, y denominados de diferente manera en la literatura agronómica.

Los cultivos leñosos plantean diferentes problemas al contar con la planta de modo permanente en el suelo. Pastor<sup>27</sup> inició una larga serie de ensayos para estudiar las consecuencias de la escarda química reduciendo la labor. Sus resultados prueban la conveniencia del método en una mayoría de suelos, al aumentar la producción y disminuir los costes de forma notable. Recientemente se han comprobado<sup>26</sup> sus ventajas en la conservación del suelo, sobre el laboreo tradicional. El suelo no labrado desarrolla una cierta costra en superficie, que, aunque puede reducir la infiltración del agua de lluvia, resiste mucho mejor a la acción erosiva de la lluvia y se produce mucha menor pérdida de suelo.

En algunas cuencas la reducción de la infiltración podría aumentar peligrosamente los caudales de escorrentía, por lo que la implantación de un *cultivo de cubierta*<sup>39</sup>, un cereal u otra planta de alta densidad de siembra que se mata al llegar la primavera, cuando empieza a competir con el árbol por el agua almacenada en el suelo; la formación de una cubierta con los restos de la poda, triturados; o el desarrollo de algunas obras como pocetas, balates o paratas<sup>40</sup>, pueden controlar la escorrentía reteniéndola en beneficio del árbol.

## CONCLUSIONES

La erosión del suelo es una grave amenaza tanto para la agricultura como para el medio ambiente, de la que todos somos responsables. La puesta en práctica de medidas de conservación no tiene que ser más gravosa, y sobre todo puede dar

resultados inmediatos. Por tanto, sin una colaboración comprendida y aceptada por todos, cualquier intento de conservar el suelo y el agua está abocado al fracaso.

## NOTAS

- (1) R. Margalef, uno de los ecólogos más respetados actualmente, destacaba en una entrevista reciente (El Mundo, 15-IV-90) el despilfarro de energía de nuestro país.
- (2) Entre las numerosas referencias, L.J. Bilsky, 1980, «Historical ecology», Kennikat Press, Londres.
- (3) Véase, por ejemplo, el estudio de P.R. Crosson y A.T. Stout, 1983, «Productivity effects of cropland erosion in the United States», Resources for the Future Inc., Baltimore.
- (4) Se calculan en 3.500 millones de dólares anuales frente a 500 millones de dólares anuales en daños internos, M.O. Bibaudo y col., 1980, J. Soil Water Conserv., 44, p. 421. También P.R. Crosson, 1987, «Integration of Agricultural and Environmental Policies in the United States: The case of erosion and soil conservation in dryland farming», OECD Workshop, París, 11-12 de mayo.
- (5) Se denominan daños exterior «off site» a aquellos que se sufren fuera del lugar donde se genera la erosión, ditiñguiéndose así de los internos, «on site».
- (6) A. Laguna, 1989. «Estudio cuantitativo de la erosión del suelo», Tesis Doctoral, Departamento de Agronomía, Universidad de Córdoba.
- (7) IARA, 1986, Plan hidrológico andaluz, Sevilla.
- (8) Para mayor representatividad habría que establecer un plan similar al del Inventario Nacional de Recursos del Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos de 1977.
- (9) L.D. Meyer y W.H. Wischmeier, 1969, Trans. ASAE, 12, p. 754, fueron los pioneros en representar así la erosión.
- (10) Corresponden a lo que se conoce como «interrill erosion» en la literatura inglesa.
- (11) W.H. Wischmeier y D.D. Smith, 1978, «Predicting rainfall erosion losses», U.S. Agr. Hbk., 537, Washington.
- (12) A pesar de sus críticas a la ecuación universal, H. Elwell y M.A. Stocking, 1988, Geogr. Ann. 70A, p. 169, desarrollaron otro esquema similar para aplicarlo en países sudafricanos. R.P.C. Morgan, en su libro «Soil erosion and conservation», 1986, Longman, describe otro modelo muy parecido empleado por él mismo en el Sudeste asiático.
- (13) Además de las precauciones, autocríticas de W.H. Wischmeier, 1976, J. Soil Water Conserv., 31, p. 5, M.A. Stocking, 1985, WASWC Newsletter, 2, p. 3, destaca su carácter empírico, y otras dificultades formales como la interrelación entre los factores.
- (14) El Ministerio de Agricultura la publicó junto con el discurso de presentación del ministro Cavestany en las Cortes el 14 de julio de 1955. Hay una ley de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, de conservación de suelos y protección de cubiertas vegetales naturales, DOCM 26, 28 de junio de 1988, en esta línea.
- (15) Este punto es esencial, en tanto que los conocimientos hidrológicos y edafológicos en ese momento eran muy rudimentarios.
- (16) Datos procedentes de los Anuarios Estadísticos de España, INE, 1981, 1986 y 1988. La pérdida de superficie agrícola aquí estimada concuerda con los valores proporcionados para: Italia, 45.000 ha; Gran Bretaña, 23.000 ha; Francia, 65.000 ha; y Japón, 55.000 ha,

por Wolman y Fournier, 1987, «Land Transformation in Agriculture». Para más detalles véanse los informes de FAO-UNEP-UNESCO, 1979, «Provisional Methodology for Soil Degradation Assessment», y Pimentel y Pimentel, 1980, «Ecological Aspects of Agriculture Policy», *Natural Res. J.*, 555.

- (17) Reglamento 1272/88 de 29 de abril de 1988, DO de las CE, L 121/36, complementado por el reglamento 1273/88 del mismo día, DO, L 121/41, que establecía los criterios para delimitar las regiones o zonas que pueden quedar exentos.
- (18) Real Decreto 1425/1988, de 25 de noviembre de 1988, BOE 290, p. 34286 y Orden de 5 de diciembre de 1988, BOE 300, p. 35135.
- (19) Reglamento 1118/88 de 25 de abril de 1988, DO, L 107/3.
- (20) Este programa del Acta de Seguridad de Alimentos, que entró en efecto el 23 de diciembre de 1985, en el cincuentenario de la creación del Servicio de Conservación de Suelos. El *Journal of Soil and Water Conservation* le dedicó un número, vol. 44, n.º 55, 1989, en donde se comentan sus diversas facetas.
- (21) Adjetivo inadecuado como ya señalaba J.R. Harlan, 1976, «Crops and Man», *Amer. Soc. Agron.*, Madison.
- (22) Uno de los pioneros en la Conservación de Suelos, en su libro 1965, «Elementos de Conservación de Suelos», Fondo de Cultura Económica, Méjico.
- (23) Véase, por ejemplo, el manual de S.J. Goldman, K. Jackson y T.A. Bursztynsky, 1986, «Erosión and sediment control handbook», McGraw-Hill, Nueva York.
- (24) C. Barrow, 1987, «Water resources and agricultural development in the tropics», Longman, Londres, expone detalladamente técnicas de aprovechamiento de agua.
- (25) J.V. Mannering y C.R. Fenster, 1983, *J. Soil Water Conserv.*, 38, p. 111.
- (26) En nuestro país hay abundante documentación, J.V. Giráldez y P. González, 1990, «Siembra directa de cereales en la campiña andaluza», IV Simp. Ncnl. Agroq., 53-67; M. Pastor, 1987, «Sistemas de manejo de suelo en el olivar. Cultivo sin laboreo. Estado actual», DGIEA, HD 4/87; A. García de Luján y J.M. Bustillo, 1988, «El no cultivo en la viña», DGIEA, Com. Agr., Ser. Prod. Vegetal, n.º 5.
- (27) M. Pastor, 1988, «Sistemas de manejo de suelo en el olivar», Tesis doctoral, Departamento de Agronomía, Universidad de Córdoba.
- (28) J.V. Giráldez, A. Laguna y P. González, 1989, *Soil Technol. Ser.*, 1, p. 139.
- (29) Por ejemplo, R.J. Loch y T.E. Donollan, 1988, *Aust. J. Soil Res.*, 26, p. 661, destacan el papel del rastrojo controlando la formación de surcos de erosión en suelos arcillosos.
- (30) Entre otros, los trabajos de fin de carrera de C. Carrasco, A. Otten y H. Iestweert, efectuados en el Departamento de Agronomía de la Universidad de Córdoba en 1989.
- (31) USDA-SCS, 1978, «The 1977 National Resources Inventory».
- (32) C.K. Mutchler y C.E. Murphree, 1988, *Trans. ASAE*, 31, p. 402, observaron un aumento de un 39% en la pérdida de suelo en una parcela labrada hacía 30 días con respecto a otra parcela del mismo suelo recién labrada.
- (33) Se reduce así la velocidad del viento y el intercambio turbulento de energía asociado con ella como demostraron J.M. Caprio, G.K. Grunwald y R.D. Snyder, 1985, *Agric. Forest. Meteorol.*, 34, p. 129.
- (34) K.C. McGregor, R.L. Bengston y C.K. Mutchler, 1988, *Trans. ASAE*, 31, p. 111, registraron una disminución exponencial de la pérdida de suelo en función de las cantidades de rastrojos.



- (35) Incluso a dosis tan bajas como de 100 kg/ha de rastrojo, aunque producían algunas muestras en la superficie del suelo, R.J. Loch y T.E. Donnollan no obtuvieron surcos de erosión en una prueba en suelos arcillosos con lluvia simulada (Aust. J. Soil Res., 26, p. 661, 1988).
- (36) En algunos casos como en el estudio de C.D. Yonts y col., 1989, Trans. ASAE, 32, p. 1566, no se alcanza más del 30% con residuos de remolacha. M.M. Sallaway, D. Lawson y D.F. Yule midiendo el residuo con una cámara fotográfica situada a 5 m, obtuvieron mayores porcentajes como un 90% en trigo, y 43% en girasol que disminuían con el tiempo (Soil Till. Res., 12, p. 347, 1988).
- (37) Entre otras dificultan la colocación de la semilla en el surco como observaron sembrando trigo continuamente R.C. Izaurralde y col., 1986, Agron. J., 78, p. 787, pueden albergar inóculos para enfermedades; y pueden alterar el microclima por las diferentes condiciones de temperatura y humedad. Como C.L. Douglas, P.E. Rasmussen y R.R. Allmaras, 1989, Trans. ASAE, 32, p. 1258, advirtieron unas simples modificaciones de la cosechadora pueden aumentar considerablemente la uniformidad de distribución. En la finca La Ventosilla del término municipal de Utrera se ha probado esta mejora.
- (38) Probado por G.J. Burch y col., 1986, Aust. J. Soil Res., 24, p. 377, en suelos australianos.
- (39) La colza ha sido usada en un cultivo de remolacha por M. Kainz, 1989, Soil Technol. Ser., 1, p. 103. En las plantaciones de lúpulo de Baviera se usa mucho la colza con este fin.
- (40) R. Landi, 1989, Soil Technol, Ser., 1, p. 175, expone algunas de las estructuras de conservación usadas en Italia.

**III**

**AGRONOMIA DEL LABOREO  
DE CONSERVACION  
EN CULTIVOS ANUALES**

**ELIAS FERERES CASTIEL (\*)**

(\*) D.G.I.E.A. de la Junta de Andalucía y E.T.S.I.A. Universidad de Córdoba



# AGRONOMIA DEL LABOREO DE CONSERVACION DE CULTIVOS ANUALES

E. Fereres, P. González y J.V. Giráldez  
*Dpto. de Suelos y Riegos, D.G.I.E.A. J.A.  
Dpto. de Agronomía, Universidad de Córdoba*

## INTRODUCCION

La necesidad de introducir en la agricultura actual, nuevos sistemas de manejo de los suelos que permitan conservar este recurso, es imperiosa. Como toda nueva tecnología, su aceptación dependerá de las ventajas socio-económicas que pueda reportar al agricultor: no obstante, el grave deterioro del recurso suelo en zonas semi-áridas como España (Giráldez y col., este volumen) requiere un esfuerzo especialmente importante por parte de la Administración y de los agricultores si se desea que la agricultura sea sustentable, es decir, que no se deteriore irreversiblemente con el tiempo.

Si bien el laboreo es consustancial con la agricultura desde hace muchos siglos, ha sido en las últimas décadas donde la mecanización de las labores y la utilización de maquinaria pesada ha tenido mayor impacto en la erosión de los suelos por laboreo excesivo. Si a esto se añade las roturaciones, relativamente recientes, de suelos con alto riesgo de erosión en muchas zonas semiáridas, puede concluirse que la severidad de los problemas de erosión viene aumentando paralelamente al desarrollo de la agricultura en dichas zonas. Lo anterior no debe entenderse como una llamada al abandono indiscriminado del laboreo tradicional. Henderson (1979), en una de las pocas revisiones específicas sobre el manejo de los suelos en zonas áridas, pone de manifiesto la necesidad de labrar dichos suelos que, por lo general, carecen de una buena estructura. Es, por tanto, evidente que hay que llegar a un compromiso en el manejo de los suelos que permita su explotación a la vez que se

conserva el recurso. En este contexto, vienen desarrollándose en las últimas décadas sistemas de laboreos alternativos a los tradicionales. Dichos sistemas se han experimentado y difundido ampliamente en agriculturas como la del Medio Oeste norteamericano (Sprague, 1986) donde la erosión ya se detectó claramente en los años treinta. Más recientemente, los sistemas de laboreo de la agricultura australiana, más similar a la mediterránea, también han experimentado una alteración sustancial (Cornish and Pratley, 1986).

En España uno de los primeros ensayos sobre sistemas de laboreo se planteó en 1981 en la campiña de Andalucía Occidental (Giráldez y col., 1983). También deben mencionarse los esfuerzos realizados en Navarra, Castilla-León, así como las experiencias que en diversas regiones viene realizando el servicio técnico de Monsanto S.A. en los últimos años. Posteriormente se describen los resultados más relevantes de estos ensayos. En resumen, existe un gran interés por parte de los agricultores en los nuevos sistemas de laboreo por motivos esencialmente económicos y cabe esperar que la administración potencie la investigación y el desarrollo en este área para acortar al máximo el período de retraso respecto a otros países del entorno.

En cultivos herbáceos, el laboreo tradicional incluye habitualmente una labor de alzada con vertedera seguida por varios pases de grada y/o cultivador antes de la siembra. En post-emergencia pueden darse uno o más pases de cultivador para controlar las malas hierbas. Como alternativa al laboreo tradicional, se han desarrollado numerosos sistemas de laboreo reducido que van desde la sustitución del arado de vertedera por el arado cincel (chisel) hasta la siembra directa sin ningún tipo de laboreo mecánico. Sprague (1986) propone que todas las técnicas de laboreo reducido que mantienen un nivel apreciable de material vegetal sobre la superficie del suelo se denominen laboreo de conservación, incluyendo las de siembra directa. El presente trabajo expone los aspectos agronómicos más importantes que plantea la modificación de los sistemas de laboreo tradicionales y resalta los vacíos de información que existen en España para que el laboreo de conservación sea incorporado como práctica habitual en la producción de cultivos herbáceos. Dado el escaso tiempo del que se ha dispuesto para elaborar esta revisión, ha resultado obligado basarla en textos de referencia como los citados más arriba y en la reciente revisión de Lal (1989).

## **CAMBIOS INDUCIDOS POR EL LABOREO DE CONSERVACION**

El laboreo de conservación, al dejar el suelo siempre parcialmente cubierto ya sea por residuos de los cultivos anteriores como por malas hierbas o el propio cultivo, tiene efectos profundos y muy diversos sobre las propiedades del suelo. A continuación se describen los cambios más importantes comúnmente en los suelos y que pueden tener impacto sobre la agronomía y la productividad de los cultivos.

### **Materia orgánica.**

Como resultado de la acumulación de residuos, es común observar al cabo de unos años de utilizar laboreo de conservación un aumento en el contenido de materia orgánica del suelo. Este incremento se observa en los 10 primeros cm o me-

nos (Dick, 1983). Hamblin (1986) describe aumentos de un 10 o un 40% en el C orgánico de los primeros 10 cm de dos suelos australianos sometidos a laboreo de conservación durante 7 años mientras que en el Medio Oeste americano los aumentos son mucho mayores (Dick, 1983). En climas mediterráneos templados, las altas velocidades de mineralización de la materia orgánica sugieren que los aumentos debidos al laboreo de conservación no deben ser espectaculares. De hecho, González (datos no publicados) ha observado en el ensayo de Tomejil (Sevilla), que el aumento de la materia orgánica causado por 9 años de siembra directa se detecta solamente en los tres primeros centímetros.

### **Densidad aparente.**

Esta propiedad está directamente afectada por el sistema de laboreo empleado. En general, es mínima después de realizar un laboreo convencional para aumentar a medida que se reduce el laboreo, siendo máxima en sistemas de siembra directa. Debido a que los efectos del laboreo sobre la densidad aparente suelen ser muy pasajeros (Henderson, 1979), las diferencias no tienen un impacto en el establecimiento de las plántulas, si los demás aspectos de la siembra se manejan adecuadamente.

### **Estructura.**

Numerosos suelos de zonas áridas no pueden dejar de labrarse sin que se deteriore su estructura (Henderson, 1979). Sin embargo, se ha observado que el laboreo de conservación tiende a mejorar la estabilidad estructural de muchos otros suelos. Dado que es difícil predecir este tipo de respuestas, se recomienda evaluar experimentalmente los cambios en este parámetro que tienen una influencia decisiva en la infiltración, la compactación, la aireación y otras propiedades igualmente importantes para el desarrollo del cultivo. Hamblin (1986), recomienda que se usen estudios detallados del proceso de infiltración para identificar diferencias en estructura entre sistemas de laboreo, en lugar de los ensayos convencionales de estabilidad estructural.

### **Infiltración y evaporación.**

Hay ya una evidencia generalizada que los sistemas de laboreo de conservación mejoran el balance de agua de los cultivos. Esta mejora, se basa en un aumento de las velocidades de infiltración y en el papel beneficioso que juegan los acolchados formados por los residuos vegetales en el laboreo de conservación. Aunque numerosos estudios con suelos desnudos no muestran diferencias en evaporación al variar el sistema de laboreo, el papel de los residuos es beneficioso si el control de malas hierbas es adecuado. Cornish (1987) observó experimentalmente que la presencia de residuos conservó más de 50 mm en un barbecho de dos meses frente al laboreo convencional con suelo desnudo. Esto hace que las capas superficiales estén más húmedas en los sistemas de laboreo de conservación.

### **Temperatura.**

Los residuos sobre el suelo en el laboreo de conservación, así como sus contenidos de agua, por lo general más elevados, hacen que los suelos en estos sistemas estén más fríos en primavera que los labrados tradicionalmente. La radiación,

al ser interceptada por los residuos, no se transforma en flujo de calor al suelo en la misma magnitud que en un suelo desnudo. Las menores temperaturas tienen una importante influencia en la optimización de la fecha de siembra, en particular en climas más fríos que los del sur de España.

### Microbiología y fauna.

La mayor disponibilidad de C y la menor alteración del perfil del laboreo de conservación causan un importante aumento en la actividad microbiana y de la fauna, tanto patógena como beneficiosa para los cultivos (Sprague, 1986). Hamblin (1986) destaca la actividad beneficiosa de las lombrices en el proceso de infiltración de suelos no labrados de estructura pobre. Estos cambios, que pueden ser de gran importancia, han sido poco estudiados en el pasado.

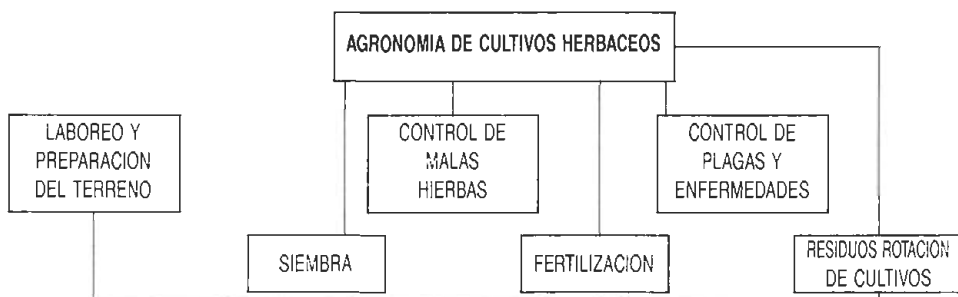
### Fertilidad.

Los cambios en la fertilidad de los suelos que pueda inducir el laboreo de conservación, están íntimamente ligados a las diferencias en desarrollo y distribución del sistema radical, que a su vez se ve afectado por los cambios en las demás propiedades citadas más arriba. No parece probable que la acumulación de materia orgánica en climas como los del Sur de España, puedan dar lugar *per se* a un aumento en la fertilidad.

En resumen, son numerosas las propiedades del suelo que cambian como consecuencia de alterar el sistema de laboreo. Muchos de estos cambios son sutiles, tardan años en detectarse y no pueden predecirse en la mayoría de los casos. Aún más incierta es la relación entre dichos cambios y la respuesta de los cultivos, por lo que, además de los ensayos empíricos para comparar la producción bajo los distintos sistemas de laboreo, es urgente implantar ensayos multidisciplinares que examinen todo el sistema en profundidad y exploren las causas de las respuestas diferenciales de los cultivos al laboreo.

## UNA NUEVA AGRONOMIA

Los cambios que se producen al modificar el sistema de laboreo requieren una adaptación de las prácticas agronómicas que optimicen el medio ambiente donde se desarrolla el cultivo. Todas las prácticas agronómicas que se muestran en la Figura 1 deben modificarse teniendo en cuenta las alteraciones descritas en el apartado anterior. A continuación se discuten los principales cambios a considerar en las distintas prácticas agronómicas de la Figura 1.



## **Laboreo y preparación del terreno.**

La preparación de un lecho de siembra que garantice una buena germinación puede conseguirse con multitud de aperos y equipos, recientemente desarrollados para realizar el laboreo de conservación (Throckmorton, 1986) y que se discuten ampliamente en otros capítulos. El interés que los agricultores tienen en el laboreo reducido se atribuye generalmente a cuatro causas principales (Throckmorton, 1986): a) Ahorro de combustible; b) Ahorro de tiempo en la preparación del terreno; c) reducción en los costes de maquinaria y mano de obra; y d) Mejor control de la erosión. Los equipos actualmente existentes permiten alcanzar dichos objetivos sin problemas. Igualmente, es posible mantener de forma efectiva un buen control de malas hierbas previo a la siembra mediante el uso de herbicidas recientemente sintetizados de nulo efecto residual (Medd, 1986).

## **Siembra.**

Se trata de la operación quizás más crítica pues de su éxito depende el posterior desarrollo del cultivo. Tanto las modificaciones introducidas a las sembradoras convencionales como las nuevas sembradoras más robustas para la siembra directa permiten el emplazamiento de la semilla en un microambiente adecuado para la germinación y a la profundidad deseada. Ahora bien, deben tenerse en cuenta los cambios en la temperatura del suelo, en su contenido de agua, su estructura y tamaño de agregados y la cantidad de residuos presente. Estos cambios sugieren que el momento óptimo para sembrar en laboreo tradicional no tiene porqué coincidir con el deseado bajo laboreo de conservación. Uno de los problemas frecuentes de las siembras directas es el de realizarla en terrenos excesivamente húmedos y fríos o en situaciones de un excesivo tamaño de agregados que disminuye el contacto suelo-semilla y retrasa la germinación. Por tanto, una primera recomendación es la de modificar la fecha de siembra en función de cuando se den las condiciones óptimas para la germinación bajo laboreo de conservación. Una ventaja específica de la siembra directa se refiere a su aplicación a siembras de segunda cosecha sobre rastrojo de cereal. Es posible adelantar la siembra, al menos una semana en relación al laboreo tradicional, lo que se suele traducir en aumentos de rendimiento por un mayor aprovechamiento de la radiación.

Otra modificación que puede ser importante es la de densidad de siembra. Particularmente en los primeros años de adaptación, cuando el agricultor tiene dificultades para identificar el momento óptimo de siembra bajo laboreo de conservación, resulta recomendable aumentar la cantidad de semilla y reducir la distancia entre plantas dentro de la línea. Ello permite obtener una densidad final cercana a la deseada a pesar de los posibles problemas de la sembradora, de ataques de plagas o enfermedades en nascencia, etc... Por otra parte, el riesgo que la densidad de siembra definitiva sea excesiva, es mínimo. En cereales de invierno, es conocida la ausencia de respuesta (positiva o negativa) superado un umbral de densidad de siembra. Incluso en cultivos de secano como el girasol, el dogma de utilizar bajas densidades de siembra, tiene poca base excepto en suelos realmente marginales de muy escasa capacidad de retención. Desde un punto de vista práctico, los rendimientos del girasol en el Suroeste de España aumentan al incrementarse las densidades de siembra de 40.000 a 80.000 plantas/ha la mayoría de los años.



Por último, no debe olvidarse que la configuración habitual de los cultivos en líneas, se debe principalmente a la necesidad del laboreo mecánico para controlar malas hierbas en post-emergencia. La eliminación de las distancias tradicionales entre líneas en las siembras bajo laboreo de conservación, deben permitir un espaciamiento más rectangular entre plantas lo que supone, en principio, un mejor aprovechamiento de la radiación, una cobertura del suelo más rápida y por ende, la posibilidad de incrementar los rendimientos. Se hace necesario la experimentación con distintas densidades y configuraciones en los principales cultivos españoles bajo laboreo de conservación para evaluar las posibles ventajas de siembras más densas y rectangulares. Los mayores rendimientos observados en soja bajo laboreo de conservación, se deben en buena parte a la siembra en hileras muy estrechas y alta densidad (Sojka et al., 1988).

### **Fertilización**

Los numerosos componentes de la fertilidad de los suelos (tanto químicos como los aspectos físicos y biológicos del suelo) se ven afectados al cambiar el sistema de laboreo. El laboreo puede afectar de varias maneras a la fertilidad de los suelos; en primer lugar la afecta a través de la distribución y densidad del sistema radical. En el laboreo de conservación, las raíces exploran mucho más exhaustivamente los primeros cm del suelo, lo cual las permite extraer mayor proporción de nutrientes de dichas capas. El laboreo también afecta la distribución de nutrientes en el perfil del suelo a través de la inversión de capas en el laboreo convencional. Por último, el laboreo también afecta a la fauna en el suelo e influye en la abundancia de micorrizas (Cornish y Pratley, 1986), lo cual supone cambios en el acceso a los nutrientes.

Thomas (1986) resume los efectos del laboreo reducido sobre la disponibilidad de nutrientes señalando que la disponibilidad de fósforo suele aumentar bajo no laboreo debido a la mayor explotación radical de las capas superficiales y a una mayor difusión del fósforo aplicado como fertilizante en superficie. En cuanto al potasio, no se han detectado grandes diferencias en su disponibilidad según sistemas de laboreo. Los aumentos en la acidificación de los suelos descritos tienen poca relevancia en muchos suelos de la España semiárida. Los cambios en disponibilidad de los microelementos se basan en dichos cambios en pH y, en general han sido poco estudiados.

En cuanto al nitrógeno, los componentes del ciclo de este elemento en los suelos se ven afectados por el sistema de laboreo. La mineralización del N orgánico decrece al pasar del laboreo tradicional a la siembra directa. También hay evidencia que el N mineral se inmoviliza algo más bajo no laboreo (Fox y Bandel, 1986). Por otra parte, mientras la nitrificación no se ve afectada por el sistema de laboreo, la desnitrificación puede ser mayor en no laboreo, al existir una mayor fuente de C orgánico y mayor tendencia a condiciones anaeróbicas temporales en el no laboreo (Robson y Taylor, 1986). Es difícil predecir si las pérdidas por percolación de nitratos sería mayores en el no laboreo, dado que depende del régimen de humedad del suelo y de la presencia de nitratos en solución, que suele ser mayor en el laboreo tradicional. En resumen, las relaciones entre los distintos componentes del ciclo del N y los sistemas de laboreo son complejas y difícil de predecir. Se hace necesaria la

realización de estudios que permitan simular esta interacciones para predecir los efectos y la eficiencia del abonado nitrogenado.

Los numerosos ensayos empíricos de fertilización nitrogenada según sistema de laboreo han dado resultados que pueden agruparse en cinco categorías como se muestran en la Figura 2, tomada de Fox y Bandel (1986).

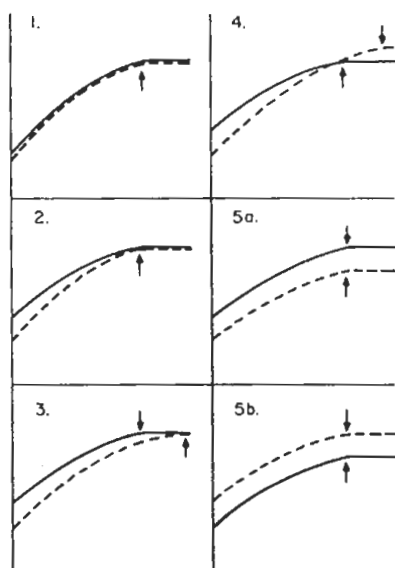


FIGURA 2. Cinco categorías de respuesta a la fertilización nitrogenada del laboreo tradicional (línea continua) y del no laboreo (línea de trazos). Las flechas indican el nivel económicamente óptimo de fertilización nitrogenada.

La respuesta más frecuentemente citada es la indicada en la categoría 2, menores rendimientos a bajas dosis de N en el no laboreo, el cual alcanza al tratamiento convencional al aumentar la dosis. La segunda respuesta más observada es el caso 4, donde a altas dosis de N el no laboreo supera en rendimiento al laboreo convencional. En sistemas donde el agua es factor limitante suelen observarse respuestas como la 5b, con mayor eficiencia en la utilización del N en no laboreo.

Los métodos de aplicación de los fertilizantes también varían con el sistema de laboreo. El N no se incorpora a los suelos en no laboreo con lo que aumenta el riesgo de pérdidas por volatilización de amonio si se usan fertilizantes que lo contienen. Esta es otra causa de la posible menor eficiencia en el uso de los abonos nitrogenados en no laboreo y requiere la aplicación cuidadosa de los mismos para reducir las pérdidas.

En resumen, se pueden hacer algunas recomendaciones prácticas sobre la fertilización bajo laboreo de conservación. Los fertilizantes fosfórico y potásico pueden aplicarse sobre la superficie a dosis similares a las utilizadas en el laboreo convencional, dado que se ha observado una eficiencia en su uso muy similar. La dosis de N a utilizar, dependerá del tipo de respuesta esperado según la Figura 2; más

importante es asegurarse que las pérdidas de fertilizantes serán mínimas. Para ello, la fuente de abono N a utilizar estará en función del pH del suelo (el riesgo de volatilización de la urea aumenta a pH muy básicos). El momento de aplicación se acercará lo posible al momento de máxima demanda del cultivo. Una estrategia recomendable es la de aplicar al sembrar la máxima cantidad posible localizada junto a la semilla, utilizando las abonadoras localizadoras que tienen las sembradoras de siembra directa. El resto se aplicará en cobertera preferiblemente en solución urea-nitrato amónico donde esté disponible. Si no, se podrá aplicar urea cuando se anticipe un período de lluvias que permita su incorporación con escasas pérdidas.

### **Control de malas hierbas, plagas y enfermedades.**

Estos aspectos, tan importantes como los anteriormente descritos, se omiten aquí por ser objeto de tratamiento detallado en otros capítulos de esta publicación.

### **Manejo de los residuos.**

La importancia de este apartado se debe a la necesidad de mantener el suelo cubierto en su mayor parte y en todo momento. En cultivos de secano en zonas mediterráneas la dificultad estriba en producir suficiente cantidad de residuos que no se mineralicen demasiado rápidamente. Esta situación contrasta con la descrita del Medio Oeste americano donde el exceso de residuos plantea problemas.

### **Rotaciones.**

Así como no parece existir evidencia que sugiera la necesidad de cambiar las variedades según sistema de laboreo (salvo excepciones basadas en longitud de ciclo frente a disponibilidad de agua), deben explorarse las posibilidades de introducir nuevos cultivos en la rotación al modificar el sistema de laboreo. Se observa un interés en las leguminosas de grano que lamentablemente, no se ve confirmado por buenos resultados debido sobre todo a las numerosas enfermedades que las afectan. Otro factor no desdeñable es su baja competitividad frente a las malas hierbas. Sin un desarrollo de la agronomía de estos cultivos, será imposible incorporarlos en las rotaciones que usan laboreo de conservación, con lo que no se aprovechan las posibles ventajas que estos cultivos pudieran reportar al sistema.

## **LOS EFECTOS DE LOS SISTEMAS DE LABOREO SOBRE LOS RENDIMIENTOS**

Numerosos ensayos comparativos han puesto de manifiesto que es posible obtener producciones similares bajo laboreo de conservación que con laboreo tradicional con lo que es posible incentivar el uso de técnicas de conservación por parte de los agricultores al ser los costes del laboreo de conservación, menores. Arnal, ha demostrado en numerosos ensayos realizados en Navarra y publicados en la revista Navarra Agraria en los últimos años, que se ahorra combustible y mano de obra en el laboreo de conservación de cereales de invierno, con lo que las nuevas técnicas son muy recomendables bajo esas condiciones. Los ensayos realizados por Monsanto en Andalucía son aún más prometedores al haberse observado en años secos importantes aumentos en los rendimientos del girasol de secano en siembra directa.

Las producciones observadas en el ensayo de largo plazo de Tomejil (Sevilla) se presentan en la Figura 3 (Giráldez y cols., en preparación).

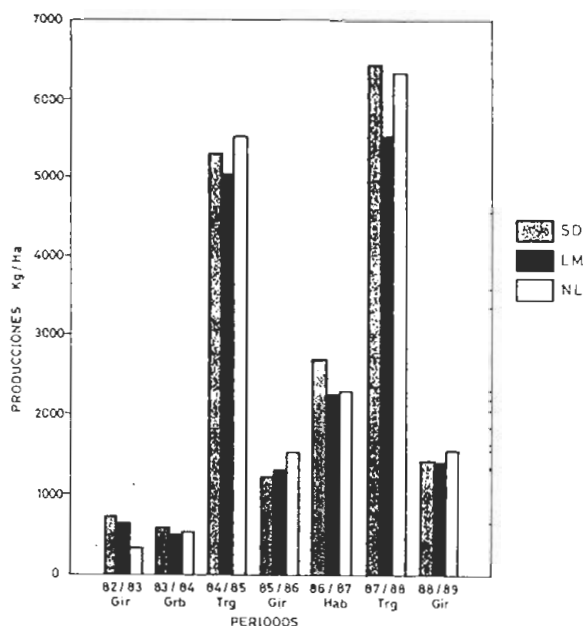


FIGURA 3. Producciones bajo tres sistemas de laboreo en el ensayo de Tomejil (Sevilla).

Como puede observarse, las diferencias entre sistemas de laboreo favorecen a la siembra directa algunos años (los años de sequía) mientras que el laboreo convencional fue más productivo en otros. En varias ocasiones no fue posible optimizar el manejo de todos los tratamientos, lo que explica muchas de las diferencias observadas (Giráldez y cols., en preparación).

En resumen, el laboreo de conservación es una alternativa económicamente viable y ecológicamente deseable al laboreo tradicional; sólo cabe esperar que continúe el desarrollo y la aceptación de las mismas como ha sucedido ya en otros países donde existe una gran preocupación por la conservación del recurso suelo. La aceleración de este proceso depende de que aumenten, tanto los ensayos empíricos en campos de agricultores, como las investigaciones multidisciplinarias para identificar las causas de las respuestas observadas. Sólo así se podrá disponer en breve de un conjunto de nuevas prácticas agronómicas que optimicen la producción de cultivos bajo laboreo de conservación y permitan diseñar el sistema de laboreo más adecuado para cada suelo.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a A. Soriano y al Dr. F. Orgaz su ayuda en la confección de este artículo. En el ensayo de Tomejil, financiado en sus primeros años por la CAICYT,

han trabajado y/o trabajan M. García, J. Martín, I. González de Quevedo, J. Gil, J. Agüera, J. López y J. Fuentes.

### LITERATURA CITADA

- Cornish, P.S. y J.E. Pratley. 1986. Tillage. New directions in australian agriculture. Inkata Press, Sydney, 448 p.
- Dick, W.A. 1983. Organic carbon, nitrogen, phosphorus, pH in soil profiles as affected by tillage intensity. Soil Sci. Soc. Am. J., 47: 102-107.
- Fox, R.H. y V.A. Bandel. 1986 Nitrogen utilization with notillage. En: M. Sprague y G.B. Triplett, eds., No tillage and surface tillage agriculture, pp. 117-149.
- Hamblin, A. 1986. The effect of tillage on soil physical conditions. En: Cornish y Pratley, Tillage. New directions in australian agriculture. Inkata Press, pp. 128-170.
- Henderson, D.W. 1979. Soil management in semiarid environments. En: A.E. Hall ed., Crop productivity in arid and semiarid environments Ecol. Studies n.º 35 Springer Verlag. pp. 224-237.
- Lal R. 1989. Conservation tillage for sustainable agriculture: Tropics versus temperate environments. Adv. Agron., 42: 86-197.
- Medd, R.W. 1986. Weed management in arable lands. En: Cornish y Pratley. Tillage. New directions in australian agriculture. Inkata Press, pp. 222-259.
- Robson, A.D. y A.C. Taylor. 1986. The effect of tillage on the chemical fertility of soil. En: Cornish and Pratley. Tillage. New directions in australian agriculture. Inkata Press, pp. 248-307.
- Sojka, R.E., D.L. Karlen y E.J. Sadler. 1988. Planting geometries. En: Cropping strategies for the efficient use of water and nitrogen, ASA Spe. Pub. n.º 51 pp. 43-67.
- Sprague, M.A. y G.B. Triplett. 1986. No tillage and surface tillage agriculture. J. Wiley, New York, 451 p.
- Trockmorton, R.I. 1986. Tillage and planting equipment for reduced tillage. En: Sprague M.A. y G.B. Triplett, eds. No tillage and surface tillage agriculture, pp. 59-.

**COMUNICACIONES  
PRIMERA SESION**



# INFLUENCIA DE LA PRACTICA DEL LABOREO DE CONSERVACION EN CULTIVOS ANUALES SOBRE LA INCIDENCIA DE MALAS HIERBAS

César Fernández-Quintanilla  
*Servicio de Investigación Agraria Comunidad de Madrid*

## CONSIDERACIONES GENERALES

La introducción de técnicas de laboreo de conservación implica numerosas modificaciones en las condiciones del medio, modificaciones que afectan de manera notable la germinación, establecimiento y desarrollo de las malas hierbas.

Para empezar, es necesario reconocer la enorme eficacia del arado de vertedera en la destrucción de plántulas de malas hierbas e, incluso, de aquellas hierbas que están ya bien establecidas. Ninguno de los aperos alternativos a la vertedera (gradas, cultivadores, «chisel») pueden ofrecer una eficacia parecida en este sentido. Afortunadamente, hoy en día se dispone de diversos productos herbicidas de acción total (p. ej. ROUNDUP, STING, FINALE, GRAMOXONE, FUSTA) que, aplicados inmediatamente antes de la siembra del cultivo, son muy eficaces en la destrucción de las hierbas nacidas hasta ese momento. De esta forma los tratamientos herbicidas son capaces de subsistir, total o parcialmente, a las labores. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los efectos de las labores y de los herbicidas no son exactamente equiparables. Así, algunas especies de malas hierbas que pueden ser controladas fácilmente con las labores, son en cambio difíciles de destruir totalmente con los herbicidas. Tal es el caso de la *Conyza canadensis*, una especie de muy sencilla erradicación con las labores pero de difícil control con la mayoría de los herbicidas disponibles, especialmente bajo condiciones de sequía.

La vertedera no solo ejerce una labor de destrucción de las plantas ya emergidas; además, realiza una enérgica labor de desplazamiento de semillas en el suelo.



De esta forma, las semillas recién producidas son enterradas a profundidades desde las que no pueden emerger. A la vez, semillas enterradas años anteriores son sacadas de nuevo a la superficie y puestas en condiciones de germinar. Por el contrario, el laboreo de conservación tiende a mantener las semillas de malas hierbas en los 5 ó 100 cm. más superficiales, facilitando su nascencia (Cousens y Moss, 1990).

No todas las especies de malas hierbas responden igual a estas condiciones. Así, existen especies como el *Bromus diandrus* cuyas semillas no son capaces de persistir enterradas en el suelo más de un año. Por tanto, su enterrado con las labores de vertedera constituye un medio extraordinariamente eficaz de erradicar estas poblaciones (Gleichner y Appleby, 1989). En cambio, en ausencia de laboreo, estas especies son capaces de establecerse fácilmente, compitiendo vigorosamente con los cultivos. Son los típicos casos de hierbas de márgenes de campos y bordes de caminos que, progresivamente, van invadiendo los cultivos establecidos con sistemas de laboreo de conservación. En el extremo opuesto están las hierbas adaptadas a terrenos muy labrados, tales como *Sinapis arvensis*. Esta especie posee unas semillas con una elevada dormición, pudiendo persistir enterradas en el suelo por períodos relativamente largos. Por lo tanto, el enterrado anual realizado con las labores de vertedera no las afecta. Saben esperar enterradas hasta que una nueva labor las vuelva a la superficie y las permita establecerse.

Por último, es necesario tener en cuenta que en los sistemas de laboreo de conservación las condiciones de mayor compactación del suelo y de mayor abundancia de residuos superficiales favorecen el desarrollo de ciertas especies de malas hierbas, principalmente de especies perennes.

Como resultado de todos estos cambios ocasionados por la reducción o supresión del laboreo, nos encontramos con que algunas especies de malas hierbas que anteriormente tenían una escasa importancia llegan a adquirir un gran desarrollo bajo condiciones de laboreo de conservación. Y, a la recíproca, especies de gran abundancia en los terrenos labrados tienden a disminuir en esta nueva situación.

## **MALAS HIERBAS FAVORECIDAS POR EL LABOREO DE CONSERVACION**

En base a las experiencias realizadas durante los últimos diez años en diversas zonas de España y en diversos países europeos, es posible identificar varias especies de malas hierbas que tienden a invadir los cultivos establecidos por siembra directa o con laboreo mínimo.

Quizás la mayor amenaza la constituye actualmente el *Bromus diandrus* en cultivos cerealistas de invierno. Esta especie, tradicionalmente restringida a zonas marginales, ha invadido rápidamente numerosos campos de cereales establecidos por siembra directa en la Cuenca del Duero (García Calleja et al., 1986). Asimismo, prospecciones realizadas en Cataluña han mostrado que las infestaciones de bromus se están extendiendo por aquellas zonas de Lérida donde más se han introducido estas nuevas técnicas de laboreo (Riba et al, 1990). El problema del *Bromus* es especialmente preocupante, ya que en la actualidad no existe ningún herbicida específico de cereales que controle adecuadamente esta especie.

Otras especies de gramíneas anuales que se ven favorecidas por la reduc-

ción/supresión del laboreo son las *Phalaris* (*P. brachistachis*, *P. minor*) y el *Lolium rigidum* (Froud-Williams et al, 1981). Afortunadamente, estas especies pueden ser controladas con relativa facilidad mediante el empleo de herbicidas específicos. En el caso de la *Avena sterilis*, su respuesta a la reducción del laboreo es menos marcada que en los casos anteriores. En efecto, si bien su germinación anual se ve favorecida por las condiciones creadas por el laboreo mínimo, la persistencia de su semillas en el suelo se ve reducida. Este hecho facilita la eliminación de esta especie en un plazo de 3 a 4 años mediante la realización anual de tratamientos herbicidas de control (Wilson, 1985).

Entre las especies de dicotiledóneas anuales también existen algunas que ven estimuladas por la supresión de labores. Tal es el caso de *Anacyclus clavatus*, *Anagallis arvensis*, *Galium aparine* y *Salsola Kali* en cultivos de cereales (Fernández-Quintanilla et al, 1981; Mesa García et al, 1986).

En cuanto a las especies de malas hierbas perennes, en general todas se ven favorecidas por el laboreo de conservación. Así, se han podido constatar incrementos claros en las poblaciones de *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis* y *Cardaria draba* (Fernández-Quintanilla et al, 1984; Froud-Williams et al, 1981; Mesa García et al, 1986). Aunque la gravedad de estos problemas en cultivos de cereales se ve atenuada por la gran sensibilidad de estas especies a los herbicidas hormonales, en el caso del girasol pueden llegar a ocasionar problemas importantes.

## **MALAS HIERAS PERJUDICADAS POR EL LABOREO DE CONSERVACION**

Como ya se ha comentado anteriormente, existen algunas especies de malas hierbas que están muy bien adaptadas al intenso laboreo habitual en muchos cultivos. Tal es el caso de *Sinapis arvensis*, *Raphanus raphanistrum*, *Polygonum aviculare*, *Papaver rhoeas* y *Veronica hedaerefolia* en cereales. Todas estas especies, las más tradicionales en este tipo de cultivos, disminuyen sensiblemente en importancia cuando se simplifican los sistemas de laboreo (Fernández-Quintanilla et al, 1984; Froud-Williams et al, 1981; Navarrete, comunicación personal).

## **EFFECTO GLOBAL SOBRE LA INCIDENCIA DE MALAS HIERBAS**

Al margen de que unas determinadas especies se vean favorecidas por el laboreo de conservación y otras se vean perjudicadas, al agricultor o al técnico le interesa conocer el efecto global sobre el conjunto de la infestación.

En este aspecto es difícil sacar una conclusión generalizada. Evidentemente, la influencia de uno y otro tipo de laboreo dependerá de la flora de malas hierbas presente en la zona (de la proporción de especies favorecidas y perjudicadas), de la calidad y cantidad de tratamientos herbicidas utilizados, del desarrollo adquirido por los cultivos, etc. En general, se tienden a pensar que la densidad de malas hierbas debe aumentar en los sistemas de laboreo reducido. Y, efectivamente, así ha ocurrido en diversos ensayos realizados en varias zonas de Andalucía (Mesa García et al., 1986). Sin embargo, estos resultados han sido obtenidos en situaciones en las que las especies perennes y las gramíneas anuales estaban muy bien representadas en la flora potencial. Por el contrario, en situaciones en las que las especies dominantes eran dicotiledóneas anuales, de fácil control químico, el número total de

malas hierbas era mayor en campos labrados convencionalmente que en campos no labrados (Fernández-Quintanilla et al, 1984; Pollard et al, 1982).

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Cousens, R. y Moss, S.R. 1990. «A model of the effects of cultivation on the vertical distribution of weed seeds within the soil». *Weed Res.* 30: 61-70.
- Fernández-Quintanilla, C.; Navarrete, L.; Sánchez-Girón, V. y Hernández, J.L. 1984. «The influence of direct-drilling on the weed flora of cereal crops in Central Spain». 7 th Int. Symp. on Weed Biol. Ecol. Sust., 431-436.
- Froud-Williams, R.J.; Chancellor, R.J. y Drennan, D.S.H. 1981. «Potential changes in weed floras associated with reduced cultivation systems for cereal production in temperate regions». *Weed Res.* 21: 99-109.
- García Calleja, A.; González, J.M. y Zamacola, F. 1986. «Resultados de los sistemas de mínimo laboreo en la Cuenca del Duero». I Symp. sobre Min. Laboreo en Cult. Herbáceos. 161-176.
- Gleichsner, J.A. y Appleby, A.P. 1989. «Effect of depth and duration of seed burial on rigput brome (*Bromus rigidus*)». *Weed Sci.* 37: 68-72.
- Mesa García, J.; Vázquez, A. y García Torres, L. 1986. «Resultados de ensayos de no laboreo en trigo, girasol y habas en Andalucía». I Symp. sobre Min. Laboreo en cult. Herbáceo, 231-243.
- Pollard, F.; Moss, S.R.; Cussans, G.W. y Froud-Williams, R.J. 1982. «The influence to tillage on the weed flora in a succession of winter wheat crops on a clay loam soil and a silt loam soil». *Weed Res.* 22: 129-136.
- Riba, F.; Taberner, A. y Recasens, J. 1990. «Ecological basis for establishment of a IWMS in a cereal growing area infested with brome grass (*Bromus L.*) in catalonia (Spain)». Proc. EWRS Symp. integrated Weed Management in Cereals.
- Wilson, B.J. 1985. «Effect of seed age and cultivation on seedling emergence and seed decline of *Avena fatua* in winter barley». *Weed Res.* 25: 213-219.

# LA EROSION Y EL USO DEL SUELO EN ANDALUCIA. SU EVALUACION A TRAVES DE UN SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA

J.M. Moreira  
*Servicio de Evaluación de Recursos Naturales*  
*Dirección de Planificación*  
*Agencia del Medio Ambiente*  
JUNTA DE ANDALUCIA

## INTRODUCCION

La erosión de los suelos constituye un fenómeno general que se cierne sobre toda Andalucía pero es especialmente problemático en tierras sometidas a uso agrícola debido a que las pérdidas de suelo en ellas no suelen ser «espectaculares» y, por ello, se le ha prestado poca atención. Sin embargo, esas pérdidas paulatinas de tierras agrícolas suponen un grave deterioro económico a largo plazo ya que inciden directamente sobre la productividad de los cultivos.

Por otra parte, si bien es cierto que la «erosión» se convierte anualmente en protagonista de títulos periodísticos sobre esta problemática, no es menos cierto que el protagonismo se vincula a coyunturas muy específicas, como pueden ser la celebración del día mundial del medio ambiente, del día mundial forestal, etc..., y que el problema erosivo continua siendo un gran desconocido en muchos aspectos. La celebración de diversas jornadas científicas sobre el problema de la erosión y sobre todo el desarrollo de los trabajos vinculados con el proyecto Lucha contra la Desertización en el Mediterráneo están poniendo las bases de un conocimiento científico del problema de la erosión en Andalucía. No obstante, hasta el momento presente, los trabajos realizados tienden a considerar la erosión vinculada con preferencia a la ordenación forestal de cuencas y a la construcción de diques y embalses en las

mismas. Queda así, marginado un tema de trascendental importancia para la economía de la región, como es la degradación de los suelos agrícolas y la gestión de sus usos en relación con dicha degradación.

Hay que sumar a todo esto la inexistencia de unas bases, al menos empíricas, en las que fundamentar los estudios de erosión en Andalucía, ya que hasta hoy y salvo excepciones muy puntuales, no se han realizado análisis sobre parcelas experimentales. Se carece, con ello, de una calibración, a todas luces necesaria, de los modelos predictivos más comúnmente aceptados. Por consiguiente, hemos de dejar bien claro que cualquier cifra sobre la erosión de suelos que sea aducida sin el acompañamiento de pruebas experimentales sobre parcelas piloto, habrá de ser considerada sólo como un indicador compartivo con respecto a otras zonas analizadas con la misma tecnología. No obstante, es preciso mencionar que el conocimiento del problema de la erosión, tan acuciante en la región, no puede esperar a disponer de series estadísticas experimentales adecuadas para la calibración de modelos, si bien no estaría de más que tales estudios comenzasen en varios puntos de Andalucía. Es preciso un conocimiento, aunque sólo sea basado en hipótesis, que permita acceder a una toma de decisiones a nivel regional e incluso descender de los niveles de reconocimiento general a un nivel de detalle que facilite un adecuado uso y gestión de los suelos en función de su tolerancia a las pérdidas de suelo.

### **Aplicación de modelos informatizados**

Para cualquier organismo público vinculado con la gestión del espacio y, en concreto, con la gestión del recurso natural primario que es el suelo, las vías de acceso al conocimiento de la erosión pueden ser dos: una cualitativa y otra cuantitativa. La primera suele ser común en estudios a nivel de reconocimiento o diagnóstico, constituyendo la opción comúnmente empleada para una posible toma de decisiones con respecto al problema de la erosión, cuando se precisa de una rápida actuación.

La segunda suele conllevar estudios más detallados permitiendo establecer un gran número de matizaciones en las tierras analizadas siendo la vía más frecuente en estudios de detalle.

Ambos enfoques pueden ofrecer resultados analíticos y cartográficos, si bien suele ser usual el que los estudios de tipo cualitativo se plasmen en productos cartográficos y los de tipo cuantitativo ofrezcan resultados bajo la forma de listados estadísticos.

El establecimiento de un sistema integrado para el pronóstico de la erosión según diferentes hipótesis de uso y manejo constituye un instrumento de indudable valía para la toma de decisiones acertadas sobre los suelos de una región. En la Agencia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía se ha desarrollado un paquete de programas que, integrados en un Sistema de Información Geográfica, permiten abordar el problema del pronóstico de la erosión en sus más diversas facetas ofreciendo, como veremos a continuación, un eficaz instrumento para la evaluación de este problema y para el asesoramiento en posibles cambios de uso de las tierras.

Este paquete de programas pretende abordar la erosión bajo tres puntos de vista diferenciados, en función del nivel de detalle requerido y de los datos de base de que se dispone.

Para un primer nivel, de reconocimiento general, se hace uso de una discretización territorial en unidades determinadas por las cuadrículas de 1 km<sup>2</sup> de la proyección Universal Transversal de Mercator (UTM). Cada una de estas unidades territoriales (unidad elemental de referencia del Sistema de Información Medioambiental de Andalucía Sinamba), posee múltiples cargas informativas entre las que destacan todas aquellas necesarias, para la aplicación de modelos de evaluación cualitativa de riesgos de erosión. Una aplicación automatizada de este tipo fue desarrollada para el proyecto «Riesgos de erosión» incluido en el programa CORINE de la CEE y como parte de los estudios llevados a cabo en la zona transfronteriza Algarve-Andalucía. Muy brevemente el procedimiento seguido, acomodando la metodología propuesta por el proyecto «Riesgos de erosión», fue el siguiente:

- I.— Delimitación de la malla kilométrica U.T.M. sobre la zona a estudiar. Realización de una base cartográfica informatizada con límites administrativos, aguas interiores y costeras.
- II.— Asignación automática de valores a las unidades de información en lo relativo a suelo, pendiente y clima mediante el uso de los ficheros de información correspondientes.
- III.— Sobre dos imágenes del sensor MSS de un satélite Landsat con fechas de verano e invierno, se efectuaron índices de vegetación y brillo, realizándose una clasificación atendiendo a coberturas y actividad clorofílica de la vegetación actualizada.
- IV.— Superposición de la malla U.T.M. a las imágenes clasificadas, agrupando las clases interpretadas (15) en las clases propuestas por la metodología empleada (3), asignándose valores medios de clases y fechas a cada unidad de referencia.
- V.— Conjunción de los parámetros de suelos, pendiente y clima, que definen los riesgos potenciales de erosión, con el parámetro de vegetación para delimitar los riesgos actuales de erosión.
- VI.— Obtención de documentos cartográficos y estadísticos automáticos.

En definitiva, este simple sistema permite, de una parte, integrar informaciones aportadas por imágenes de satélite, sobre usos actualizados del territorio, y de otra, conseguir evaluaciones cualitativas de riesgos de erosión expresadas en documentos estadísticos y cartográficos de modo automático y para escalas operativas de 1/1.000.000 a 1/100.000.

Para un segundo nivel de aproximación cualitativa al problema de la erosión en la región, se ha desarrollado un sencillo método que, utilizando como parámetros de diagnóstico, por ejemplo, aquellos que aparecen en el cuadro 1, combinados mediante una serie de matrices de valoración (cuadro 2), permiten obtener clases de erosión potencial y actual sobre el territorio. Se emplean en este caso unidades territoriales continuas y homogéneas en cuanto a los parámetros de diagnóstico.

La simple superposición cartográfica de parámetros da como resultados mapas de erosión potencial y actual (gráfico 1) siendo posible utilizar cualquier escala de trabajo. De este modo siempre que se carezca de datos fidedignos y completos para el uso de otras metodologías sobre evaluación de erosión podrá recurrirse a este método de superposición de unidades cartográficas. Como ejemplo de aplicación a nivel de reconocimiento regional se ha efectuado una evaluación cualitativa

de erosión potencial y actual en Andalucía, obteniéndose como resultados estadísticos los que se recogen en la tabla 1.

Finalmente, y como tercer nivel de aplicación para estudios de detalle, cuya base habrán de ser los datos morfológicos y analíticos de perfiles de suelos específicos, se ha generado un paquete de programas que actúa sobre una base de datos edáficos.

En esta base de datos se almacenan una serie de parámetros descriptivos y analíticos de perfiles de suelos necesarios para poder realizar sobre ellos distintos tipos de evaluación de aptitud general o específica amén de valorar los riesgos de degradación que pueden sufrir en función de las diferentes alternativas de uso más comunes a la comarca en que se ubica el suelo analizado. Los métodos de evaluación general o específica posibles de utilizar son múltiples, mientras que el método empleado para determinar las pérdidas de suelo es la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelos (USLE).

El flujo de programas (véase cuadro 3) permite alterar las hipótesis de uso y pronosticar si, con el paso del tiempo, la degradación sufrida por el suelo puede conllevar un cambio de aptitud para usos generales o específicos.

Igualmente son contemplados modelos que pronostican los rendimientos de los suelos para cultivos específicos y su relación positiva o negativa al producirse pérdidas en los horizontes de superficie, lo cual afecta a la sección de control en la que se miden los parámetros que utiliza el modelo. De este modo, se puede llegar a definir la tolerancia a las pérdidas de suelo de cada perfil edáfico, en función del cultivo patrón que se considere y no como un parámetro general e hipotético, cuyos datos pueden llegar a contrastar fuertemente si se comparan con la tolerancia tomada como mantenimiento de la productividad en un suelo y con un cultivo determinado. Un ejemplo de esto último nos lo ofrece la tabla 2 en la que se muestra, para algunos perfiles-tipo de unidades macroestructurales de Andalucía, la tolerancia evaluada de modo convencional y la obtenida en función de cultivos específicos.

Este paquete de programas facilita salidas estadísticas y/o gráficas (gráfico 2) para cada uno de los perfiles de suelos analizados y de las temáticas tratadas, permitiendo con ello una aproximación bastante completa a los suelos de la región para el máximo nivel de detalle requerido.

En este sentido, la utilización y el nivel de manejo de las tierras recibe un tratamiento especial ya que al analizar la influencia de la cubierta vegetal sobre la erosión, todos los estudios parecen coincidir en que es éste el factor a modificar si se pretende conseguir una eficaz protección contra los procesos erosivos.

### **La importancia de la cubierta vegetal en la conservación del suelo.**

Todo Sistema de Información Geográfica que sea empleado para evaluar pérdidas de suelos y que sea utilizado en simulaciones que consideren diferentes alternativas de uso y gestión del suelo, que de contemplar, con un énfasis especial, todos aquellos datos precisos para profundizar en el análisis de la cubierta vegetal.

Hoy es evidente que el uso del suelo y su ordenación se constituyen como el elemento de mayor importancia para el control de los procesos de erosión y es, por ello, que el conocimiento de las prácticas y alternativas de uso de las tierras es esencial.

En zonas de agricultura milenaria, como Andalucía, la ordenación de los cultivos se ha realizado buscando el máximo beneficio económico y, normalmente, haciendo coincidir éste con un mantenimiento en el tiempo del mismo.

Sólo cuando la obtención del máximo beneficio no ha contemplado la tierra como un bien escaso, al que es preciso cuidar para que produzca, se han producido distorsiones en relación con la pérdida de suelos. Es significativo el hecho de que, normalmente, los mayores problemas de erosión coincidan con las tierras de mayor marginación económica y cómo las zonas donde se da la agricultura más intensiva y rentable, coinciden con los territorios menos afectados por la erosión. En ello intervienen, normalmente, factores físicos, pero también es cierto que una buena inversión y una buena gestión de las tierras equivalen a un buen control de la erosión.

Para muchos especialistas este factor de cubierta vegetal es el más complicado de evaluar, ya que existen infinitos modos diferentes de cultivar una cosecha, pero también es cierto que, es el que mayor peso presenta en el control de las pérdidas de suelo por erosión. Así, frente a un factor de escala de 1 a 0,1 como valoración de las prácticas de conservación en la erosión de suelo, por parte de la ecuación universal de pérdidas de suelos (USLE), la cubierta vegetal oscila, en su influencia sobre la erosión, con valores desde 1 (barbecho desnudo) a 0,0001 (suelos con excelente cubierta vegetal). Este hecho significa que, combinando adecuadamente la cubierta vegetal, puede conseguirse una reducción de hasta mil veces la erosión, frente a sólo diez veces con prácticas de conservación.

Por todo ello, en un Sistema de Información Geográfica, como el Sinamba, resulta esencial utilizar datos relativos a las alternativas y niveles de manejo de los usos dominantes en unidades macroestructurales de la región.

Ello permite establecer una sistemática de simulación, en combinación con otros parámetros de tipo físico, para conocer la degradación que cada alternativa produce sobre un suelo (tabla 3). En función de su relación con la erosividad de la lluvia, su reparto estacional, el tipo de suelo y pendiente sobre el que se sitúa, los procesos de degradación varían.

El empleo de simulaciones sobre las bases de datos generadas permite discernir qué alternativas se ajustan mejor o peor al ciclo de la erosividad en una comarca dada, facilitando la tarea de clasificar las alternativas de uso en función de que necesiten, o no, el empleo de prácticas de Conservación, bien sean éstas vinculadas a la topografía (aterrazamientos) al manejo de la tierra o de los ciclos de los cultivos.

Hemos de reiterar que los datos sobre pérdidas de suelos obtenidos por la aplicación de este paquete de programas están faltos de la debida calibración de la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelos pero, aún así, constituyen un instrumento de indudable valía ya que ofrecen la posibilidad de conocer el comportamiento de los suelos de la región sometidos a condiciones específicas contempladas bajo el prisma de una misma metodología, al igual que conocer alternativas o combinación de las mismas que permitan una mejor protección del suelo.

En resumen, estos tres niveles de aproximación al problema erosivo permiten lograr un conocimiento del mismo en sus aspectos cualitativos, cuantitativos, descriptivo-analíticos y cartográficos, integrados con modelos de evaluación, de aptitud y pronóstico de evaluación de rendimientos, lo cual se nos ofrece como un útil



esencial para la toma de decisiones acertadas sobre el uso y manejo de las tierras de Andalucía.

TABLA 1  
Cuantificación de unidades cartográficas recogidas en el Mapa de Erosión Actual a nivel provincial y regional.

Erosión Actual	Superficie Estimada*																	
	Almería		Cádiz		Córdoba		Granada		Huelva		Jaén		Málaga		Sevilla		Total Regional	
	1000Ha	%	1000Ha	%	1000Ha	%	1000Ha	%	1000Ha	%	1000Ha	%	1000Ha	%	1000Ha	%	1000Ha	%
Baja	46	5,2	70	9,5	318	23,2	170	13,6	279	27,7	289	21,4	44	6,0	182	13,0	1.398	16,1
Moderada	196	22,3	481	65,2	512	37,3	357	28,5	622	61,7	297	22,0	223	30,7	691	49,4	3.379	38,8
Alta	441	50,3	180	24,4	385	28,1	610	48,7	124	12,3	618	45,8	309	42,5	469	33,5	3.136	36,0
Muy Alta	196	22,3	19	2,6	95	4,7	124	9,9	6	0,6	156	11,6	156	21,5	63	4,5	785	9,0

\* Estimación realizada mediante integración de las unidades recogidas en el Mapa de erosión Actual.

Tabla 2  
Evaluación de pérdidas de suelos, tolerancia teórica y específica para diferentes suelos-tipo de Andalucía.

Suelo	Unidad estructural	Pérdidas actuales	Tolerancia teórica	Tolerancia para distintos usos			X
		(Tm/ha/año)	(Tm/ha/año)	Trigo	Maiz	Algodón	
Entisol Fluvents	Vega aluvial	0,8	15,4	9,8	5,2	7,9	7,6
Entisol Arents	Terrazas	4,9	8,7	0,8	0,8	10,6	4,1
Typic Chromoxererts	Campaña bujeo	4,5	12,9	7,2	2,6	10,0	6,6
Xerochrepts Vertic	Campiñas albarizas	25,6	10,7	2,1	1,2	4,1	2,5
Palaxeralfs Petrocalcic	Coberteras detriticas	10,3	3,6	1,1	0,8	3,7	1,9
Rhodoxeralfs Litic	Relieves tabulares	32,8	3,7	1,6	0,8	4,1	2,2
Xerorthents Vertic	Campiñas yesíferas	12,6	5,3	1,5	1,4	1,3	1,4
Xerorthents Gypsic	Sierras margoyesíferas	331,5	2,6	0,6	0,6	3,2	1,5
Salorthidic Fluvaquents	Marismas	0,4	7,4	1,1	1,3	3,4	2,0
Udorthents Vertic	Transición Marisma-Campaña	0,5	2,1	0,3	1,4	1,4	1,1
Rendollic Xerochrepts	Sierras subélicas	4,5	4,9	1,8	1,3	3,1	2,1
Xerorthents	Glacis orientales	18,1	4,8	1,7	1,3	3,0	2,0

Tabla 3

Evaluación de pérdidas de suelo según distintas alternativas de uso y para perfiles-tipo en distintas unidades macroestructurales

Unidad macroestructural: TERRAZAS							
Provincia: SEVILLA							
Unidad cart.: 18							
Suelo tipo: SE-4							
Factores de la U.S.L.E.							
Alternativa dominante	Duración (años)	Erosividad (R)	Erodibilidad (K)	Vegetación (C)	Pendiente Hipot.(%)	Topografía (LS)	Pérdidas Tm/Ha/Año
Regadío Maiz sobre Maiz	(1)	93,9	0,81	0,496	3 =	0,18	6,82
					7 =	0,70	26,44
					15 =	2,20	83,29
Secano algodón	(1)	93,9	0,81	0,598	3 =	0,18	8,23
					7 =	0,70	31,88
					15 =	2,20	100,42
Regadío maiz sobre algodón	(2)	93,9	0,81	0,484	3 =	0,18	6,66
					7 =	0,70	25,80
					15 =	2,20	81,28
Regadío algodón sobre maiz	(2)	93,9	0,81	0,484	3 =	0,18	6,66
					7 =	0,70	25,80
					15 =	2,20	81,28
Regadío frutales	(C*)	93,9	0,81	0,540	3 =	0,18	7,43
					7 =	0,70	28,79
					15 =	2,20	90,68
Secano trigo sobre girasol	(2)	93,9	0,81	0,513	3 =	0,18	7,06
					7 =	0,70	27,35
					15 =	2,20	86,15
Secano girasol sobre trigo	(2)	93,9	0,81	0,513	3 =	0,18	7,06
					7 =	0,70	27,35
					15 =	2,20	86,15
Secano olivar	(C*)	93,9	0,81	0,400	3 =	0,18	5,50
					7 =	0,70	21,32
					15 =	2,20	67,17
Dehesa asociada a encinar densidad baja	(C*)	93,9	0,81	0,230	3 =	0,18	3,16
					7 =	0,70	12,26
					15 =	2,20	38,62
Algodón en regadío	(1)	93,9	0,81	0,206	3 =	0,18	2,83
					7 =	0,70	10,98
					15 =	2,20	34,59

\* Alternativa continua en el tiempo.

**ESQUEMA GENERAL DE EVALUACION DE RIESGOS DE EROSION**  
Parámetros de Diagnóstico

	LITOFACIES		FACTOR R WISCHMEIER
ERODIBILIDAD (E)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rocas igneas consolidadas.</li> <li>2. Rocas calcáreas bien cementadas.</li> <li>3. Formaciones intermedias.</li> <li>4. Rocas silíceas compactas.</li> <li>5. Rocas poco consolidadas y formaciones blandas.</li> <li>6. Arcillas, limos, arenas y depósitos cuaternarios en general.</li> <li>7. Formaciones de elevada erodibilidad (margas con yesos)</li> </ol>	EROSIVIDAD (R)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. &lt; 150</li> <li>2. 150-200</li> <li>3. 200-500</li> <li>4. &gt; 500</li> </ol>
	PENDIENTE (E)		<p>PORCENTAJES</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0-7</li> <li>2. 7-15</li> <li>3. 15-30</li> <li>4. &gt; 30</li> </ol> <p>VEGETACION (V)</p>

Cuadro 1. Ejemplo de aplicación de parámetros de diagnóstico para un nivel de reconocimiento general de la región.

**ESQUEMA GENERAL DE EVALUACION DE RIESGOS DE EROSION**  
Matrices de valoración

CLASES DE PRODIBILIDAD (E)	CLASES PENDIENTE (P)				CLASES DE EP	CLASES EROSIVIDAD (R)				CLASES EROSION POTENCIAL	
	1	2	3	4		1	2	3	4		
1	1EP	1EP	2EP	2EP	1	1EPR	2EPR	3EPR	4EPR	1. Nula o baja	
2	1EP	1EP	2EP	3EP		2	EPR	2EPR	3EPR	4EPR	2 Moderada
3	1EP	2EP	2EP	4EP			3	3EPR	3EPR	4EPR	4EPR
4	1EP	2EP	3EP	4EP		4		4EPR	4EPR	4EPR	4EPR
5	2EP	3EP	4EP	4EP	4		4EPR	4EPR	4EPR	4EPR	
6	3EP	4EP	4EP	4EP							
7	4EP	4EP	4EP	4EP							

CLASES VEGETACION (V)	CLASES EROSION POTENCIAL (E.P.R.)				CLASES EROSION ACTUAL
	1	2	3	4	
1	1EPRV	1EPRV	1EPRV	1EPRV	1. Nula o baja
2	1EPRV	1EPRV	2EPRV	2EPRV	2. Moderada
3	1EPRV	2EPRV	2EPRV	2EPRV	3. Alta
4	2EPRV	2EPRV	2EPRV	3EPRV	4. Muy Alta
5	2EPRV	2EPRV	2EPRV	3EPRV	
6	2EPRV	2EPRV	3EPRV	3EPRV	
7	2EPRV	3EPRV	3EPRV	4EPRV	

Cuadro 2. Matrices de valoración de parámetros de diagnóstico para la obtención de una cartografía de erosión actual y potencial en Andalucía.

Cuadro 3

Esquema del flujo de programas para evaluación de riesgos de erosión en Andalucía

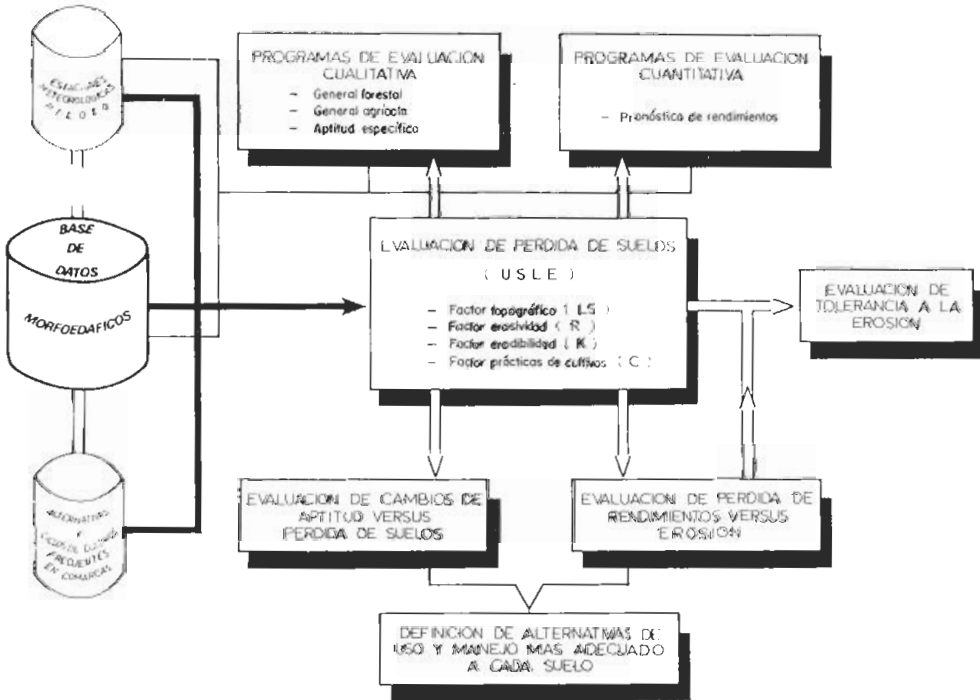


Gráfico 1.  
Mapa de riesgos de erosión actual en Andalucía

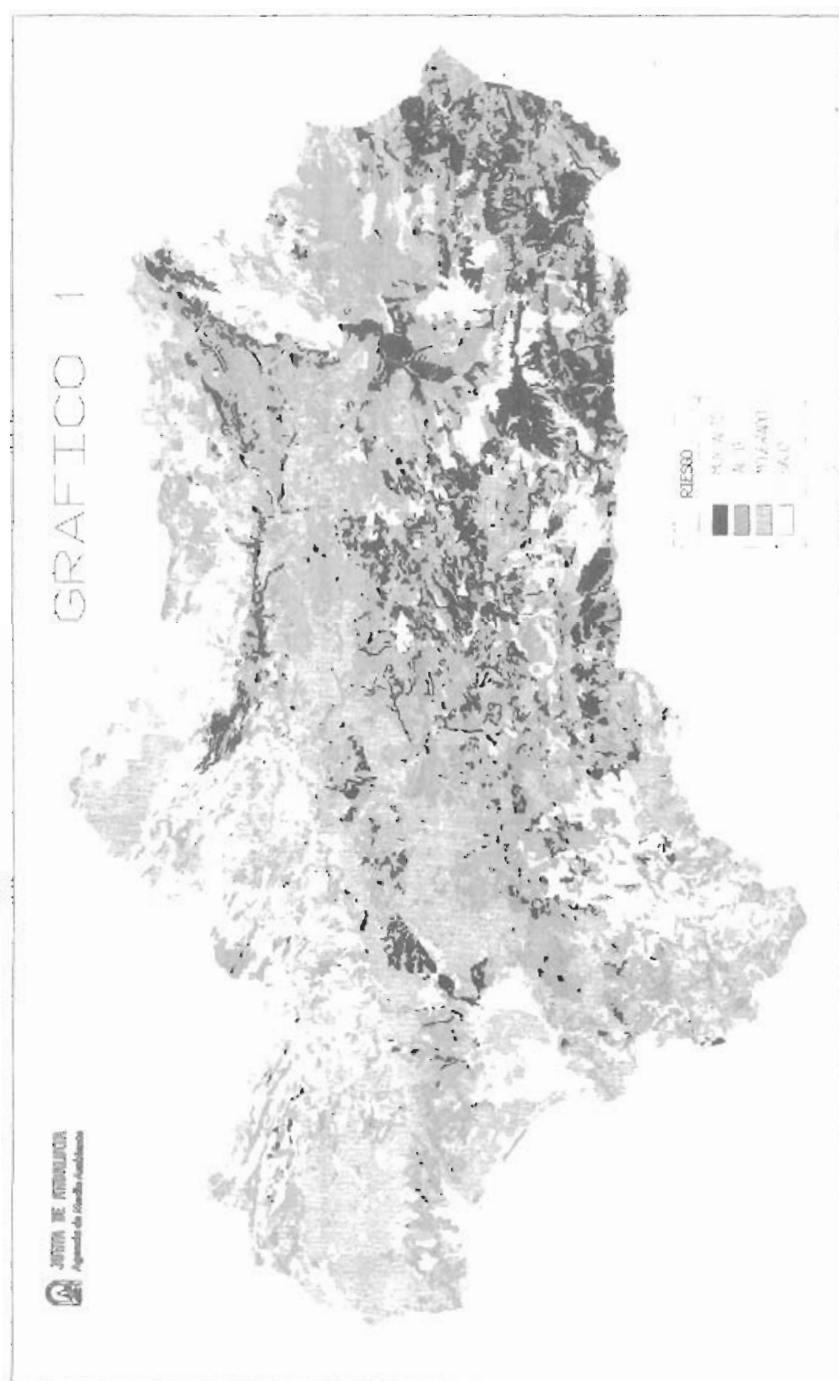
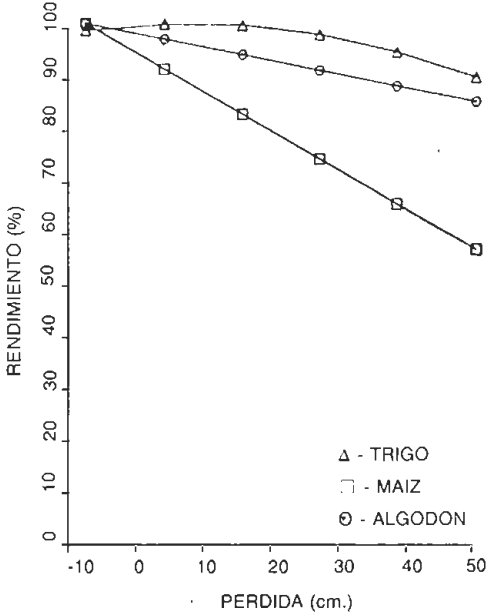


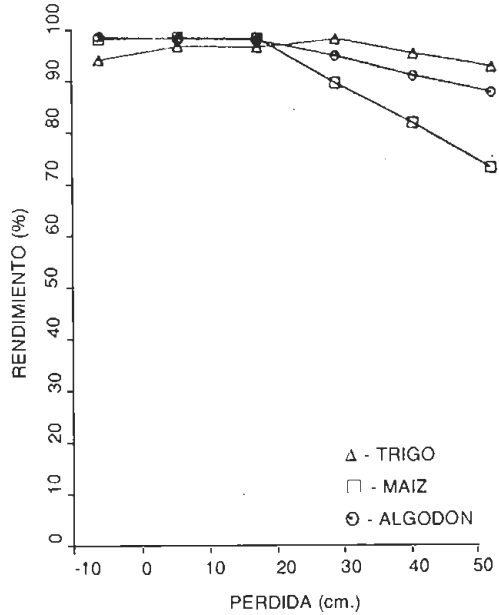
Gráfico 2

Ejemplos de evolución probable de rendimientos relativos a tres cultivos tipo. Suponiendo pérdidas de suelo en profundidad por erosión

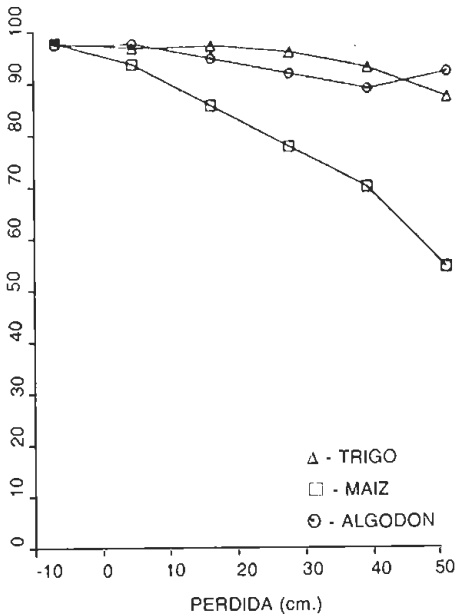
GRAFICA RENDIMIENTO RELATIVO vs PERDIDA EN CM.  
SUELO-TIPO: TERRAZAS



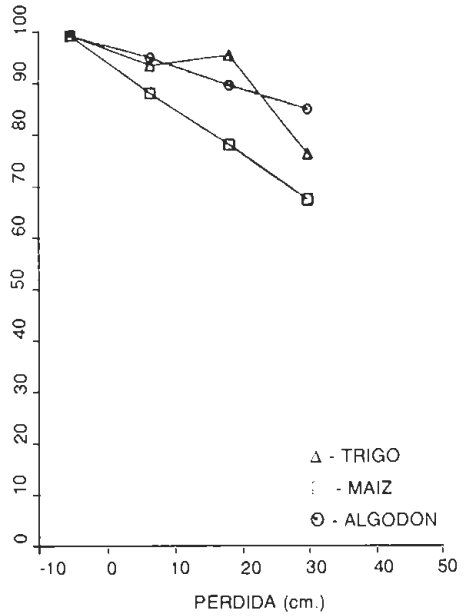
GRAFICA RENDIMIENTO RELATIVO vs PERDIDA EN CM.  
SUELO-TIPO: VEGA ALUVIAL



GRAFICA RENDIMIENTO RELATIVO vs PERDIDA EN CM.  
SUELO-TIPO: CAMPIÑA DE BUJEOS



GRAFICA RENDIMIENTO RELATIVO vs PERDIDA EN CM.  
SUELO-TIPO: SIERRAS SUBETICAS





**PONENCIAS  
SEGUNDA SESION**





**IV**  
**AGRONOMIA DEL LABOREO DE**  
**CONSERVACION EN CULTIVOS**  
**LEÑOSOS**

**MIGUEL PASTOR MUÑOZ-COBO (\*)**

(\*) D.G.I.E.A. de la Junta de Andalucía. C.I.D.A.-Córdoba Dpto. de Olivicultura.



# AGRONOMIA DEL LABOREO DE CONSERVACION EN CULTIVOS LEÑOSOS

Miguel Pastor Muñoz-Cobo  
Departamento de Olivicultura. C.I.D.A. Córdoba

## 1. EL LABOREO DEL SUELO EN CULTIVOS LEÑOSOS

El laboreo es el sistema de cultivo más ampliamente utilizado por los agricultores, habiéndose considerado como sinónimos los términos *labrador* y *agricultor*, lo que indica la gran importancia alcanzada por el laboreo en el conjunto de técnicas de cultivo.

El principal objetivo del agricultor cuando realiza las labores es aumentar las disponibilidades de agua para el cultivo, ya que el *agua* es el principal factor limitante de la producción en la *agricultura de secano*.

Son diversos los aperos empleados por el agricultor para el laboreo del suelo, sin embargo, en los cultivos leñosos de secano el *cultivador* es quizás el apero más ampliamente utilizado, siendo frecuentes la *grada de discos*, la *vertedera* y la *grada de púas o rastra*, habiendo despertado un gran interés en los últimos años el *vibro-cultivador*, apero de labranza vertical que realiza labores muy superficiales, y que sin voltear el suelo ejerce un eficaz control de las malas hierbas.

Si preguntamos al agricultor cuales son las principales razones que le impulsan a labrar el suelo, nos podría dar alguna de las siguientes justificaciones:

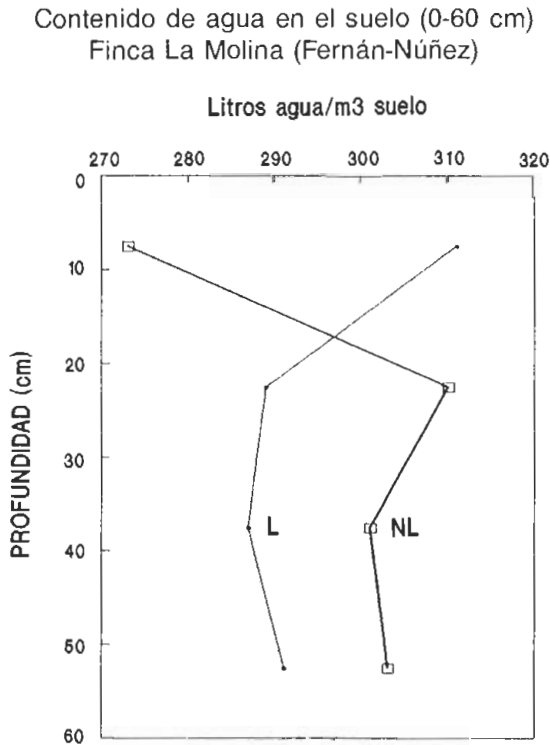
- a) airear y mullir el suelo,
- b) aumentar su capacidad para infiltrar agua,
- c) conservar la humedad,
- d) enterrar los fertilizantes y la materia orgánica,
- e) eliminar las malas hierbas.

De todas estas razones, solamente la mejora de la infiltración parece justificar el laboreo, dependiendo su eficacia del *tempero* del suelo en el momento en que

se realizan las labores. Recientes trabajos han demostrado que la infiltración es muy similar en un suelo labrado a cierta profundidad y de forma continua a lo largo del año, y en un suelo labrado superficialmente una sola vez (PASTOR, 1989a).

El laboreo con *grada de discos*, a pesar que deja una capa superficial mullida y desmenuzada teóricamente ideal para infiltrar el agua, da lugar a la formación en el suelo de capas muy compactadas y poco permeables, situadas a cierta profundidad, denominadas *suelas de labor*, que dificultan la infiltración del agua en las capas profundas del terreno (*figura 1*), y que además favorecen la erosión. En estas *suelas* la infiltración de agua es inferior a la observada en la superficie de los suelos no labrados (PASTOR, 1989a).

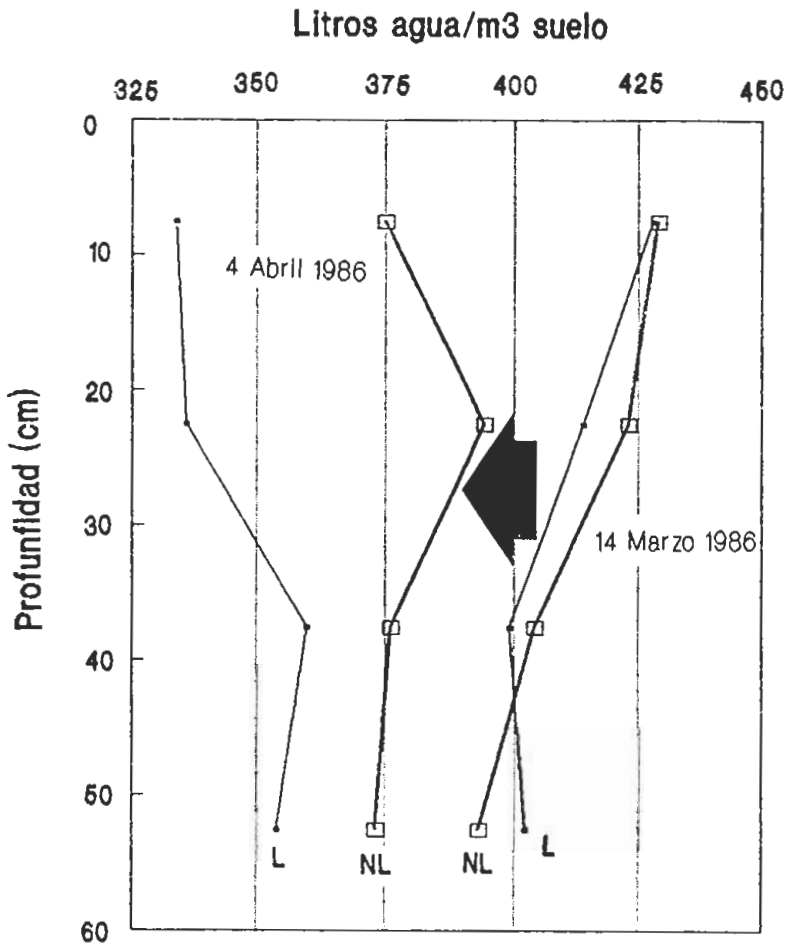
Por otro lado, parece demostrado que el agua infiltrada se conserva mejor en terrenos no alterados por las labores que en los labrados de forma tradicional (PHILLIPS y PHILLIPS, 1984), a pesar de que existe la creencia generalizada de que las labores, al romper los capilares de las capas más superficiales, impiden la evaporación del agua desde el suelo.



**FIGURA 1**

*Perfiles de humedad en el mes de Abril, días después de una lluvia de 20 mm. En el suelo labrado (L) la presencia de una **suela de labor** compactada entre 15 y 20 cm. de profundidad redujo la infiltración a las capas profundas, quedando el agua retenida en el horizonte superficial. En cambio, en el suelo no labrado (NL) la infiltración en profundidad ha sido mayor, por lo que en superficie quedó retenida menor cantidad de agua.*

Contenido de agua en el suelo (0-60 cm)  
Finca La Molina (Fernán Núñez-Córdoba)



Laboreo 15 cm prof. 21 Marzo 1986

## FIGURA 2

*Perfiles de humedad del suelo no-labrado (NL) y labrado (L), antes y después de una labor de 15 cm de profundidad. En el suelo labrado las pérdidas de agua fueron mayores que en no-laboreo, sobre todo en la capa 0-30 cm.*

Aunque en los suelos sometidos a no-laboreo sin cobertura vegetal se observa un descenso generalizado de la velocidad de infiltración (PASTOR, 1989a; ZARA-

GOZA, 1988), estudios realizados en el cultivo del viñedo (ZARAGOZA y col., 1989) y en el del olivar (PASTOR, 1988) han mostrado que al final del periodo lluvioso (otoño-invierno), cuando ya se ha producido por término medio un 80 por 100 de la pluvio-metría total anual, la cantidad de agua almacenada en el perfil es similar en laboreo y en no-laboreo. Tengamos en cuenta que no todas las lluvias ocasionan escorrentía, y que las labores que tradicionalmente realiza el agricultor tras las lluvias, y que rompen la costra superficial, ocasionan de nuevo importantes pérdidas de agua por evaporación (*figura 2*).

No parece que la distribución de nutrientes en la superficie del suelo, sin incorporar, limite de forma importante su absorción por las plantas THOMAS y FRIE (1986). En un trabajo realizado en el cultivo del olivar en varias fincas (PASTOR, 1988), se ha puesto de manifiesto que en suelos no labrados, en los que los fertilizantes se aportaban en la superficie durante el invierno, los árboles presentaban similar contenido de nutrientes en hoja que el de los olivos labrados, en los que los abonos se incorporaban con una labor.

Desde el punto de vista del control de las malas hierbas, existe en el mercado una amplia gama de herbicidas que permiten realizar una escarda química a menor coste y con mayor eficacia que con el laboreo del suelo, en especial contra determinadas especies como la grama.

Hechas las consideraciones anteriores, que nos permiten cuestionar el laboreo tal como se realiza tradicionalmente, nos planteamos hace años el estudio de nuevos sistemas de manejo del suelo adaptados a la problemática que plantean los cultivos leñosos de secano, para lo cual se realizaron multitud de ensayos, en los que se estudió durante varios años la incidencia de estos nuevos sistemas de cultivo en la producción de frutos, comparando siempre estos sistemas con un testigo labrado, realizándose igualmente el estudio de los costes de cultivo.

A la hora de elegir un método de cultivo alternativo al laboreo convencional debe tenerse siempre en cuenta:

- a) la conservación al máximo del suelo, evitando la erosión,
- b) la optimización del aprovechamiento del suelo,
- c) la optimización del aprovechamiento del agua de lluvia.

A continuación haremos una revisión de los distintos métodos de cultivo que se han ensayado en arboricultura de secano en España.

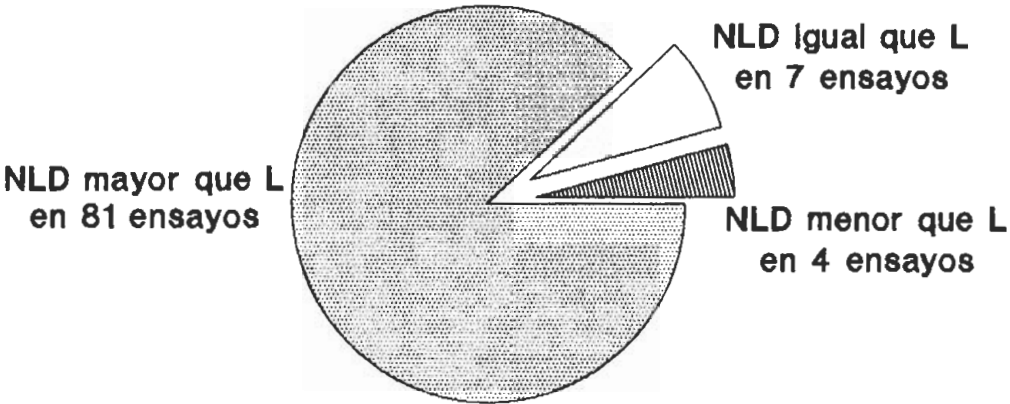
## **2. SISTEMAS DE MANEJO DEL SUELO ALTERNATIVOS AL LABOREO**

### **a) No laboreo con suelo desnudo.**

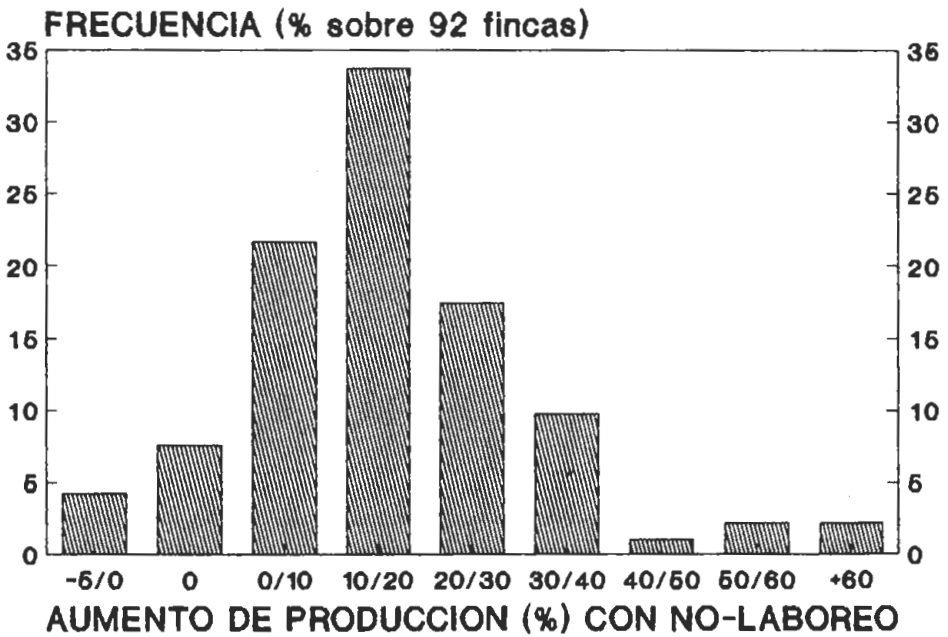
En este sistema de cultivo se suprimen totalmente las labores, eliminándose las malas hierbas mediante la aplicación de herbicidas residuales en otoño, realizándose en primavera, solo cuando sea necesario, tratamientos complementarios con herbicidas de postemergencia para controlar rodales de vegetación adventicia que ha escapado a la acción del herbicida residual.

Este sistema de cultivo ha sido muy estudiado en el cultivo del olivar (PASTOR, 1988), habiéndose realizado a lo largo de los últimos 15 años multitud de ensayos por diversos organismos de la Junta de Andalucía (PASTOR y GUERRERO, 1989). Como puede observarse en la *figura 3*, sobre un total de 92 ensayos realiza-

PRODUCCIONES EN ENSAYOS DE SISTEMAS DE MANEJO DEL SUELO  
EN ANDALUCIA



AUMENTO MEDIO DE PRODUCCION EN NO-LABOREO EN EL CONJUNTO  
DE LOS 92 ENSAYOS = 16%



**FIGURA 3**



dos, durante al menos 3 años consecutivos, en 81 de ellos los olivos en *no-laboreo* (NL) produjeron mayor cosecha que los olivos *labrados* (L). En 7 ensayos en L y NL la producción fué similar, y sólo en 4 ensayos en laboreo la producción fue ligeramente mayor.

Teniendo en cuenta todos los ensayos y años, la producción media fue en NL un 16 por 100 mayor que en L, existiendo varias fincas en las que la producción en NL aumentó por encima del 40 por 100.

Como consecuencia del aumento de producción en NL, el rendimiento graso de los frutos se redujo ligeramente, si bien el número de kilogramos de aceite producidos por árbol fué mayor en NL.

En olivar de aceituna de mesa en secano los resultados obtenidos no fueron del todo satisfactorios, pues en NL el tamaño de los frutos producidos fue menor que en L en los años secos y de gran cosecha.

En viñedo, en ensayos realizados en Aragón y la Rioja, ZARAGOZA (1988) observó mayor producción en NL en tres de los cuatro ensayos planteados, mientras que en el marco de Jerez, GARCIA de LUJAN y BUSTILLO (1988) observaron mayor producción en NL en 4 de los 6 ensayos realizados.

En almendro, NIETO (comunicación personal) observó en NL mayor producción que en L en su ensayo realizado durante tres años en la comunidad Valenciana. SAAVEDRA (comunicación personal) observó igualmente resultados similares en un ensayo realizado en la provincia de Granada.

En cultivos de plantas aromáticas (*salvia* y *espliego*) MONSERRAT y LUCAS (1990) observaron igualmente en no-laboreo aumentos de producción con respecto al laboreo convencional.

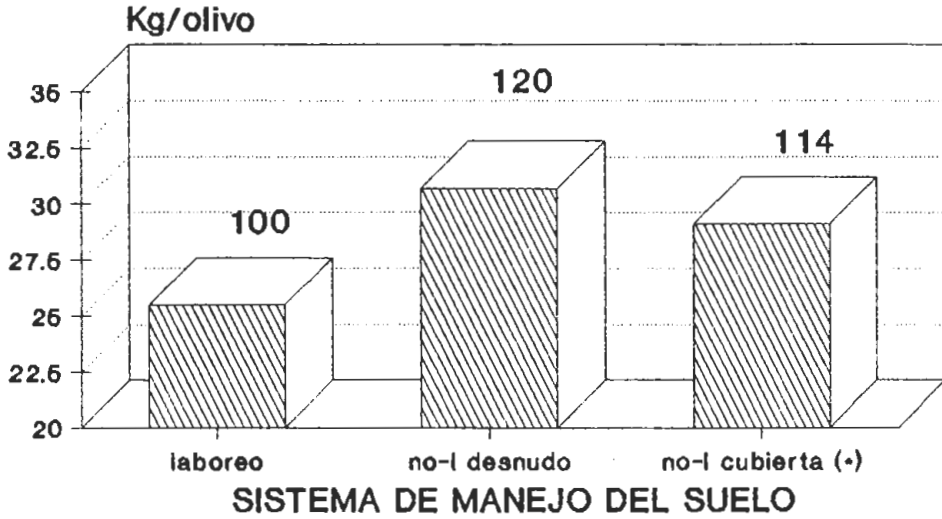
#### **b) No-laboreo con cobertura vegetal viva del suelo durante el invierno.**

En este sistema de cultivo se suprime igualmente el *laboreo* del suelo, permitiendo el crecimiento de una cubierta vegetal viva durante el invierno, realizándose la siega al final del mismo, antes de que se planteen los problemas de competencia por el agua entre la cubierta y el cultivo. En un estudio realizado en Córdoba (PASTOR, 1989b) se puso de manifiesto que puede mantenerse una *cubierta vegetal viva* hasta la tercera semana de marzo sin que se presenten problemas de competencia.

En los primeros ensayos realizados en olivar, se empleó una cubierta viva de malas hierbas que fue dejada crecer de forma natural hasta el momento de la *siega mecánica*, empleándose para ello una *desbrozadora*, realizándose varias siegas a lo largo de la primavera. En tres ensayos (CIVANTOS y TORRES, 1981; PASTOR, 1988), la aplicación de este sistema de cultivo ocasionó pérdidas significativas de producción con respecto al *laboreo* y más aún con respecto al *no-laboreo con suelo desnudo*. La razón principal de las pérdidas de producción fue la competencia por el agua entre las malas hierbas y el cultivo (PASTOR, 1989b), ya que la *siega mecánica* fue poco eficaz como herbicida en cultivo de secano. Además en los terrenos pedregosos el funcionamiento de la maquinaria presentó problemas de cierta importancia.

Sin embargo, cuando la *cubierta de malas hierbas* fue *segada químicamente* al final del invierno mediante aplicación de herbicidas de postemergencia, si se evitó eficazmente la competencia, observándose un aumento de producción del 14 por

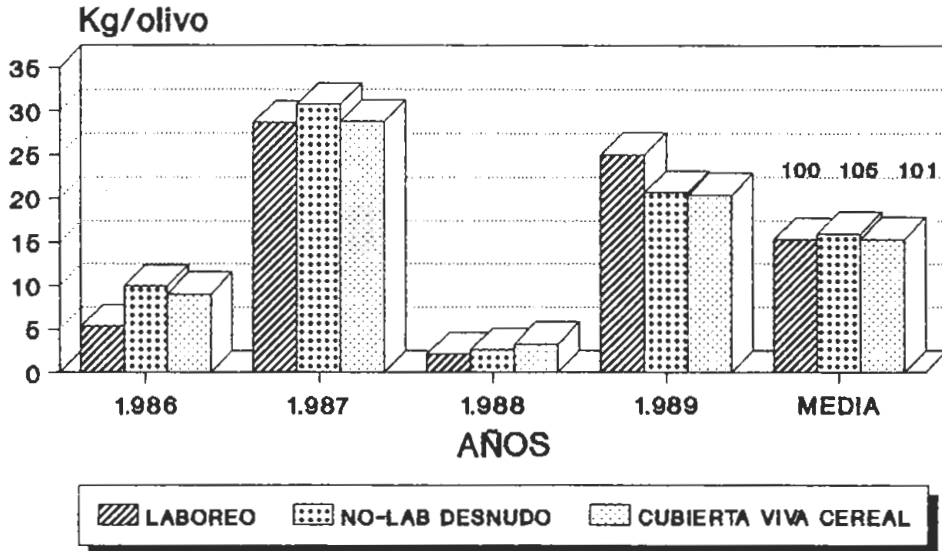
PRODUCCION DE ACEITUNAS  
(Media de 10 ensayos)



(\*) Cubierta natural de malas hierbas con siega química fin de invierno.

**FIGURA 4**

PRODUCCION DE ACEITUNAS  
(Finca la Molina - Fernán Núñez)



**FIGURA 5**

100 con respecto al olivar labrado para el conjunto de los 10 ensayos realizados durante cinco años consecutivos (*figura 4*), producción algo menor que la obtenida con la aplicación del *no-laboreo con suelo desnudo*.

La cubierta de malas hierbas proporciona una adecuada cobertura del suelo en invierno durante los primeros años de aplicación de este método de cultivo, pero se presentaron dos problemas de cierta importancia: a) en el transcurso de los años fue agotándose el *banco de semillas* de malas hierbas en el suelo, al no dejarse a estas semillar, ya que la aplicación del herbicida era normalmente anterior a su floración, por lo que la cubierta vegetal fue cada vez más heterogénea y con menor porcentaje de cobertura del terreno, b) la acción del herbicida sobre las plantas, especialmente sobre las dicotiledóneas, favorecía la rápida degradación de los residuos vegetales, por lo que a final de verano y debido a la acción de diversos agentes destructivos, habían desaparecido del suelo gran parte de los restos vegetales, por lo que las primeras lluvias del otoño caían sobre un suelo prácticamente desnudo de vegetación, y por lo tanto sin protección.

Teniendo en cuenta estos hechos se estudió la posibilidad de emplear un material de cobertura más persistente sobre el suelo, por lo que se pensó en ensayar la técnica puesta a punto por VAN HUYSSTEEN y VAN ZYL (1984) en Africa del Sur en el cultivo de la vid. Esta técnica de cultivo consiste en sembrar en otoño, entre las filas del viñedo, la semilla de un cereal, enterrándolo con una gran labor superficial, aportando simultáneamente un abonado nitrogenado complementario al recibido normalmente por la viña. Una vez desarrollado el cereal, al final del invierno, se realizaba la *siega química* del mismo mediante la pulverización de un herbicida de postemergencia. Según los mencionados autores, con esta técnica conseguían una gran persistencia de la *paja*, ya que los restos vegetales permanecían unidos al terreno por su sistema radicular, lo que permitía una buena cobertura del suelo durante un mayor período de tiempo, así como la conservación del suelo al reducir la erosión.

Este sistema fue aplicado en el periodo 1985-1988 en un olivar de secano de la provincia de Córdoba (*figura 5*), observándose que en las cuatro cosechas controladas se obtuvo igual producción que en el laboreo convencional, siendo también esta producción inferior a la obtenida con la aplicación del *no-laboreo con suelo desnudo*, sistema con el que normalmente se vienen obteniendo los mayores rendimientos. La posibilidad de *incendios* provocados puede ser la principal objeción que cabía hacer al sistema de cultivo anteriormente propuesto.

### **c) Laboreo mínimo.**

Este sistema consiste en la aplicación de herbicida residual en otoño, en todo el terreno para controlar las malas hierbas, realizándose un sola labor al año, a final del invierno, en las calles de la plantación, dejando sin laboreo la proyección de la copa de los olivos sobre el suelo. En la *figura 6* se presentan los resultados obtenidos en siete ensayos realizados durante tres años (1987 a 1989).

En laboreo mínimo la producción aumentó en un 14 por 100 con respecto al laboreo convencional. En estos ensayos, una vez más, los olivos sometidos a *no-laboreo con suelo desnudo* fueron más productivos que los olivos en los que se labró el suelo alguna vez al año.

PRODUCCION DE ACEITUNAS  
(Media de 7 ensayos)

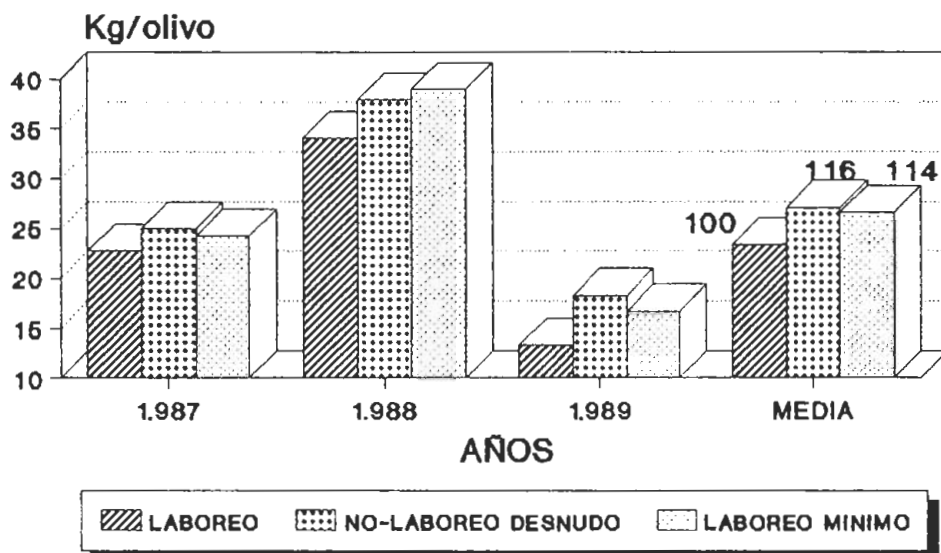


FIGURA 6

PRODUCCION DE ACEITUNAS  
(Media de 7 ensayos)

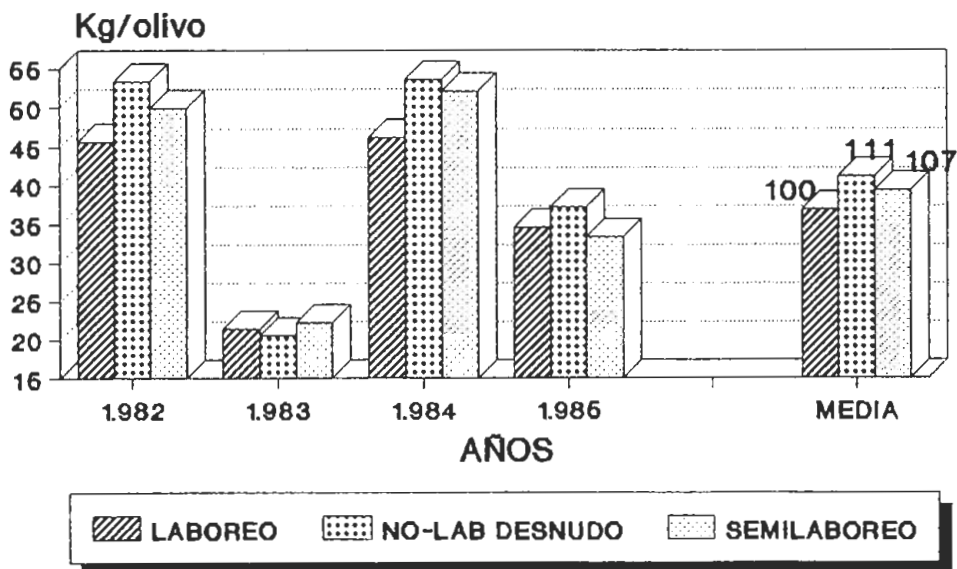


FIGURA 7

#### d) Semilaboreo

Es este un sistema mixto entre el laboreo convencional y el no-laboreo con suelo desnudo. En este sistema de cultivo se realiza una aplicación de herbicida residual bajo la copa de los árboles, zona que permanece en no-laboreo, labrándose las calles de forma convencional a lo largo de todo el año. Este sistema fue estudiado en 7 fincas de olivar de la provincia de Jaén durante cuatro años consecutivos (HERMOSO y MORALES, comunicación personal).

En la *figura 7* aparecen los resultados medios obtenidos en los ensayos, observándose que los olivos sometidos a *semilaboreo* produjeron un 7 por 100 más que los labrados, si bien los árboles mantenidos en *no-laboreo con suelo desnudo* produjeron también más que los otros sistemas de cultivo.

En viñedo (ZARAGOZA, 1989), en un ensayo realizado durante 5 años, se obtuvo con *semilaboreo* un 18 por 100 más de producción que con el empleo de *laboreo convencional*. En almendro (NIETO, comunicación personal), en ensayo de tres años de duración, se obtuvo con *semilaboreo* un aumento medio de producción del 29 por 100 con respecto al cultivo convencional, siendo las producciones similares a las obtenidas en *no-laboreo con herbicidas*.

La conclusión más importante que cabe sacar de todos estos ensayos es que mediante la *reducción total o parcial del laboreo* del suelo pueden obtenerse en muchos casos mayores producciones en cultivos leñosos que mediante el empleo del *laboreo convencional*, por lo que no parece que existan razones para seguir labrando el suelo de la forma en que se realiza en la actualidad.

### 3. CAMBIOS PRODUCIDOS EN EL SUELO AL APLICAR LA TECNICA DEL NO-LABOREO CON SUELO DESNUDO

Al suprimirse el laboreo y quedar el suelo libre de vegetación por la acción de los herbicidas, el terreno poco a poco se va compactando. *Las compactación* es debida a una serie de factores, entre ellos la degradación de la estructura en la capa superficial del suelo a causa del impacto de las gotas de agua de lluvia sobre la superficie del mismo, a la acción de la gravedad, y además el tránsito de operarios y vehículos por la parcela. En los terrenos no labrados, debido a la *compactación superficial*, se producen algunos cambios en sus propiedades físicas:

a) se reduce la *velocidad de infiltración* del agua, aumentando la *escorrentía superficial*,

b) aumenta la *estabilidad estructural* de los agregados del suelo, reduciéndose la *erosión* al aumentar la resistencia del suelo a ser disgregado por el impacto directo de las gotas de agua de lluvia, reduciéndose el arrastre de las partículas por las aguas de escorrentía,

c) se reducen las pérdidas de agua por *evaporación (figura 2)*, ya que la *costa superficial*, poco porosa, reduce la difusión de vapor de agua hacia la atmósfera.

d) aumenta la *conductividad y difusividad térmica* del terreno, por lo que durante el día el suelo desnudo no labrado se calienta más que el suelo sometido a laboreo convencional. De igual forma, durante la noche, el suelo no labrado cede mayor cantidad de calor a las capas bajas de la atmósfera próximas a él.

#### 4. CAMBIOS PRODUCIDOS EN EL CLIMA AL APLICAR LA TÉCNICA DE NO-LABOREO CON SUELO DESNUDO.

La superficie del suelo absorbe durante el día la radiación solar (radiación de *onda corta*), transformándola en calor (radiación de *onda larga*), que calienta la atmósfera y las distintas capas del suelo, donde se almacena. Durante la noche, la superficie del suelo emite a la atmósfera el calor almacenado durante las horas de sol, calentando igualmente las capas bajas de la atmósfera próximas al terreno.

Teniendo en cuenta el proceso explicado anteriormente, así como los cambios que se producen en las propiedades térmicas del suelo al aplicar las técnicas de *no-laboreo* (GLENN y WELKER, 1987), es lógico pensar en cambios en el *micro-clima* de la plantación.

En olivares sometidos a *no-laboreo con suelo desnudo*, se han observado cambios de cierta importancia en el régimen térmico de la plantación con respecto a los olivares *labrados* (PASTOR, 1988):

- a) mayor temperatura media diaria, con una mayor integral térmica,
- b) mayores temperaturas mínimas nocturnas, con menor oscilación diaria de las temperaturas.
- c) menor número de días de helada,
- d) las heladas nocturnas fueron de menor intensidad.

La presencia de una *cubierta* de vegetación sobre el terreno influye igualmente sobre el régimen de temperaturas del aire de la plantación. La cubierta actúa a modo de pantalla, reduciendo de día la radiación solar incidente, por lo que se reduce igualmente la cantidad de energía calorífica almacenada en el suelo. Durante la noche, la cubierta limita también el flujo de calor desde el suelo a la atmósfera, reduciendo igualmente el calentamiento de las capas bajas de aire. Con respecto al *suelo desnudo* de vegetación, en el olivar con *cubierta* vegetal se observó (PASTOR, 1988):

- a) menores temperaturas nocturnas durante todo el año, con una integral térmica menor,
- b) mayor número de días de helada,
- c) heladas nocturnas más intensas.

#### 5. RESPUESTA DE LOS ARBOLES AL NO LABOREO CON SUELO DESNUDO

Como consecuencia de los cambios producidos en el suelo y en el clima al aplicar la técnica del *no-laboreo*, los árboles no labrados responden modificando su comportamiento vegetativo y reproductivo.

En el cultivo del olivar se observaron en *no-laboreo* con respecto al *laboreo convencional*, las siguientes modificaciones (PASTOR, 1988):

- a) el *sistema radicular* explora más intensamente el horizonte superficial del suelo,
- b) el *crecimiento de los brotes* se inicia antes y con mayor velocidad, observándose al final del periodo vegetativo una mayor longitud total de *brotes fructíferos* por olivo, brotes que portarán la cosecha al año siguiente. Por tanto, es también mayor en NL el número de *posiciones fructíferas* por olivo.
- c) se produce un adelanto en la *fenología* de los olivos no labrados, anticipándose la fecha de *floración*,

d) en el transcurso de los años, los olivos en NL acaban teniendo mayor *volumen de copa* y por lo tanto una mayor *capacidad productiva*,

e) el *índice de cuajado de frutos* por cada posición fructífera aumentó o permaneció igual en no-laboreo, por lo que al ser mayor el número de posiciones fructíferas, el *número de frutos cuajados por olivo* es también mayor,

f) como consecuencia del mayor número de frutos cuajados, puede *aumentar la producción* del árbol en *no-laboreo*.

En la *mayor actividad vegetativa* de los olivos en no-laboreo influyen varios hechos:

a) El no-laboreo no se produce *rotura de raíces*. La rotura de raíces por los aperos de labranza durante el laboreo, ocasiona un desequilibrio en la relación funcional hoja/raíz, que el árbol tiende a reestablecer de nuevo a costa de consumir energía para restaurar su sistema radicular, produciéndose una reducción en el crecimiento de los órganos vegetativos aéreos.

b) En no-laboreo los árboles pueden consumir una mayor cantidad de agua, ya que en los suelos labrados las pérdidas de agua por evaporación en la capa superficial arada son grandes, mientras que en no-laboreo las raíces que viven en el horizonte superficial del terreno pueden consumir parte de este agua, compitiendo con el proceso de evaporación, posibilitando así una mayor actividad fotosintética.

c) En el suelo no labrado, con un sistema radicular superficial, pueden aprovecharse *lluvias de escasa intensidad*, que en el olivar labrado se evaporarían.

Como es natural, la mayor actividad fotosintética, que se traduce en una mayor actividad vegetativa de los *árboles no-labrados*, es a costa de consumir durante la primavera el agua del suelo más precozmente y a mayor velocidad. Por esta razón en verano, en los años de buena cosecha, los árboles en *no-laboreo* pueden presentar síntomas visibles de estrés hídrico, con las hojas de color verde poco intenso y los frutos de pequeño tamaño y en algunos casos hasta arrugados.

El *olivar labrado*, con árboles de menor volumen de copa y menor número de frutos cuajados, puede mostrar en verano una mayor actividad y un mejor aspecto que en *no-laboreo*, al existir todavía reservas de agua en el suelo. Sin embargo, la ventaja adquirida en primavera por los árboles no labrados es irrecuperable durante el verano para el olivar labrado. En esta época calurosa, para fijar un átomo de carbono en la fotosíntesis es necesario consumir una mayor cantidad de agua que durante la primavera, época en que la temperatura ambiente es mucho menor, y por lo tanto el consumo de agua en transpiración es también menor.

Con las lluvias otoñales, y especialmente si estas son tempranas, se reinicia la actividad vegetativa, superando los árboles el estrés hídrico, completándose la maduración de los frutos, siendo el mayor número de aceitunas cuajadas el factor que normalmente inclina la balanza productiva del lado de los árboles no labrados.

En aceituna de mesa, en donde el tamaño del fruto determina el precio de la aceituna producida, en no-laboreo en secano pueden plantearse problemas importantes, especialmente en los años secos y en los de gran producción. Téngase en cuenta que la recolección de «verde» se realiza normalmente antes de las lluvias otoñales, cuando los árboles están aún sometidos a estrés hídrico, y además, el mayor número de frutos cuajados en no-laboreo determina un menor tamaño de

las aceitunas, por lo que es frecuente que en no-laboreo sea grande la proporción de frutos de *destrío*, y por lo tanto el valor global de la cosecha puede ser mayor en los olivares labrados, a pesar de haber producido un menor número de kilos.

Los escasos resultados negativos obtenidos con la aplicación del no-laboreo en olivar de almazara, se han observado en las fincas en las que se ha producido un *drástico descenso de la velocidad de infiltración* de agua en el suelo, por lo que el terreno no ha almacenado durante el invierno la suficiente cantidad de agua, de acuerdo con el volumen de copa de los árboles que debía de mantener. Al producirse además un cuajado de frutos superior a las disponibilidades de agua, los árboles sufren en verano un fuerte estrés hídrico, que ocasiona una detención del desarrollo de los frutos, y en algunos casos extremos hasta la caída de parte de la cosecha.

## 6. VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL NO-LABOREO

Las *ventajas* proporcionadas por los sistemas de *no-laboreo* con respecto al *laboreo convencional* son las siguientes:

- a) Aumento bastante generalizado de la producción.
- b) Reducción de los costes de cultivo, en la *Tabla 1* aparecen los costes medios de cultivo por hectárea para los sistemas de laboreo convencional, no-laboreo con suelo desnudo y semilaboreo en el cultivo del olivar, empleando precios de 1989.
- c) Reducción del consumo de energía, al reducirse igualmente el empleo de maquinaria por unidad de superficie cultivada (ver *Tabla 1*).
- d) Se facilitan las operaciones de recolección, al estar los suelos compactados, lo que hace más cómodo el tránsito de los operarios en la parcela.
- e) Aumento del número de días útiles de trabajo durante el invierno.
- f) Reducción de las *pérdidas* globales de suelo por *erosión*.
- g) Posibilita el cultivo económico en suelos de gran pendiente.
- h) Es el método más recomendable en las plantaciones regadas por goteo.

Sin embargo, los sistemas sin laboreo plantean también algunos *inconvenientes*:

- a) Reducción del tamaño de los frutos.
- b) La reducción general de la velocidad de infiltración en no-laboreo da lugar a una mayor escorrentía, lo que favorece la *erosión en cárcavas* más o menos profundas en las zonas de desagüe de la parcela. Estas cárcavas dificultan el tránsito rodado, entorpeciendo la realización de las operaciones culturales.
- c) Posibilidad de invasión del terreno por especies de malas hierbas no controladas por los herbicidas residuales, fenómeno denominado *inversión de flora*.
- d) Posibilidad de causar *fitotoxicidad* al cultivo debido a un mal empleo de los herbicidas.
- e) Posibilidad de *daños de roedores* (topos fundamentalmente) en el tronco de los árboles y en su sistema radicular.



TABLA 1

Empleo de maquinaria, coste y consumo de energía en las distintas operaciones de manejo del suelo en olivar

Sistema de manejo del suelo	Empleo de Tractor 70 cv h/ha	Coste pts/ha	Consumo de combustible (3) litros/ha
LABOREO CONVENCIONAL	10,00	20.010	140
NO LABOREO CON SUELO DESNUDO (1)	1,50	12.535	45
SEMILABOREO (2)	6,75	17.074	102

(1) Aplicación en otoño de simazina (3 kg/Ha m.a.) y suponiendo que se aplican herbicidas de postemergencia en 10% de la superficie para controlar malas hierbas tolerantes a simazina.

(2) Laboreo en el centro de las calles, aproximadamente el 60% de la superficie y aplicación de simazina bajo la copa de los olivos, en la zona que quedará sin labrar, zona en la que también se aplicarán herbicidas de postemergencia sobre especies tolerantes a simazina.

(3) En los sistemas de no laboreo y semilaboreo se incluyen como combustible los equivalentes energéticos empleados en la fabricación de los herbicidas.

## 7. PROBLEMÁTICA DEL EMPLEO DE HERBICIDAS EN SISTEMAS DE LABOREO REDUCIDO EN CULTIVOS LEÑOSOS

El éxito de las técnicas de laboreo reducido en arboricultura de secano pasa por un correcto control de las malas hierbas, sobre todo en las épocas críticas para el cultivo, épocas en las que debe evitarse la competencia por el agua y nutrientes del suelo.

Las técnicas de no-laboreo van unidas íntimamente al *empleo de los herbicidas*, por lo que el agricultor que aplica estas técnicas debería conocer perfectamente la problemática que plantea el empleo de estos productos: materias activas disponibles, selectividad para el cultivo, tipos de malas hierbas a combatir, técnica y momento óptimo de aplicación, umbrales económicos del tratamiento, etc.

Las técnicas de no-laboreo con suelo desnudo, técnicas que como ya hemos dicho mantienen el suelo libre de vegetación durante todo el año, se fundamentan en la aplicación de herbicidas residuales en preemergencia de las malas hierbas. Los más empleados pertenecen al grupo de las *s-triazinas*, y eliminan una gran cantidad de vegetación adventicia, pero su empleo reiterado en el transcurso de los años, normalmente acaba por plantear problemas de *inversión de flora* debido a diversos motivos:

a) presencia de especies perennes tolerantes al herbicida residual, como grama, corregüela, etc., que proliferan de año en año hasta cubrir el terreno, si no son antes controladas con herbicidas de postemergencia.

b) presencia de especies anuales que no son controladas por el herbicida residual habitualmente utilizado, planteándose la necesidad de cambio de programa, aconsejándose el empleo de otra materia activa perteneciente a distinto grupo herbicida, o la realización de mezclas de varios herbicidas residuales pertenecientes a familias diferentes, o la realización de aplicaciones otoñales tardías, en postemergencia precoz de la hierba tolerante, empleando una mezcla de herbicida residual + herbicida de postemergencia.

c) presencia de especies anuales que han desarrollado *resistencia cloroplástica al herbicida residual*, su tratamiento es similar al del caso anterior.

d) en años de inviernos húmedos y templados puede producirse una rápida degradación microbiana del herbicida en el suelo, especialmente en suelos en los que se ha aplicado un determinado herbicida varios años consecutivos, por lo que las malas hierbas pueden germinar al final del invierno debido a la baja dosis o ausencia de residuos de herbicida en el suelo en este momento. En estos casos las soluciones son varias: fraccionamiento de las dosis del herbicida residual, realizando dos aplicaciones, o retrasando de la primera aplicación hasta final del otoño o principio del invierno añadiendo una pequeña cantidad de herbicida de postemergencia para matar las malas hierbas que puedan haber emergido en el momento del tratamiento.

En la aplicación de herbicidas de postemergencia sobre especies que han escapado al tratamiento con el herbicida residual, hay que tener en cuenta que:

a) las malas hierbas *perennes* deben tratarse con un herbicida de traslocación, tipo *glifosato* o los *hormonales* correctamente utilizados (SAAVEDRA y PAS-TOR, 1989), o la mezcla de ambos, en aplicación en el momento en que la mala hierba está en plena floración y sin padecer efectos de sequía.

b) en el caso de las malas hierbas *anuales*, la aplicación debe realizarse en postemergencia muy temprana de las mismas, que es el momento en el que se pueden emplear dosis bajas de herbicidas de absorción foliar, y por lo tanto la aplicación es más económica.

Un problema específico se plantea para controlar *especies anuales de germinación tardía y muy escalonada*. Es el caso de especies del género *Amaranthus*, concretamente *A. blitoides* y *A. albus*, cuya germinación se produce a lo largo de la primavera y del verano, y que suelen tolerar la *simazina*. El control de estas malas hierbas aplicando únicamente herbicidas de postemergencia obligaría a un gran número de tratamientos, repetidos a lo largo de la estación cálida, por lo que un control adecuado y a bajo coste, pasa por el empleo de un herbicida residual que sea capaz de controlar estas especies. En el caso concreto de *Amaranthus sp.*, el *diurón* proporciona resultados muy interesantes, aunque estamos trabajando también con otros productos eficaces contra esta mala hierba, pero de los que desconocemos aún su selectividad a largo plazo en los distintos cultivos.

La escarda química del *almendro* plantea una problemática un poco diferente a la del viñedo y olivar, donde son aplicables las normas dadas anteriormente. El almendro no tolera bien los herbicidas residuales clásicos a dosis relativamente altas, por lo que hay que aplicar estrategias de escarda un poco diferentes. Los tratamientos herbicidas se realizarán en postemergencia temprana de las malas hierbas, teniendo en cuenta que el almendro se cultiva en suelos poco fértiles y con

clima frío, lo que contribuye a un lento desarrollo de la vegetación adventicia. Para evitar varios tratamientos con herbicidas de postemergencia, en un cultivo que es poco rentable, al final del invierno se empleará una mezcla de herbicidas de absorción foliar más un herbicida de acción residual, a dosis baja, que controlará las malas hierbas de germinación primaveral y con ciclo vegetativo primavera-verano, mientras que el herbicida de acción foliar controlará las malas hierbas ya emergidas en el momento del tratamiento.

Normalmente los herbicidas residuales son relativamente poco exigentes en cuanto a metodología de aplicación, siempre que esta tenga una adecuada homogeneidad, sin embargo, algunos herbicidas de postemergencia necesitan una técnica específica. El *glifosato* es más eficaz aplicado con bajas cantidades de agua, ya que está demostrado que su acción herbicida desciende al aumentar el volumen de caldo aplicado, en especial cuando se emplean dosis bajas de herbicida (PASTOR y col, 1986). Sin embargo, otros herbicidas de postemergencia, como el *paraquat*, cuya acción es únicamente por contacto, requieren la adición de un mojane y aumentar el volumen de caldo, pues sólo destruye las zonas de la mala hierba correctamente mojadas.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Civantos, L., Torres, J., 1981. Ensayos sobre sistemas de mantenimiento del suelo en olivar. Años 1976 a 1980. *ITEA*, 44, 38-43.
- García de Luján, A., Bustillo, J.M., 1988. El no cultivo en la viña. *Comunicaciones Agrarias*. Serie: *Producción Vegetal*, n.º 5. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
- Glenn, D.M., Welker, W.V., 1987. Soil management effects on soil temperature and eat flux in a young peach orchard. *Soil Sciende*, vol. 143(5): 372-380.
- Monserrat, A., Lucas, A., 1990. Utilización de herbicidas y no-laboreo en algunos cultivos de plantas aromáticas. Serie: Hojas Divulgadoras, N.º 4/90. Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca. Región Murciana.
- Pastor, M., Saavedra, M., Vega, V., 1986. Influencia del volumen pulverizado en la eficacia herbicida del glifosato aplicado a dosis bajas. *ITEA*, 67, 64-72.
- Pastor, M., 1988. Sistemas de manejo del suelo en olivar. Tesis Doctoral. Departamento de Agronomía. Universidad de Córdoba.
- Pastor, M., 1989a. Efecto del no-laboreo en olivar sobre la infiltración de agua en el suelo. *Investigación Agraria*. Serie Producción y Protección Vegetales, vol 4(2), 225-247.
- Pastor, M., 1989b. Influencia de las malas hierbas sobre la evolución del contenido de agua en el suelo en olivar de secano. Proc. 4.º EWRS Mediterranean Symposium. Valencia. I: 41-50.
- Pastor, M., Guerrero, A., 1989. Influence of non-tillage on olive yield. Proc. *International Symposium on Olive Growing*. Córdoba. Pág. 79.
- Phillips, R.E., Phillips, S.H., 1984. No-tillage Agriculture. Van Nostrand Reinhold Company Inc. New York. U.S.A.
- Saavedra, M., Pastor, M., 1989. Herbicidas en olivar. *AGRICULTURA*, 682, 422-429.

- Thomas, G.W., FRYE, W.W., 1986. Abono y calcificación. En: PHILLIPS, R.E., Phillips, S.H., Agricultura sin laboreo. Principios y aplicaciones. Ed. Bellaterra. Barcelona, 91-131.
- Van Huyssteen, L., Van Zyl, J.L., 1984. Mulching in vineyards. Viticulture and Oenology E. 12. Farming in South Africa (hoja impresa).
- Zaragoza, C., 1988. Influencia de la reducción del laboreo en la evolución de la flora arvense, el estado hídrico del suelo y la producción de la vid. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- Zaragoza, C., Gómez-Aparisi, J., Sopeña, J.M., Sotés, V., 1989. Influencia de la reducción del laboreo en la vid. *Surcos de Aragón*, 18, 5-11.



**V**

**ACEPTACION DE LAS NUEVAS  
TECNICAS DE LABOREO  
POR LOS AGRICULTORES**

**ANTONIO VALERA GIL (\*)**

(\*) Monsanto España, S.A. (SEVILLA).



# ACEPTACION DE LAS NUEVAS TECNICAS DE LABOREO POR LOS AGRICULTORES

Antonio Valera Gil

## RESUMEN

Se presenta el resumen de 90 entrevistas realizadas entre agricultores que han empleado alguna de las técnicas de Laboreo de Conservación.

La valoración global de los agricultores es positiva o muy positiva en un 83% y 39% en los cultivos de girasol y cereales respectivamente, y en un 6% y 2% es incierta o negativa para los mismos cultivos respectivamente.

La conservación de la humedad y la siembra en un momento oportuno son las ventajas más apreciadas por los agricultores.

## INTRODUCCION

Las técnicas de laboreo de conservación comenzaron a estudiarse en España al principio de la década de los 80 en Andalucía (Giráldez *et al.* 1985), Castilla-León (García Calleja *et al.* 1985), Navarra (Arnal, 1986) y Castilla-La Mancha (Ballesteros, 1986).

Los resultados obtenidos hasta hoy han puesto de manifiesto las ventajas que estos sistemas aportan a la agricultura:

- Mayor aprovechamiento del agua de lluvia. En efecto, en los sistemas de laboreo de conservación la paja actúa como una «trampa de agua», aumentando la infiltración de agua de lluvia y disminuyendo la evaporación (González *et al.*, 1988). Esto es particularmente importante en el secano de climas mediterráneos en los que a los periodos de lluvia siguen periodos de sequía más o menos prolongados, siendo el agua un factor limitante de la producción.



- Producciones más estables, ya que son menos afectadas por la sequía (Valera y Costa, 1989). Como consecuencia de un mejor aprovechamiento del agua, las producciones de los cultivos son más regulares en áreas secas.
- Reducción en el coste y el tiempo de las labores por lo que el agricultor incrementa la rentabilidad de su finca (Arnal, 1989). En años en que los incrementos de los precios de los productos agrícolas no son muy altos, el agricultor debe pensar en reducir costes como una vía de hacer más rentable su explotación.
- Reducción de la erosión (Giráldez *et al.*, 1989) y mejora de las propiedades del suelo (Blevin *et al.*, 1985), si bien esta mejora en las propiedades del suelo es un proceso lento que requiere periodos largos de al menos 10 años. La conservación del suelo, esencia de estos sistemas, evita la degradación del medio ambiente y ello no sólo beneficia a los agricultores, sino a toda la sociedad en general.

El objetivo del presente trabajo es poner de manifiesto la aceptación de las técnicas de laboreo de conservación por parte de los agricultores, así como los factores que limitan una mayor expansión de estas técnicas y las ventajas que el agricultor observa en los sistemas de laboreo de conservación.

## MATERIAL Y METODOS

Se han realizado 90 entrevistas con agricultores que han usado algún sistema de laboreo de conservación en las provincias de Cádiz (14 entrevistas), Sevilla (56) y Córdoba (20), durante los meses de Febrero y Marzo.

La superficie media de las fincas de los agricultores entrevistados es de 401 Hectáreas.

Las entrevistas se llevarán a cabo entre agricultores de cereales y girasol que ya habían usado alguno de los sistemas de laboreo de conservación que a continuación se especifican:

- Siembra rápida: consistente en la sustitución de una o varias labores de cohecho por la aplicación de un herbicida, cuando las malas hierbas han emergido, y una vez que está preparado el lecho de siembra.
- Mínimo laboreo: sustitución de las labores profundas por labores superficiales que incorporan parcialmente los residuos de rastrojo del cultivo anterior complementadas con la aplicación de herbicidas para el control de malas hierbas.
- Siembra directa: en este sistema se establece el cultivo sobre el rastrojo del cultivo anterior mediante sembradoras especiales o adaptaciones sobre las sembradoras convencionales. Se sustituyen todas las labores por aplicaciones herbicidas para el control de las malas hierbas.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### 1. Labores en la rotación trigo-girasol y cambios producidos por las técnicas de «Laboreo de Conservación».

El laboreo que se continua practicando entre los agricultores entrevistados

es más intenso y profundo antes de la siembra de girasol que de trigo (Cuadro I). El laboreo profundo de vertedera, a casi 40 cm, y del subsolador a 47 cm, es bastante frecuente con un 60% y 54% de agricultores que lo emplean respectivamente. El chisel sólo lo usan un 14% de agricultores, aunque el cultivador es el apero más usado en el laboreo previo en la siembra de girasol.

El manejo de los residuos de rastrojo es muy importante en los sistemas de «*Laboreo de Conservación*». Aunque la mayoría de agricultores quema el rastrojo de trigo (Cuadro I), se observa un aumento de agricultores que han dejado de quemar el rastrojo (25%) al adoptar algún sistema de laboreo de conservación (Cuadro II). El rastrojo de trigo protege el suelo de la erosión, puesto que la siembra de girasol se hace al final del invierno y el suelo está expuesto a dicha erosión durante un tiempo más prolongado.

Por el contrario, la mayoría de agricultores queman el rastrojo de girasol y posteriormente pasan una grada de disco (91%) (Cuadro 1). Esto se puede deber a que los agricultores no disponen de sembradoras de siembra directa de cereales sobre rastrojo de girasol. Además, los residuos de girasol no protegen el suelo de forma tan eficaz como el rastrojo de trigo, y la época de siembra al ser más temprana reduce el periodo de exposición a la erosión.

Los agricultores con el uso de las técnicas de «*Laboreo de Conservación*» dan menos pases de labor, llegando a sustituir casi dos labores por una aplicación herbicida (Cuadro II). Las labores de cohecho son las que se sustituyen más frecuentemente (83%), ya que muchas de ellas se suelen dar casi exclusivamente para el control de hierba.

## 2. Programa de laboreo reducido empleado, y valoración global.

Entre los agricultores encuestados, los sistemas de laboreo de conservación se usan más en girasol que en cereal. En efecto, como se ha comentado anteriormente las labores son más profundas e intensas en el caso de girasol que en el de cereal, por tanto es más probable la reducción de labores en el girasol (Cuadro III).

El sistema de laboreo de conservación más ampliamente usado es el de «siembra rápida». Este sistema es el más próximo al laboreo convencional, y por tanto menos eficaz en la reducción de la erosión, ahorro de humedad y otras ventajas del «*Laboreo de Conservación*».

La técnica de *siembra directa* de girasol se usa de forma significativa entre los agricultores encuestados (21%) (Cuadro III).

También es importante el porcentaje de la superficie en que los agricultores encuestados usan algún sistema de *laboreo de conservación* respecto de la superficie total que siembran. Se observa que los agricultores han empleado algún sistema de «*Laboreo de Conservación*» en una proporción entre el 39% y el 77% de la superficie total, lo que indica que estos agricultores han pasado la fase de prueba y han incorporado en su mayoría estas técnicas en sus tierras. Hay que señalar que los altos porcentajes de cereal en mínimo laboreo y siembra rápida se han visto favorecidos este año por las intensas lluvias que ocurrieron el pasado Otoño-Invierno.

La valoración general que hacen los agricultores de los sistemas de *laboreo de conservación* es positiva o muy positiva en su mayoría (Figura 1), 83% y 39% para el girasol y el cereal respectivamente, y solamente un 6% y 2% consideran es-

tas técnicas como inciertas o negativas, si bien el porcentaje de agricultores que emplean estas técnicas en girasol es mayor que los que lo han usado en cereal.

### **3. Factores que limitan una mayor adopción de los sistemas de Laboreo de Conservación y ventajas percibidas por los Agricultores.**

Entre los factores que limitan una mayor adopción de estas técnicas están el desconocimiento de los efectos a largo plazo (Cuadro V) y que los herbicidas adecuados son demasiado caros. También, aunque en menor medida, los agricultores no disponen de una sembradora adecuada (19%), sobre todo para aquellos que usan siembra directa.

Entre los beneficios que se derivan del uso del «*Laboreo de Conservación*», el que más aprecian los agricultores es la conservación de la humedad (71%) (Cuadro IV). La siembra en un momento oportuno y no retrasar ésta por labores para controlar las malas hierbas, también es bien apreciado por los agricultores.

El ahorro de costes es también un beneficio observado por el agricultor (36%). En efecto, como se han comentado anteriormente, la aplicación de herbicida sustituye dos pases de labor, siendo el coste del herbicida inferior al coste de un pase de labor. Pero además, al realizar la aplicación a bajo volumen se incrementa la rapidez y la rentabilidad del tratamiento y hace que el agricultor tenga mayor disponibilidad de maquinaria, por lo que con menor inversión de capital puede sembrar más superficie haciendo su explotación más rentable.

Otra ventaja que aporta este sistema, pero que el agricultor no da mucha importancia, es la reducción de la erosión. Solamente el 29% de los agricultores considera que el control de la erosión es un beneficio importante en el laboreo de conservación. Además, ninguno de los encuestados ha observado efecto perjudicial sobre el medio ambiente, por el contrario algunos agricultores (10%) (Cuadro V) han notado un incremento de aves, insectos, etc. Por todo ello, estas técnicas son de gran interés para la conservación de la naturaleza y mejora del medio ambiente.

## **CONCLUSIONES**

- La valoración de los sistemas de Laboreo de Conservación por los agricultores es positiva o muy positiva.
- Las ventajas que percibe el agricultor son: mayor conservación de la humedad del suelo, siembra en el momento oportuno, y ahorro de costes, entre otras.
- Los agricultores que emplean Laboreo de Conservación en la rotación trigo-girasol disminuyen el número de labores en dos pases. Se observa una tendencia a no quemar el rastrojo de cereal.

## **REFERENCIAS**

- Arnal Atares, P., 1986. Alternativas al cultivo tradicional de los cereales. *Navarra Agraria* 15: 15-26.
- Arnal Atares, P., 1989. Siembra Directa. *Navarra Agraria* 45: 25-31
- Ballesteros Aguiló, L., Guerrero Leverat, S., 1986. Resultados de siembra directa y mínimo laboreo en Castilla La Mancha. *Proc. I Simposium sobre Mínimo Laboreo en Cultivos Herbáceos*, Madrid. Pág. 209-227.

- Blevins, R.L., W.W. Frye, y M. S. Smith, 1985. The effects of Conservation Tillage on soil properties. Pág. 99-110 en F.M. D'Itri «A Systems Approach to Conservation Tillage» Lewis Publishers Inc., Chelsea, Michigan, 384 p.
- García Calleja, A., J.M. González Sánchez-Diézma, 1985. Siembra Directa: cinco años de ensayos en Castilla-León. *II Jornadas técnicas sobre cereales de invierno*, Pamplona. Tomo I: 51-59.
- Giráldez, J.V., E. Fereres, M. García, P. González, J. Gil, y J. Agüera, 1985. Laboreo mínimo y siembra directa en los suelos arcillosos de la campiña andaluza. *II Jornadas técnicas sobre cereales de invierno*, Pamplona. Tomo I: 77-92.
- Giráldez, J.V., A. Laguna, P. González, 1989. Soil Conservation under minimum tillage. Techniques in Mediterranean Dry Farming. Soil Technology, 1989.
- González, P., J.V. Giráldez, E. Fereres, I. Martín, 1988. Resultados de la siembra directa en el Secano Andaluz. *Proc. II Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo*. pág. 446-501.
- Valera, A., J. Costa, 1989. Laboreo de Conservación en la rotación Cereal Girasol. *21 Conferencia Internacional de Mecanización Agraria*, Zaragoza. Volumen I: pág. 237-243.

### Cuadro I

#### Sistema actual de laboreo en secano en la rotación trigo-girasol

Apero	Labores de Trigo → Girasol			Labores de Girasol → Trigo		
	Prof (cm)	Nº P.	Agr*	Prof (cm)	Nº P.	Agr*
Quema el rastrojo	—	—	73	—	—	94
Vertedera	39	1	60	—	—	—
Subsolador	47	1	54	40	1	1
Chisel	33	1.2	14	20	1	2
Grade de Disco	14	1.4	26	14	1.7	91
Cultivador	23	1.8	74	19	1.3	42
Kongskilder	13	1.2	58	12	1.3	41
Herbicida	—	1	38	—	1	6

\* Prof.= profundidad en cm.; Nº P.= número de pases; Agr.= porcentaje de agricultores que lo usan.

### Cuadro II

#### Cambios provocados por la adopción de algún sistema de L.C.

- a. Menos pases de labor: 80% de los agricultores:
  - Nº de pases que ahorra: 1.9
  - Labores:
    - Cochechos 83%
    - Labor primaria 3%
    - Todas 14%
- b. Labores más fáciles: 53%
- c. Ya no quemamos rastrojo: 25%

Cuadro III

Programa de laboreo reducido empleado por el agricultor y porcentaje de la finca en que lo usa.

Sistema L.C.	Girasol		Cereal	
	Agric.	Sup.	Agric.	Sup.
Siembra Directa	21	41	9	39
Mínimo Laboreo	11	51	10	77
Siembra Rápida	67	56	26	67

\* Agric. = % Agricultores; Sup. = % de superficie en que usan el sistema.

Cuadro IV

Ventajas de los sistemas de Laboreo de Conservación percibidas por los Agricultores.

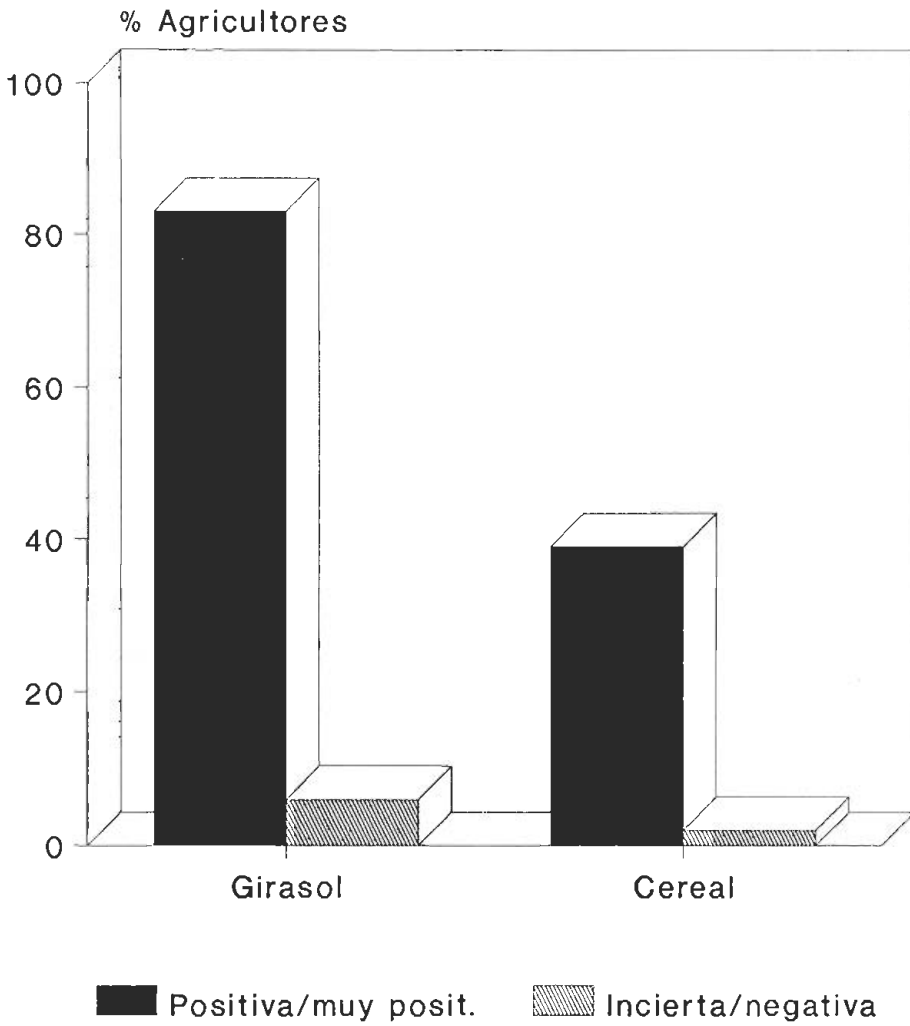
	% Agricultores
a. Mayor conservación de humedad . . .	71
b. Siembra en el momento oportuno . . .	46
c. Ahorro de costes . . . . .	36
d. Reducción de la erosión . . . . .	29
e. Más disponibilidad de maquinaria . . .	17
f. Mejor control de las malas hierbas . .	16

Cuadro V

Factores limitantes para una mayor adopción del laboreo reducido

	% Agricultores
1. Desconocimiento de efectos a largo plazo . . . . .	40
2. Herbicidas adecuados my caros . . . .	37
3. Falta de sembradora adecuada . . . .	19
4. Compactación del suelo . . . . .	11
5. Mayores problemas de aves, insectos, etc. . . . .	10

# VALORACION GLOBAL DE LOS AGRICULTORES SOBRE LOS SISTEMAS DE LABOREO DE CONSERVACION





# **VI**

## **EL LABOREO DE CONSERVACION EN EL MANEJO DE PRADERAS Y PASTOS**

**JOAQUIN TERCEÑO RAMOS (\*)**

(\*) D.G.A.G.M. de la Junta de Andalucía. Dpto. de Promoción Ganadera.  
Servicio de Producción Animal (SEVILLA).





# EL LABOREO DE CONSERVACION EN EL MANEJO DE PRADERAS Y PASTOS

Joaquín Terceño Ramos

## 1. INTRODUCCION

Tal como acertadamente indica el Programa de estas Jornadas, abordaremos «...una revisión de las técnicas clásicas de laboreo, buscando nuevas técnicas que hagan compatible el mantenimiento de la producción con una reducción de costes y una protección eficaz de los recursos naturales (agua y suelo)».

En el caso de la actividad ganadera, a los recursos a conservar hemos de añadir la vegetación, del mismo modo que el eje suelo-planta se nos triangula en una relación suelo-planta-animal-suelo.

En la inmensa mayoría de los casos, los suelos en que se asienta la ganadería sufren fuertes limitaciones físicas, químicas o conjuntas, al dedicarse a la agricultura los que no las padecen.

Otras veces, y por razones generalmente climáticas, coexisten ciertas formas de ganadería con aprovechamientos agrícolas o forestales. Por último, se dan también casos de yuxtaposición de las tres dedicaciones. No podemos decir que sean demasiado frecuentes los casos de efectiva integración.

En las condiciones mediterráneas, a las que nos atenemos, la dinámica natural de la vegetación tiende a la invasión de la herbácea por especies arbustivas, fenómeno que, por determinar una inferior producción vendible, ha sido históricamente controlado o invertido.

Las actuaciones humanas para ello, muy diversas, podrían sintetizarse citando los siguientes métodos:

- fuego.
- arranque manual.

- majadeo, redileo.
- laboreo, sin fertilización ni siembra.
- laboreo para cultivos ocasionales (normalmente sin fertilización, a veces con ella) seguidos de una serie posío-pastos, por invasión de espontáneas.
- sólo muy recientemente (20 años) los que podemos llamar implantación convencional de praderas sembradas.
- la dedicación agrícola, más o menos continuada.

Un juicio crítico somero sobre estos hechos y sus resultados es difícil y claramente polémico (PONS, 1981. NAVEH, 1987). Parecen claramente negativos:

- la seguramente excesiva ocupación agrícola del territorio.
- la rarificación y en muchos casos desaparición de la cubierta vegetal.
- la disminución de la participación del estrato arboreo en dicha cubierta.
- la erosión creciente y progresiva.
- la aparición de la problemática del agua, su cantidad y calidad, no sólo a efectos medio-ambientales o agrícolas, sino incluso de abastecimiento urbano.

Una valoración positiva, en cambio, debe tener el logro de la modalidad de explotación llamada dehesa, así como el paisaje que determina.

Y entendemos de difícil balance final, y por tanto abiertos a discusión, tanto cualitativa como cuantitativa (tal es la dispersión de puntos de vista, análisis y, por qué no decirlo, intereses y motivaciones), temas como:

- la matorralización.
- el tratamiento y la situación actual de la propia dehesa.
- la aparición, aún difusa, de nuevos modelos de explotación ganadera.
- la importancia relativa de las aportaciones agrícola, ganadera y forestal a la producción final agraria, etc...

En este cuadro general, con incidencias políticas añadidas que he señalado en otros trabajos (TERCEÑO, 1988), la actividad ganadera, la extensiva al menos, sigue incidiendo en el medio ambiente, fundamentalmente a través de los pastos y praderas.

El cómo se manejan éstos, los actuales y los posiblemente creados, y también los que puedan o deban sustraerse a la ganadería, es objeto de las propuestas que resumo a continuación y que si bien, por ser el lema que estas jornadas me encomiendan, contemplo fundamentalmente desde la óptica del laboreo, debo hacerlo enmarcando dicho aspecto preferencial en el conjunto de relaciones y condicionantes de una actividad tan compleja.

## **2. MODELO BASICO**

En primer lugar, parece claro que las limitaciones de suelo, particularmente en sus aspectos físicos (relieve, pedregosidad, etc...), delimitan áreas de las que la actividad ganadera debe ser descartada, bien por decisiones iniciales, bien por imposición económica de los resultados que los aprovechamientos ocasionales que en principio se permitan irán determinando.

En las zonas en que no se den tales limitaciones y puedan, por tanto, considerarse, al menos en potencia de dedicación ganadera, seguiremos encontrando

la tendencia a la evolución del pastizal a matorral de Durifruticeta (RIVAS GODAY y RIVAS MARTINEZ, 1963) o nos encontraremos claramente con algunas formaciones de este tipo.

Teniendo en cuenta la pobreza en nutrientes, ya aludida, de la generalidad de estos suelos, y los niveles de precipitación propios de nuestro clima semiárido, con los rangos de producción herbácea esperables (LE HOUEROU y HOSTE, 1977), así como la gran disponibilidad de radiación solar incidente, nos planteamos un modelo de pastos y praderas tendente al incremento de la producción primaria por unidad de superficie vía fomento de la presencia de leguminosas en la vegetación, con la consiguiente fijación simbiótica de N atmosférico y aprovechamiento de la producción derivada del mismo. (Naturalmente, el modelo completo supone perfeccionamiento de toda la producción secundaria, de la gestión, etc...).

El objetivo de incremento de la producción vegetal nos pone en línea con la mejora de la cubierta vegetal que es una de las exigencias iniciales de los métodos de conservación de suelo y agua.

### **3. MODALIDADES DE ACTUACION**

En cualquiera de las dos situaciones citadas (pastizal existente, con tendencia a invasión de matorral, aun en estados tan inmaduros como los posíos o eriazos o formación de Durifruticeta con cierto nivel de aprovechamiento ganadero), podemos tender hacia el modelo propuesto por alguna de las siguientes modalidades de actuación o por combinación de dos e incluso de las tres en la misma explotación:

- a) Racionalización.
- b) Fertilización (más racionalización).
- c) Introducción de especies o variedades (más fertilización y racionalización).

#### **3.1. Racionalización**

Agrupamos bajo este concepto un conjunto de técnicas y prácticas que pueden plantearse por sí solas, sin fertilización ni empleo de especies ni variedades añadidas, y que pueden determinar mejoras en la línea del modelo básico propuesto, aunque de alcance limitado por lo que a producción se refiere y con un ritmo más lento, particularmente al principio. Por su misma racionalidad y en lo que no sean contradictorias, estas técnicas deben acompañar a cualquiera de las otras modalidades de actuación, más complejas.

Incluimos como elementos de dicha racionalización:

- la decisión sobre especies animales a explotar.
- el ajuste y mantenimiento de la carga ganadera más adecuada, teniendo en cuenta que por sí misma puede mejorar el suelo y la vegetación herbácea, en detrimento de la leñosa.
- el manejo del ganado (OLEA, PAREDES, VERDASCO, 1986, Conclusión n.º 4), particularmente en lo que a alimentación y juego con las oscilaciones de peso vivo/cabeza se refiere.
- el empleo del ganado en el control de vegetación indeseable.
- la lucha contra la vegetación arbustiva por medios mecánicos (laboreo), siendo este apartado el único que analizaremos.

Con valoración positiva se señala la posibilidad del uso de desbrozadoras que destruyan cierta vegetación sin afectar al suelo, si bien esa posibilidad queda limitada a casos en que no haya pedregosidad y éstos no son muy frecuentes. El empleo de desbrozadoras, muy reclamado por teóricos de la materia, es una solución válida en ciertas situaciones, aunque de eficacia sólo sintomática e instrumental.

Para otros trabajos (con arados o gradas de discos, normalmente), el criterio de racionalización que proponemos, coincidente para el manejo de pastos y praderas y para conservación del suelo, es el de reducir el laboreo al mínimo o a cero, particularmente en este primer supuesto sin fertilización ni introducción de especies. El laboreo ocasional como control de invasoras semileñosas y leñosas es insuficiente para su eliminación, no supone mejora de los pastos, o si la hay es transitoria y antieconómica, y si bien podría mejorar la infiltración del agua, aumenta las pérdidas edáficas por escorrentía.

Señalamos todavía que el mismo criterio de racionalidad, al menos en nuestra propuesta, determina:

— la no consideración del fuego entre las técnicas a emplear, por razones de conservación de un medio sin particular especialización pírca, y de escasez de estudios suficientes sobre su posible empleo y consecuencias en nuestras condiciones.

— la no recomendación del empleo de herbicidas, ni en las técnicas de mera racionalización ni acompañando los procesos con fertilización e introducción que veremos en seguida.

Acerca de estas no recomendaciones, se subraya que son un tipo de limitaciones que proponemos y que nos imponemos en nuestros trabajos, sin perjuicio de aceptar que puede haber otras propuestas y experimentaciones que contemplan su empleo, en espera de que se llegue a un acuerdo definitivo sobre su idoneidad económica y ecológica.

### **3.2. Fertilización (más racionalización)**

La oligotrofia de los suelos en que se tienen pastos y praderas en condiciones mediterráneas es un factor limitante principal, en unión de las escasez de agua e incluso por encima de ella en algunas circunstancias.

Prescindiendo ahora de carencias puntuales de elementos menores e incluso de potasio y azufre, son predominantes y casi generales las deficiencias de nitrógeno y fósforo. Como quiera que hoy por hoy se está muy lejos de la rentabilidad en el empleo de fertilizantes nitrogenados en pastos y praderas de secano, nos queda la fertilización fosfórica como base de este apartado.

La casi generalidad de la pobreza fosfórica está ampliamente descrita (UNDERWOOD, 1966. WILKINSON and LOWREY, 1973), así como la frecuente respuesta positiva a los abonados de este tipo (RATERA, C. et al. 1975. JIMENEZ MOZO y MARTINEZ AGULLA, 1984, BOUMA, 1972) tanto a escala andaluza como nacional e incluso mundial, al menos en condiciones mediterráneas, tal como demuestran las referencias citadas.

Por otra parte, en el caso de que se esté actuando sobre praderas sembradas en años anteriores, es imprescindible la práctica anual de aportaciones fosfóricas, hasta el extremo de ser desaconsejable en la inmensa mayoría de los casos la siem-

bra de las mismas si, por las razones que sea, no está garantizada dicha fertilización fosfórica continuada (con cantidades más importantes en los primeros años y menores después).

Como consecuencia de esas aportaciones y con gran interés para la conservación de suelo y agua que nos ocupa, se tendrá:

- una paulatina modificación de la composición florística, a favor de las leguminosas, menos eficientes que las gramíneas y otras familias en el aprovechamiento del P del suelo (PEARSON and LISON, 1987).

- un incremento del N incorporado al suelo, vía fijación simbiótica por dichas leguminosas.

- un incremento de la masa vegetal aérea (mayor producción primaria y mejor cobertura).

- un aumento de la masa de raíces y consiguientes mejoras en proporción de materia orgánica, grumiosidad, aireación, infiltración y retención de agua, etc...

- un incremento en la ganancia de peso de los animales (OZANNE, et al. 1976) y una preferencia a la hora de seleccionar la ingesta (OZANNE y HOWES, 1971), que marcan ya un principio de influencia en la producción secundaria, a la que se añade la repercusión de los fenómenos reproductivos.

Pero, además de lo antedicho, parece que no se ha subrayado suficientemente el importante hecho de que el fósforo favorece a la vegetación herbácea frente a la leñosa o esclerófila (SPECHT, 1973) de modo que, por esta actuación multiforme se presenta como el input más interesante desde el punto de vista del manejo de pastos y praderas.

En el campo concreto del laboreo, por lo que a su aplicación se refiere, el método de elección es el de la simple distribución en superficie, con abonadoras centrífugas. A pesar de la importante fijación del P en la mayoría de los suelos, hay una serie de mecanismos que le aseguran una cierta movilidad en el perfil (WILKINSON y LOWREY, 1973) y, además, donde nos interesa mantener una eficaz riqueza en fósforo es en los centímetros superficiales del suelo, donde se desenvuelve la mayor parte de los sistemas radiculares de los anuales, principales contribuyentes a la producción pascícola.

Es el momento de señalar:

- la conveniencia del empleo de superfosfato granulado frente al pulverizado, particularmente en zonas de viento.

- el posible interés de demorar la distribución hasta después de las primeras lluvias de otoño, en lugar de hacerlo en seco.

- la mayor aportación de azufre que supone para los suelos la fórmula de superfosfato simple frente al triple.

Un teóricamente posible laboreo, aún muy superficial, de incorporación al suelo de las aportaciones fosfóricas, resulta desaconsejable por:

- su costo, innecesario.

- sus efectos negativos sobre la erosionabilidad de algunos suelos y la mineralización y posterior lixiviado de N orgánico.

- la pérdida de disponibilidad de fosfato a través de dicho laboreo, referida por algunos autores en situaciones que se pueden asimilar a las nuestras (WILLIAMS y SIMPSON, 1965).

### 3.3. Introducción de especies (más fertilización y racionalización)

En determinadas circunstancias el avance hacia lo que venimos describiendo como modelo propuesto quedaría ralentizado e incluso detenido e invertido por la baja presencia de leguminosas en la vegetación de emplazamientos concretos, alternando o acumulándose a la absoluta dominancia de vegetación frutícosa, como ya se dijo. En tales casos los dos procedimientos descritos pueden resultar lentos o insuficientes.

En cambio, puede ser aconsejable la introducción de especies y variedades pratenses con el fin de aumentar la participación leguminosa en la población botánica del sustrato pastable. Dejamos los contados casos de interés real del empleo de gramíneas y reiteramos la condición de acompañar las introducciones de adecuada fertilización fosfórica de establecimiento y de mantenimiento, salvo evidencia analítica o empírica de su no necesidad.

A efectos de una mejor sistematización distinguimos tres situaciones-tipo que aconsejan modos diferentes de actuación, sobre todo desde el punto de vista del laboreo:

A) Escasa o nula presencia de leguminosas bajo un predominio, que puede llegar a ser total de vegetación frutícosa o subfrutícosa, con práctica inexistencia de pastos. Sería el caso de parcelas muy descuidadas o abandonadas o ya claramente de jaguarzales, jarales, etc... aunque sin problemas de pendiente, pedregosidad u otros que hagan desaconsejable la presencia ganadera.

B) Pastos de evolución insatisfactoria por empobrecimiento (e incluso praderas sembradas con escasa implantación o persistencia de leguminosas) pero con vegetación indeseable escasa o controlable con actuación manual o por ganado bien manejado.

C) Situaciones agrícolas o post-agrícolas, incluso con cierta presencia del ganado, que se desea derivar a modalidades de explotación ganadera o de integración agrícola-ganadera, bajo un fuerte componente de búsqueda de mejor tratamiento de los recursos suelo y agua. En este apartado se encontrarían tanto explotaciones abusivamente cerealistas de la sub-bética o de las altiplanicies como algunos olivares en trance de adhesamiento o de no laboreo con problemas de cubierta vegetal y/o incremento de producción bruta.

En todos estos casos, el manejo, en sentido amplio, y sobre todo, la conservación del suelo y el agua, señalan la conveniencia de la creación de praderas sembradas o mejoradas por introducción de especies y variedades.

#### 3.3.1. Situaciones-tipo A.

En estas situaciones en las que, recordamos, la característica fundamental es la alta presencia de vegetación esclerófila, con escasa o nula presencia de especies de alto valor pascícola, cabría aún distinguir que se trate de una extensión mayoritaria o menor dentro del conjunto de la explotación. En este último supuesto es posible, con el uso de todo el ganado que mantiene el conjunto, hábilmente manejado, con distribuciones anuales de fertilizante, seguido o no de distribuciones de semilla, inoculada y paletizada en su caso, distribuida simplemente tal como más adelante se dice, evitar la roturación convencional, consiguiendo en un período de tiempo no demasiado largo una económica y racional transformación y una tesela dife-

rente en el conjunto de ellas que, en la práctica, acaban configurando la auténtica diversidad de las explotaciones ganaderas reales. (Aunque el tema aparezca en nuestro estudio de forma tangencial, no podemos dejar de subrayar su interés, hasta el extremo de ser sugerido como «un potencialmente importante área de investigación» (PURSER, 1981) en relación con la práctica de la gestión de explotaciones).

En los restantes supuestos, esto es, cuando se trate de una superficie mayoritaria, en el sentido de que el impacto de los medios ya presentes en la explotación, ganado sobre todo, son insuficientes para inducir el cambio, es necesario abordar el tratamiento mecánico del problema de la vegetación indeseable para, a continuación, ocuparse del incremento de la presencia de leguminosas, teniendo siempre presente el carácter prioritario que venimos dando a las exigencias de conservación de los recursos naturales, prioridad que en propuestas de actuación para zonas concretas (TERCEÑO, 1982) hemos dejado materializados en criterios forzosamente simplistas:

«Se reducirá el laboreo al mínimo, en función especialmente del riesgo de erosión. Concretamente:

— No se rotarán pastos en una situación productiva a nivel igual o superior al 50% de su potencial teórico.

— No se desbrozará matorral en zonas en que concurren dos de los tres factores limitantes habituales: pedregosidad, relieve difícil y escasa profundidad de suelo.

— Se fomentará el repaso a mano de las parcelas con rebrote de matorral, para evitar repoblaciones de cistáceas».

El mayor problema de la lucha contra el «monte» no es la eliminación de sus formas vegetativas, sino la «riqueza y potencia del banco de semillas acumulado y de los órganos de rebrote, en su caso. De no ser por esta circunstancia el esquema de trabajo podría ser relativamente sencillo y lineal:

1.—Eliminación de la vegetación subfruticosa y fruticosa:

1.a.—Por laboreo mecánico, afectando a plantas y suelo (gradas pesadas, normalmente).

1.b.—Por tratamiento mecánico, sólo de partes aéreas de la vegetación (desbrozadoras).

1.c.—Control manual (prohibitivo desde ciertas densidades).

1.d.—Control (relativo) mediante el empleo de ganado.

2.—Implantación de pradera (leguminosas):

2.a.—Por siembra convencional (preparación de cama, fertilización, taping, etc...).

2.b.—Distribución de semilla a voleo.

2.c.—Introducción con «sod-seeder» o métodos similares.

3.—Mantenimiento (manejo, fertilización).

(De hecho, 1.a. es la primera fase de 2.a., pues a 1.a. no suelen seguir 2.b. ni 2.c.).

Pero las sucesivas germinaciones y rebrotes dificultan el establecimiento y amenazan la persistencia de estas siembras, siendo en la forma de atajar esta dificultad donde se produce la mayor dispersión de criterios técnicos, económicos y prácticos de todo el proceso que nos ocupa, y constituyendo muchas de las decisiones adoptadas las auténticas amenazas para el suelo, el agua y la vegetación, particu-



laramente cuando el empresario emprende una sucesión cíclica con diversos y frecuentes episodios de laboreo, muchas veces sin idea concreta del camino a seguir.

Nuestra propuesta sobre el tema contempla el laboreo convencional en terrenos ganaderos como una intervención traumática que puede ser necesaria y estar justificada pero que debe hacerse con las máximas garantías en pro de que quede resuelta con una sola intervención. Esto nos lleva a evitar en lo posible los cultivos previos o de limpieza, los cereales asociados o protectores y otras prácticas habituales que no son sino desviaciones de la linealidad arriba esquematizada.

Naturalmente, hay situaciones tan desfavorables que en algunos casos el experto podrá decidir algunas modificaciones sobre la fórmula que podemos llamar «directa». Pero esto sería la excepción y no la fácil norma.

Solo una buena puesta a punto técnica puede acercarnos razonablemente al éxito. Desde el punto de vista del laboreo conviene:

— Hacer la labor fundamental a principios de la primavera anterior a la siembra, para evitar una última aportación de semillas al banco ya existente.

— Tener en cuenta que ese primer hierro y otro cruzado, si fuera imprescindible por el tamaño de los terrones, vendrán seguidos de un cierto asentamiento del terreno a lo largo del verano. La incorporación del abono fosfórico algo antes de la siembra no deberá alterar dicho asentamiento con la mezcla equivocada del superfosfato con un volumen excesivo de suelo, que es lo que normalmente se hace.

— Por el contrario, mezclar el fertilizante P con sólo 2-3 centímetros superficiales de suelo, al tiempo que se asienta esta capa para asegurar una cama firme pero penetrable a la radícula. Los rulos dentados de platos independientes son el mejor apero para este tipo de labor y deberían emplearse hasta el límite en que realmente lo impida la abundancia de piedras en el terreno.

— Usar semilla inoculada y peletizada y asegurar su mejor contacto con el suelo compactando con un último pase de rulo. Si esto resultara imposible, el único pase serviría para cubrir abono y semilla conjunta y, repetimos, muy superficialmente.

— Si por piedras, mal relieve, inexistencia de rulo, etc..., hubiera de optarse por el clásico empleo de ramaje («taramas»), asegurarse de que éste es abundante y se renueva frecuentemente, de modo que sus hojas constituyan un auténtico elemento de tapado y no un leve rastrillo.

A veces se producen establecimientos mediocres e incluso decepcionantes, que llevan a impacientes roturaciones y abandonos. Sugerimos paciencia y el asesoramiento de auténticos expertos pues se suelen obtener recuperaciones muy interesantes: casi nunca debe alzarse una pradera.

La precisión que se está recomendando sólo se obtendrá si se trabaja con superficies claramente dominables, en las que se ocasionan impactos fuertes pero admisibles y en las que, además, quedará relativizada la repercusión de una mala otoñada climatológica.

Todo ello se encuadrará en planificaciones bien periodificadas, que es necesario no sufran las presiones impuestas por reglamentaciones desconocedoras de la realidad del proceso, al que terminan por hacer abortar.

### *3.2.2. Situaciones-Tipo B.*

Aquí el problema más acusado era la pobreza del pasto, particularmente por

lo que a presencia de leguminosas se refiere. El enfoque recomendado (recorremos, una vez más, que respaldado por fertilización fosfórica) es el de introducción de plantas de este tipo (normalmente serán ornithopus, tréboles o medicagos, según los suelos), queriendo indicar con el empleo del término «introducción» que se trata de técnicas diferentes de la siembra convencional pues, de forma coherente con lo que va expuesto, no se alterará el suelo mediante laboreo.

Los sistemas aconsejados pueden ser:

1.º) Distribución en superficie de semillas, inoculadas a ser posible y también preferiblemente peletizadas con carbonato cálcico, previa escarificación en el caso de ornithopus y medicagos, con vista a facilitar el establecimiento inicial. Es un procedimiento factible y bastante económico, muy vinculado a previsible y persistente lluvia otoñal (McWILLIANS y DOWLING, 1970. CAMPBELL, 1973) y que por tanto puede demorarse, evitando gastos y aguardando hasta mejor ocasión si las precipitaciones no se presentan o lo hacen ya tardíamente.

2.º) Localización de las semillas, preparadas como en el punto anterior, y juntamente con el superfosfato, en pequeños surcos superficiales abiertos directamente en el terreno (convenientemente despejado de restos vegetales por el ganado) mediante los elementos adecuados de máquinas del tipo de las que la literatura anglosajona llama «sod-seeders», con un grado de resistencia y flexibilidad en sus brazos adecuados a la dureza y pedregosidad del terreno. Esta dureza puede cambiar considerablemente desde que se comienza a trabajar en una parcela, en seco, a la que detiene tras las primeras lluvias, variando los rendimientos en máquinas de 2m de anchura de 2h a 1h 15 min por Ha, o menos. El trabajo en condiciones húmedas es claramente recomendable no sólo por estas diferencias de rendimiento sino por asegurar la efectividad de la inoculación (DATE, 1968).

3.º) Combinación de los dos procedimientos anteriores en un intento de superar la aleatoriedad del primero y la dependencia del segundo de la disponibilidad de un tipo de máquina no muy asequible de momento, aunque pensamos que podrán fácilmente diseñarse modelos estrictamente adaptados a nuestras condiciones.

En nuestro Departamento hemos trabajado tanto en la realización de parcelas con los tipos 1.º y 2.º descritos como en diversas imitaciones y mezclas de ambos, consistentes en distribuciones de semillas y fertilizantes a voleo y rayado del suelo con gradas ligeras absolutamente cerradas o con rastras de púas, lastradas o no, de modo que abrieran minisurcos de 2-3 cm. de profundidad como máximo. Los surcos, caso de existir alguna pendiente, se disponen según las curvas de nivel, con lo que los pellets de semilla y los gránulos de fertilizantes son, en alguna medida, arratrados por el agua a dichos surcos. Se tienen así unas implantaciones mixtas a partir de semillas que quedan en superficie y otras caídas en surcos, con cierta mayor presencia de fertilizante. Estas parcelas son seguidas y manejadas de modo que se puedan ir acercando a la situación final deseada.

Los cuadros n.º 1, 2 y 3 resumen la ubicación, distribución y modalidades de estas parcelas, de extensión y carácter más funcional que experimental y de las que al fin de esta campaña comenzarán ya a ordenarse datos con vistas a su publicación.

Sobre los procedimientos agrupados en este apartado B (distribución de semilla sin labor en absoluto, introducción con sod-seeder y mezcla-copia de ambos), cabe tener todavía algunas puntualizaciones:

a) Al no requerirse preparación alguna del terreno, el ganado puede disponer de estas superficies durante el verano, con lo que, además, se consigue una reducción de materia vegetal muy conveniente.

b) Otra importante ventaja es que, al no alterarse el suelo, se respeta el banco de semillas pascícolas existente, de forma que tras la lluvia aparecerá la vegetación propia de la parcela que, por cierto, será necesario controlar con un acertado pastoreo, de modo que no dificulte el establecimiento de las especies y variedades introducidas.

c) Aunque es tentadora la facilidad que supondría el empleo de herbicidas en estos casos, repetimos que nos estamos planteando estos trabajos sin recurrir a su empleo, siempre bajo una doble consideración económica y ecológica.

Cuadro nº 1

Programa andaluz de contrastación y seguimiento de técnicas y sistemas de producción agraria. Racionalización y mejora de los pastos y su utilización  
Explotaciones colaboradoras

NOMBRE	SITUACION	TITULO DEL ENSAYO
El Curato	Tabernas (Almería)	1) Fertilizantes de pastos naturales. 2) Estudio de especies y variedades pratenses.
Fuente Fria	Benalup de Sidonia (Cádiz)	1) Contraste de técnicas de implantación (laboreos e inoculación). 2) Estudio especies y variedades pratenses.
Dehesa Boyal	Chiclana (Cádiz)	1) Técnicas de implantación de zulla. 2) Contrastación especies y variedades pratenses y técnicas de implantación.
Cortijo La Sierra	Jerez de la Fra. (Cádiz)	Contraste de especies y variedades pratenses y ensayo de técnicas de siembra.
El Caramillo	Villanueva de Córdoba (Córdoba)	1) Control de especies y variedades pratenses. 2) Control de técnicas de implantación.
La Dehesilla	Cumbres Mayores (Huelva)	1) Contraste de especies y variedades pratenses. 2) Contraste de técnicas de implantación.
Picoroto	Encinasola (Huelva)	Contraste de técnicas de implantación.
Dos Hermanas	Santa Bárbara de C. (Huelva)	Contraste de técnicas de implantación
Torre Mayor	Marmolejo (Jaén)	1) Fertilización de pastos naturales. 2) Contraste de especies y variedades pratenses.

Cuadro n.º 2

Racionalización y mejora de los pastos y su utilización trabajos de constatación, seguimiento y asesoramiento

FINCA	TERMINO MUNICIPAL	PROVINCIA	TIPO DE TRABAJO (1)			FECHAS DE SIEMBRAS			
			A	B	C	Ant. 1986	1986	1987	1988
EL CURATO	TABERNAS	ALMERIA	4,Z,AIf	1,F.	1.	—	—	—	—
FUENTE FRIA	BENALUP DE SIDONIA	CADIZ	1,3,6,P.	1,3.	1.2.	—	—	*	—
DEHESA BOYAL	CHICLANA	CADIZ	1,3,4,6.	1,3.	1.	—	—	*	*
CORTIJO LA SIERRA	JEREZ DE LA FRA.	CADIZ	1,4,5,Z.	2.	1.	—	—	—	—
EL CARAMILLO	VILLANUEVA DE CORDOBA	CORDOBA	1,2,3,6,T.	1,2,4.	1.2.	*	*	*	—
VILLASECA	ALMODOVAR DEL RIO	CORDOBA	1,Z.	1,4.	3.	*	—	—	—
LA DEHESILLA	CUMBRES MAYORES	HUELVA	1,2,3.	1,2.	1.2.	—	*	*	*
DOS HERMANAS	S. BARBARA DE CASA	HUELVA	1,3.	1,3,4.	1,3.	—	—	—	*
TORRE MAYOR	MARMOLEJO	JAEN	2,3,4,6.	2,4,F.	1.	—	—	—	—

Cuadro n.º 3  
Trabajos en las parcelas de observación, contrastación y seguimiento

TIPO	OBJETIVOS	GAMA	CLAVE	CONTROLES Y OBSERVACIONES
A	Introducción de especies y observación de variedades.	Trebol subterráneo: Variedades clásicas » españolas » aust. nuevas Medicagos: Anuales Sativa en secoano Ornithopus: Pitman La Orden Pradera riego: Tremosilla: Zulla:	1 2 3 4 5 6 7 P T Z	EN TODAS: Observación nascencia y establecimiento. (Anteriormente, conteos periódicos)  Descortezada / sin descortezar » Pastoreo con ganado vacuno de leche, lidia, ovino. Descortezada / sin descortezar.
B	Disminución de los costes de implantación. Prevención de la erosión. Sustitución de cultivos anuales por praderas permanentes implantadas bajo los mismos.	Siembra convencional Mínimo laboreo Sod-seeding No laboreo Sólo Fertilización	1 2 3 4 F	Control de tiempos y costos / Ha. »
S	Seguimiento, estudios y asesoramiento	Parcela 1º año Parcela 2º y sig. con actu. Parcela 2º y sig. sólo obs. Parcela zulla, 2º año y sig.	1 2 3 4	Observ. nascencia y establecimiento. Observ. estado, composición y persistencia. Asesoramiento manejo (pastoreo, fertilizac.) Evaluación subjetiva por puntuación cruzada. Las anteriores, más control de producción.

TECNICAS DE APOYO: — Ensayos previos de germinación.

— Inoculación (no inoculación).

— Peletización (azúcar, goma).

— Fertilización fosfórica.

d) La preocupación económica también se materializa en el planteamiento de estos trabajos bajo un prisma de reducción de costes comparativos con el laboreo convencional. El orden de cifras en que nos estamos desarrollando es:

*Partidas comunes a los distintos procedimientos:*

Semillas: 8 a 10 kg/Ha a 550 ptas/kg	5.000 ptas/Ha
Fertilizantes: 250 a 300 kg/Ha. a 18 ptas	5.000 ptas/Ha

*Partidas diferentes: (Laboreo, distribución de semillas y abonos, etc...)*

Método:

Distribución a voleo	3.800 ptas/ha
Introducción con sod-seeder	5.700 ptas/ha
Distribución y rayado con grada y rastra	6.000 ptas/ha
Laboreo convencional (dos gradeos y un rulado)	11.400 ptas/ha

Las cifras totales serían respectivamente, por tanto del orden de 13.800, 15.700, 16.000 y 21.400 ptas/Ha. implantada.

Estas cifras deben manejarse sopesando el factor de riesgo que unos y otros métodos comportante, y pueden también modificarse especulativamente en función de alteraciones estratégicas de las dosis de semillas y fertilizantes, número de labores, inversiones en maquinaria específica, etc... También pueden ayudar a la toma de decisiones en un aspecto gerencial y técnicamente muy aconsejable, como es la opción final por el empleo simultáneo de dos o más métodos de trabajo.

### *3.3.3. Situaciones Tipo C.*

Se contemplan aquí situaciones no ya puramente ganaderas, sino fundamentalmente agrícolas o post-agrícolas, entendiéndose por post-agrícolas aquellas en que la precariedad o aleatoriedad de los resultados y la evidencia de los problemas de mala conservación de suelos y de aguas, así como el deterioro de vegetación plantea la conveniencia de buscar soluciones alternativas.

Estas alternativas, en unos casos, serán de carácter forestal. En otros pueden ser de carácter ganadero, sin que ello signifique forzosamente divergencia de caminos, de acuerdo con algunas visiones revisionistas que, tímidamente, comienzan a cuestionar un tópico enraizado (LLORENTE, 1985. GONZALEZ BERNALDEZ, 1981).

Las modificaciones en sentido ganadero se iniciarán, en el caso de que no exista vegetación herbácea (olivares que se venían labrando, por ejemplo) o de rastrojos o posíos muy depauperados, etc..., por la siembra o introducción de leguminosas pratenses adecuadas al suelo, con aportaciones fosfóricas (de base y/o de mantenimiento, según historial de fertilización y comprobación analítica o empírica), en cobertera, aplicándose en cada caso la solución más idónea de acuerdo con los criterios y técnicas que vamos exponiendo.

En otras ocasiones, por ejemplo en posíos o eriazos algo más ricos en leguminosas o en olivares que ya hayan acumulado una flora de cierto valor pascícola, puede ser aceptable la decisión de no incurrir en la inversión en semillas pratenses, y se puede acometer el camino, más lento, de la mejora por simple fertilización fosfórica.

Por último, en explotaciones en que sea aceptable, económica y ecológicamente hablando, un cierto grado de integración agricultura-ganadería, habrá que proceder, en primer lugar, a la implantación de praderas que normalmente serán de medicagos anuales, dado que estas situaciones son más propias de sustratos calizos, con pH alcalino, o a veces solo neutro.

Estas implantaciones podrán ser todavía convencionales, pues es importante asegurar un buen y rápido establecimiento, o, mejor, mediante sod-seeder.

Pero también es muy interesante en estos casos y dado el alto porcentaje de semillas duras propio de los medicagos (y de los ornithopus sin descortezar para suelos arenosos ácidos) hacer una siembra de pratenses, lógicamente muy superficial, sobre la siembra ya tapada de cereal, con lo que se puede tener una cosecha normal de grano, un rastrojo enriquecido con presencia de leguminosas y un adecuado establecimiento de medicagos a partir del 2.º año.

Posteriormente, y con una pradera ya bien establecida, se puede introducir ocasionalmente (por ejemplo con la misma sod-seeder) una cosecha de cereal (para verde y/o grano) con una doble función de ahorrar alimentos de reserva o contribuir a la facturación y de utilizar el N acumulado por las leguminosas desde la cosecha anterior.

Estas técnicas no son nuevas y algunos agrónomos, muy particularmente MIRO-GRANADA (1965), las hemos venido preconizando y utilizando hace años. Pero su relativa complejidad y la histórica dicotomía agricultura-ganadería han venido ralentizando su difusión.

En estos momentos, para éste y para el conjunto de métodos aquí propuestos, se han ido eliminando muchas de las deficiencias instrumentales cuyas servidumbres algunos han ido confundiendo con inutilidad del modelo conjunto.

Una visión optimista queda fuertemente respaldada, teórica y experimentalmente, por los trabajos desarrollados y en curso en otros países de la cuenca mediterránea como los de COCKS y THOMSON (1988), en Siria, girando muy particularmente sobre la sustitución de barbechos por leguminosas, la mejora de los pastos nativos por fertilización y la inclusión de los medicagos entre las fuentes de alimentos para el ganado.

#### **4. CONSERVACION A MEDIO Y LARGO PLAZO**

Para la toma de decisiones relativa a la inflexión en la cuantía de las aportaciones anuales de superfosfato puede ser de mucha utilidad el empleo de técnicas de tests en tiras (DEAR y SMITH, 1983), debidamente puestas a punto e interpretadas. Es obvio decir que igualmente pueden utilizarse en alguno de los procesos iniciales ya descritos.

El tema es de interés para evitar en lo posible tanto déficits como excesos, y no solo por razones económicas sino también en previsión de problemas del tipo que se verá enseguida.

Cargas ganaderas adecuadas y bien manejadas, acercándose tanto más a esquemas de pastoreo continuo cuanto más homogénea sea la explotación y más informado se esté acerca de la carga óptima, asegurarán la producción y persistencia de unos buenos pastos. Nunca se insistirá bastante en que:

1.º) se pierden más implantaciones por carga insuficiente que por excesiva.  
y 2.º) sólo el uso de carga adecuadas puede hacer válido todo el proceso técnico-económico.

Desearía discutir, siquiera sea brevemente, dos temas adicionales, con el doble fin de informar tan al día como sea posible del estado de la técnica y de dejar planteados aspectos que puedan llegar a ser problemáticos, por si su conocimiento puede mejorar la toma de decisiones inmediatas.

1.º Tema: Posibilidad de manipulación de la composición florística de pastos y praderas mediante laboreos estratégicamente situados. Hay que recordar tanto el interés por el tema de, por ejemplo, RIVAS GODOY (1964), como la práctica de muchos ganaderos españoles, con resultados bastante aleatorios. Pero ahora me refiero a los trabajos de FORCELLA y GILL (1986), en que se están observando comportamientos no sólo de especies sembradas, sino también de espontáneas como *Vulpias* y *Rumex*, en respuesta a gradeos en diferentes momentos y con 10 cm. de profundidad. Desde el punto de vista de conservación de suelos y agua, no obstante, hay que matizar que nuestros pastos no son tan llanos como los australianos, por lo que venimos abogando por reducir los laboreos, y recordar que todavía nuestro problema es más fijar unas buenas praderas que manipular su composición.

2.º Tema: Acidificación de los suelos en un régimen trébol-superfosfato, y consiguiente liberación de aluminio y manganeso hasta niveles que interfieren la nodulación y rendimientos del trébol (y el eventual establecimiento de otras especies). Es un problema a largo plazo (se habla de 50 años para bajar una unidad el pH) y parece que no igualmente intenso en todos los suelos (BROMFIELD et al. 1983 a y b). No sabemos si llegará a plantearse aquí, en qué suelos ni con qué intensidad. Pero sería absurdo ignorarlo, aunque por ahora nuestras praderas sean pocas y nuestras aportaciones de superfosfato menos. Como tratamiento estudian (para pH que bajen ya de 5) la incorporación al suelo de mezclas de carbonato cálcico y superfosfato en suelos medios y la simple distribución de carbonato cálcico en superficie en los más ligeros, procedentes de granitos, por calcularse que aquí puede descender unos 6 cm. en 3 años y detectarse como zona preocupante los 10 cm. superiores del suelo.

## 5. CONCLUSION

Hacer ganadería extensiva hoy no debe ser forrajicultura, pero tampoco mero pastoralismo.

Debe transcurrir entre una preocupación económica que busque soluciones concretas para hombres concretos y una preocupación ecológica que será, además, su mejor garantía.

Diría, copiando unas hermosas frases recién publicadas sobre un tema muy diferente (ALVAR, 1990), que una concepción válida de la actividad ganadera «...para ser de hoy no ha necesitado romper una hermosa tradición, sino aprehenderla y darle nuevo contenido. Tal vez sea ese el porvenir de cualquier arte».



## REFERENCIAS

- Alvar, M. (1990): *Crítica del Arte de Cetrería*. Blanco y Negro.
- Bouma, D. (1972): *Plant Nutrition in Relation to Pasture Production*. En: A. Lazemby and F.G. Swain (Eds.), *Intensive Pasture Production*. Angus and Robertson. Sydney.
- Bromfield, S.M.; Cumming, R.W., David, D.J. y Williams, C.H. (1983 a.): *Change in soil pH, manganese and aluminium under subterranean clover pasture*. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 23: 181-191.
- id.id. (1983 b.): *The assessment of available manganese and aluminium status in acid soil under subterranean clover pasture of various ages*. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 23: 192-200.
- Campbell, M.H. (1973): *Factors responsible for losses during germination, radicle-entry, establishment and survival of surface-sown pasture species*. Ph. D. Thesis. Univ. of New England. *J. Aust. Inst. Agric. Sc.* (Sept).
- Cocks, P.S. y Thomson, E.F. (1988): *Increasing feed resources for small ruminants in the Mediterranean basin*. En: E.F. Thomson and F.S. Thomson (Eds.), *Increasing small ruminants productivity in semi arid areas*. ICARDA.
- Date, R.A. (1968): *Seed preparation*. En: B. Wilson (Ed.): *Pasture improvement in Australia*. Murray Publ. Sydney.
- Dear, B.S. y Smith, A.N. (1983): *Fertilizer strip tests for the identification of superphosphate responsive pastures*. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 23: 201-207.
- Porcella, F. y Gill, A.M. (1986): *Manipulation of buried seed reserves by timing of soil tillage in Mediterranean-type pastures*. *Aust. J. Exp. Agr.* 26: 71-78.
- González Bernáldez, F. (1981): *Ecología y paisaje*. H. Blume Ed. Madrid.
- Jiménez Mozo, J. y Martínez Agulla, T. (1984): *Fertilización de pastos*. I. En: *Curso sobre pastos y ganadería extensiva en Extremadura*. Univ. de Extremadura. Badajoz.
- Le Houerou, H.N. y C.H. Hoste (1977): *Rangeland production and annual rainfall relations in the Mediterranean basin and in the African Sahelo-Sudanian zone*. *J. Range Manag.* 30: 181-189.
- Llorente Pinto, J.M. (1985): *Los paisajes adhesados salmatinos*. Centro de Estudios Salmantinos. Salamanca.
- McWilliams, J. y Dowling, P.M. (1970): *Factors influencing the germination and establishment of pasture seed on the soil surface*. *Proc. XI Int. Grasslands Congress*. Queensland.
- Miro-Granada Gelabert, L. (1965): *Mejora pratense y forrajera en España*. Información comercial española. Febrero. M.º de Comercio. Madrid.
- Naveh, Z. (1987): *Landscape ecology, management and conservation of European and Levant Mediterranean uplands*. En: Tenhunen, J.D., Catarino, F.M., Llange, O.L., Oechel, W.C., (Eds.) *Plant responses to stress. Functional Analysis in Mediterranean Ecosystems*. NATO ASI Series. Springer-Verlag, Berlín.
- Olea, J., Paredes, J. y Velasco, P. (1986): *Influencia de los factores edafo-climatológicos en la producción de pastos mejorados*. XXVI Reunión S.E.E.P. Oviedo.

- Ozzane, P.G. y Howes, K.M.W. (1971): Preferences of grazing sheep for pasture of high phosphate content. *Aust. J. Agr. Res.*, 22: 941-950.
- Ozanne, P.G., Purser, D.B., Howes, K.M.W. y Southey, I.N. (1976): Influence of phosphorus content on feed intake and weight gain in sheep. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 16: 353-360.
- Pearson, C.J. y Lison, R.L. (1987): *Agronomy of grassland systems*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Pons, A. (1981): The history of the Mediterranean shrublands. En: Di Castri F., Goodall F.W., Specht, R.L. (Eds.) *Ecosystems of the world 11. Mediterranean type shrublands*. Elsevier, Amsterdam.
- Purser, D.B. (1981): Nutritional value of Mediterranean pasture. En: F.H.W. Morley (Ed.): *Grazing animals*. World Animal Science Vol. B-1. Elsevier, Amsterdam.
- Rivas Goday, S. (1964): *Vegetación y flórua de la cuenca extremeña del Guadiana*. Excma. Diputación Prov. de Badajoz.
- Rivas Godoy, S. y Rivas Martínez, S. (1963): *Estudio y clasificación de los pastizales españoles*. M.º de Agricultura. Madrid.
- Ratera, C., Mustlera, E., Ruiz, J.A. y Ambel, E. (1975): Potencial y necesidades nutritivas de las praderas en varios suelos del suroeste español. *Pastos*, 5, 138 a 139.
- Specht, R.L. (1973): Structure and functional response of ecosystems in the Mediterranean climate of Australia. En: *Mediterranean-type ecosystems. Origin and structure*. F. di Castri y H.A. Mooney (Eds.) Springer-Verlag, Berlín.
- Terceño, J. (Coord.) (1982): *Sierra Morena*. En: *Plan Ganadero de Andalucía*. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla.
- Terceño, J. (1988): *Ganadería extensiva y medio ambiente*. Agricultura n.º 676.
- Underwood, E.J. (1966): The mineral nutrition of livestock. *Commonwealth Agr. Bureau*. Aberdeen.
- Wilkinson, S.R. y Lowrey, R.W. (1973): Cycling of mineral nutrients in pasture ecosystems. En: G.W. Butler y R.E. Bailey (Eds.). *Chemistry and Biochemistry of Herbage*. Vol. 2. Academic Press. Londres.
- Williams, C.H. y Simpson, J.R. (1965): Some effects of cultivation and water logging on the availability of phosphorus in pasture soils. *Aust. J. Agric. Res.* 16: 413-427.



# **COMUNICACIONES SEGUNDA SESION**



# EL ALMENDRO EN CONDICIONES MEDITERRANEAS: LABOREO Y HERBICIDAS

Milagros Saavedra Saavedra  
*Departamento de Protección Vegetal*  
*Centro de Investigación y Desarrollo Agrario*  
*Servicio de Investigación Agraria. Junta de Andalucía, CORDOBA*

## INTRODUCCION

Las plantaciones de almendro en España ocupan más de medio millón de hectáreas, es por tanto, junto con el olivo y la vid, uno de los cultivos leñosos más importantes en nuestro país. En Andalucía tenemos más de 140.000 ha. de plantaciones, que se encuentran en su mayor parte ocupando las tierras de secano de las provincias orientales.

España es el segundo productor de almendra del mundo, detrás de Estados Unidos. Ambos juntos producen más del 50 por ciento de la almendra mundial y se encuentran a gran distancia de sus inmediatos seguidores: Italia y China. En Estados Unidos es un cultivo intensivo, localizado en suelos fértiles y de regadío, al que se le aplican técnicas avanzadas y, en particular, herbicidas para el control de las malas hierbas. Por el contrario, en España se cultiva en suelos de fertilidad media y baja, en muchos casos considerados marginales, y principalmente en secanos con pluviometrías bajas. Como resultado las producciones por hectárea son mucho menores en España.

En la actualidad el problema más grave que tiene el cultivo es el bajo precio de mercado de la almendra, que en los últimos años, 1988 y 1989, ha sido más bajo que diez años atrás, 1978 y 1979. Como consecuencia hemos podido ver durante esta primavera el abandono de muchas plantaciones por parte del agricultor, incluso de plantaciones jóvenes de 3 a 6 años de variedades productivas de floración tardía, y el arranque de otras que van a ser sustituidas por olivar.

Las circunstancias actuales del cultivo hacen necesario realizar un esfuerzo para hablar de cómo *mejorar las técnicas de cultivo*, cuando en muchos casos el agricultor está pensando en arrancar la plantación o abandonarla. Sin embargo, al ser la almendra un *producto de alta calidad y de gran interés dentro de la Comunidad Económica Europea*, cabe esperar que se realizarán las actuaciones necesarias para evitar el abandono de las plantaciones o, lo que es peor, la sustitución de las mismas por otros cultivos que pueden plantear problemas de excedentes y caída de sus precios en el mercado libre.

Con este ánimo optimista en 1987 iniciamos en Andalucía los trabajos para mejorar las técnicas de cultivo y el control de malas hierbas en almendro, a fin de abaratar costes e incrementar en lo posible las producciones por hectárea.

El manejo del suelo en el almendro en España, dadas las características del medio de cultivo: seco y suelos pobres, tiene que ser diferente al que se utiliza en Estados Unidos. El planteamiento del control de las malas hierbas ha de hacerse teniendo en cuenta, las limitaciones del medio ambiente en que nos desenvolvemos, y por otro, la escasez de información que se tiene a nivel mundial en cuanto a la selectividad de los herbicidas en almendro en estas condiciones.

## **CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL AGROSISTEMA DE ALMENDRO, SUS LIMITACIONES, POSIBLES ACTUACIONES Y REPERCUSIONES**

Las características del cultivo y su medio vamos a centrarlas en tres puntos: el clima, el suelo y las malas hierbas. Del análisis de los mismos se deducirá la forma más lógica de controlar las malas hierbas de cada finca.

### **1. El Clima**

El clima mediterráneo se caracteriza por una ocurrencia de lluvias, que con frecuencia son torrenciales, en otoño, invierno y primavera, y período seco y caluroso en verano, precisamente cuando el almendro vegeta y fructifica. Además a finales del invierno y en primavera se producen con frecuencia heladas que limitan enormemente la producción de almendra. El manejo del suelo y el control de las malezas se realizará por tanto en función de estas limitaciones climáticas:

#### **1.1. Pluviometría baja:**

*Economizar agua:*

- Reduciendo el número de labores y la profundidad de éstas.
- Controlar las malas hierbas para evitar la competencia por el agua en las épocas en que la competencia se produce.

#### **1.2. Riesgos de tormentas:**

*Facilitar la infiltración del agua y evitar la escorrentía superficial y la erosión del suelo:*

- Reducir las labores o prescindir del laboreo y sustituir éste por tratamientos con herbicidas.
- En otoño principalmente y en primavera tener descompactada la superficie del suelo para favorecer la infiltración, pero teniendo en cuenta el grado de erosionabilidad de la parcela, ya que suelos compactados son menos erosionados, pero también infiltran menos agua.

- Realizar las labores en el sentido perpendicular a la máxima pendiente.
- Corregir las cárcavas con piedras, restos vegetales o con vegetales vivos, comenzando a actuar desde la parte superior de la parcela y terminando en la más baja.
- Aterrazamiento de parcelas en pendiente.

### **1.3. Riesgo de heladas:**

*Paliar los riesgos de las heladas de irradiación:*

- Manteniendo el suelo desnudo, sin cubierta vegetal.
- Tener el suelo suficientemente compactado, no labrarlo antes de la floración y cuajado de la almendra, mientras haya riesgo.
- En regadío aportando agua.

### **1.4. Altas temperaturas en verano:**

*Disminuir el albedo del suelo y la compactación sin dañar al árbol:*

- Realizando ligeras labores al final de la primavera, al menos en el centro de las líneas.
- Manteniendo vegetación verde sobre la superficie del suelo (sólo en caso de regadío o en zonas húmedas, por otro lado muy escasas).
- Las altas temperaturas son limitantes para la aplicación de herbicidas volátiles.

### **1.5. El viento:**

*Evitar aplicaciones con viento:*

- Normalmente al amanecer la velocidad del viento es menor.
- El rocío de la mañana es un inconveniente para las aplicaciones de herbicidas como el glifosato.

*Aplicar los herbicidas de contacto cuando el árbol esté en reposo, sin hojas:*

- De esta forma se reduce el periodo de aplicación de herbicidas de octubre a marzo, lo que obligaría en algunos casos a utilizar herbicidas residuales.

### **1.6. Condiciones climáticas imprevisibles:**

*No utilizar herbicidas cuya eficacia dependa en gran medida de las condiciones climáticas:*

- Es un grave inconveniente que limita bastante la gama posible de herbicidas a utilizar.

*No arriesgar el control de las malas hierbas en épocas críticas:*

- Porque puedan suponer una dificultad de controlarlas o tener que realizar una aplicación de herbicida costosa o labores profundas.
- Porque se pueden correr riesgos de perder cosecha y dañar los árboles.

## **2. El Suelo**

La mayor parte de las plantaciones se encuentran en áreas de suelos pobres o de fertilidad media. Algunas características de estos suelos son limitantes del uso de herbicidas y condicionan su manejo más apropiado:

### **2.1. Bajos contenidos en arcilla y materia orgánica:**

- Evitar el uso de herbicidas residuales a dosis elevadas.
- Evitar usar herbicidas muy solubles.



## **2.2. Altos contenidos en caliza:**

— Hay que tener precaución con el uso de algunos herbicidas que son más activos en presencia de caliza.

## **2.3. Pedregosidad:**

— Reducir el laboreo para reducir costes.

— Eliminar piedras allí donde es posible y beneficioso, por ejemplo porque se pueda mejorar la eficacia de herbicidas, se facilite la recolección o el tránsito de maquinaria, etc.

— Las piedras y gravas tienen la ventaja de que reducen los riesgos de erosión porque actúan como cubierta del suelo, evitando además la evaporación del agua.

## **2.4. Permeabilidad:**

— El exceso de permeabilidad limita la utilización de herbicidas residuales, y la falta produce escorrentía.

## **2.5. Profundidad:**

— Suelos poco profundos pueden ser limitantes para el uso de algunos herbicidas residuales, ya que las raíces se localizan en unos pocos centímetros de suelo, allí donde la acumulación de residuos es mayor.

## **3. Malas hierbas**

Algunas de las actuaciones para paliar los efectos del clima y conservar el suelo son contrapuestas, por ejemplo: labrar para aumentar la infiltración del agua trae como consecuencia un mayor riesgo de heladas y de erosión. Por eso las determinaciones a realizar se realizarán en función de las características de cada finca en particular. Sin embargo, las malas hierbas compiten con el cultivo por el agua, que es sin duda un factor limitante de la producción, por lo que gran parte de las decisiones a tomar están en función de la eficacia y economía del control de las mismas. Esta competencia se inicia cuando la cobertura de las malas hierbas es considerable, al final del invierno, ya que es en ese momento cuando el crecimiento y desarrollo de la vegetación empieza a ser importante, al mismo tiempo que el árbol sale del reposo y comienza la floración y la brotación, o dicho de otro modo, empieza a consumir agua en gran cantidad.

El control de las malas hierbas ha de plantearse con los objetivos de:

— Ser económico para hacer viable el cultivo, y para ello habrá que evitar las aplicaciones de herbicidas de postemergencia a dosis elevadas para controlar una gran masa vegetal.

— Reducir las labores o eliminarlas por completo para mejorar el aprovechamiento de agua y paliar o eliminar la erosión, por ello se evitarán las labores profundas que favorecen las pérdidas de humedad.

— Mantener o aumentar las producciones, o lo que es lo mismo, evitar la competencia con el cultivo por el agua, y mejorar el aprovechamiento de la humedad del suelo. Para conseguirlo se prescindirá de labores profundas que además dañan las raíces del árbol.

— Ser seguro para el cultivo, por lo que habrán de utilizarse herbicidas a dosis y en momentos que no perjudiquen al árbol.

Las limitaciones, actuaciones y consecuencias son, en líneas generales, las siguientes:

### **3.1. Competición de malas hierbas y cultivo por el agua:**

*Tener controlada la vegetación espontánea desde que se inicia esta competencia y durante su duración:*

— Mediante laboreo o escardas manuales.

— Utilizando herbicidas.

— Con otros métodos específicos: plásticos, ... (métodos generalmente no viables en estas condiciones ambientales).

### **3.2. Competición de malas hierbas y cultivo por nutrientes:**

*Incrementar la dosis de abono, especialmente si se mantienen cubiertas vegetales permanentes.*

### **3.3. Control de malas hierbas muy desarrolladas:**

*Evitar el tener que actuar sobre una gran masa vegetal:*

— Utilizando herbicidas de preemergencia, de forma que evitemos la presencia de las malas hierbas.

— Aplicando herbicidas de contacto cuando las malas hierbas están poco desarrolladas.

### **3.4. Utilización de herbicidas residuales para el control de malas hierbas de preemergencia.**

*Utilizar herbicidas selectivos para almendro*

— Considerar dosis y momentos de aplicación.

*Utilizar herbicidas residuales a dosis bajas:*

— Aplicar varias veces dosis bajas, pero evitar un número excesivo de aplicaciones, 1 ó 2 puede ser suficiente.

— Aplicar mezcla de herbicida residual y de contacto a dosis bajas sobre hierba muy pequeña.

*Controlar la degradación de los herbicidas en el suelo y su movimiento:*

— Realizar análisis periódicos de los residuos en el suelo a distintas profundidades.

### **3.5. Control de malas hierbas perennes:**

*Con herbicidas residuales:*

— Es caro generalmente.

— Es arriesgado para la selectividad del árbol porque normalmente habrá que usar dosis altas.

*Mediante laboreo:*

— No siempre es eficaz.

— Las labores serán necesariamente profundas en algunos casos y tendrán los inconvenientes de provocar pérdidas de humedad y dañar las raíces del árbol.

- Para algunas especies será suficiente una escarda manual.

*Con aplicaciones de herbicidas de traslocación:*

- Su utilización estará en función de la eficacia del herbicida para la especie a controlar.
- El estado de déficit hídrico de las plantas a controlar puede ser una limitación.
- Las posibles derivas de herbicidas pueden limitar las aplicaciones.
- En cualquier caso será muy conveniente controlar las infestaciones de perennes desde el inicio, cuando las infestaciones sean bajas.

### **3.6. Biología de las malas hierbas:**

*Conocer los periodos de emergencia, desarrollo y fructificación de las malas hierbas de cada plantación:*

- Este apartado es de suma importancia para planificar el control económico de las malas hierbas.

## **CONTROL DE LAS MALAS HIERBAS EN ALMENDRO**

Una gran parte de las plantaciones se encuentran en zonas áridas y en seco. En estas condiciones la mayoría de las especies anuales germinan en otoño, después de las primeras lluvias. Durante el invierno, y sobre todo si los fríos son intensos el desarrollo de las malas hierbas es escaso y además el árbol se encuentra en reposo. Esto significa que la competencia es muy escasa o más bien nula. Durante estos meses la presencia de malas hierbas sobre el suelo no sólo no es perjudicial, sino que es beneficiosa para el suelo, porque lo protege del impacto de las gotas de lluvia y evita la degradación de la estructura del suelo y disminuye la erosión.

### **1. Control de malas hierbas de emergencia invernal:**

*Utilización de herbicidas residuales:*

El control de las malas hierbas nacidas en otoño puede hacerse mediante la aplicación de herbicidas residuales en preemergencia en otoño, o con aplicaciones de herbicidas de contacto después de la emergencia. Los herbicidas residuales pueden ser aplicados a dosis bajas y obtener una eficacia excelente si el periodo de emergencia de malas hierbas es corto. Cuando dicho periodo es más largo será necesario incrementar las dosis a fin de tener suficiente cantidad de herbicida en el suelo mientras dure la emergencia. Este periodo de emergencia dependerá de las especies presentes y de las condiciones climáticas. Después de la emergencia comienza el periodo frío invernal, el crecimiento y desarrollo de las malas hierbas se reduce, y cesa la emergencia.

*Utilización de herbicidas de contacto:*

Si se quiere prescindir de los herbicidas de preemergencia se pueden realizar aplicaciones sobre la hierba ya nacida, empleando herbicidas de contacto. El control de la flora mediante este procedimiento hay que hacerlo antes de que se produzca la competencia con el cultivo. Este momento habrá que determinarlo en cada ca-

so, pero presumiblemente se puede establecer como límite lógico la salida del reposo del árbol, que es bastante coincidente con el inicio de un gran crecimiento y desarrollo de las malas hierbas. A fin de aunar criterios hemos determinado como fecha idónea para estas aplicaciones de 4 a 5 semanas antes de la floración del árbol, porque es la época, que independiente de la localización de la plantación y de la climatología de cada zona, o en cada año, encontramos casi todas las especies de malas hierbas emergidas y con escaso desarrollo, por lo que las dosis de herbicidas a aplicar podrán ser reducidas, y, por otro lado, el árbol no tiene todavía partes verdes que puedan absorber herbicida y ser dañadas.

Esta fecha de aplicación de los herbicidas de contacto será hacia el mes de enero o principios de febrero. El inconveniente que puede plantearse es llegar a esta época con una masa vegetal excesiva, como consecuencia de haber tenido un otoño o invierno con altas pluviometrías y temperaturas suaves que favorecen el desarrollo rápido de la vegetación. Esto supondría un aumento del coste de la aplicación porque habría que aumentar las dosis de los herbicidas para controlar eficazmente una gran masa vegetal.

## **2. Control de flora de emergencia primaveral.**

Para controlar las malas hierbas que nacen a finales del invierno y principios de la primavera, es decir, la flora estival, puede añadirse un herbicida residual en el momento en que se aplica el herbicida de contacto para controlar la flora invernal. En condiciones de secano esta flora estival es poco importante, ya que son pocas las especies que resisten la extrema sequía en condiciones mediterráneas. Sin embargo sí que tiene mucha importancia en plantaciones de regadío.

## **3. Aprovechamiento ganadero:**

Es bastante frecuente la asociación de ganado ovino y almendro. Las ovejas pastan en las plantaciones durante el invierno y consumen las pieles de la almendra y las hojas caídas de los árboles en otoño.

El aprovechamiento en otoño e invierno de la flora espontánea por el ganado es posible, pero una reducción excesiva del follaje de las malas hierbas antes de la aplicación de los herbicidas de contacto hace bajar la eficacia de los tratamientos.

## **4. Sistema de tratamientos en almendro:**

El sistema de tratamientos que consideramos puede ser más idóneo para la mayor parte de las circunstancias sería:

*En otoño:*

- Antes o inmediatamente después de las primeras lluvias, aplicar un herbicida residual a dosis baja,
- o bien aplicar un herbicida residual mezclado con uno de contacto, a dosis bajas, después de las primeras lluvias y una vez emergidas las malas hierbas.

*A finales del invierno, 4 ó 5 semanas antes de la floración:*

- Aplicar herbicidas de contacto,
- o bien aplicar herbicidas de contacto mezclados con residuales a dosis bajas.

Este tratamiento puede ser suficiente para muchas plantaciones, con la condición de que no haya emergencia de especies posterior al tratamiento, o degradación rápida del herbicida residual, ni especies perennes de desarrollo estival.

*Control de malas hierbas perennes:*

— Aplicar herbicidas de contacto y traslocación a los rodales infestados y evitando la extensión del problema.

*Laboreo:*

— Realizar una labor muy superficial, especialmente en el centro de las calles. El momento más idóneo, a falta de una comprobación más precisa, se considera que es a finales de la primavera, cuando no hay humedad en el horizonte superficial del suelo.

## **HERBICIDAS QUE PUEDEN USARSE EN ALMENDRO**

En España no existe un Registro de herbicidas específico de almendro. Los herbicidas que están autorizados actualmente (1990) en frutales de hueso, entre los que se encuentra el almendro, son los siguientes:

- ametrina + aminotriazol + 2,4-D
- aminotriazol + MCPA + metabenzotiazurón
- aminotriazol + tiocianato amónico
- butralina
- diquat
- diquat + paraquat
- EPTC
- fluacifop-butil
- glifosato
- glifosato + MCPA
- glufosinato
- MSMA
- napropamida
- norflurazona
- oxadiazón
- oxifluorfén
- paraquat
- pendimetalina
- setoxidín
- terbacilo

Estos herbicidas están autorizados, pero consideramos que no hay suficiente información sobre la selectividad de algunos de ellos para almendro, en las condiciones ambientales que venimos reseñando.

Hemos tenido experiencia en varias ocasiones de que la fitotoxicidad de algunos herbicidas se ha manifestado después de 2 ó 3 años de aplicación consecutiva, sin que se pudieran observar síntomas de fitotoxicidad evidentes con anterioridad, y resultando en uno de los casos la muerte total de la planta a los 3 años. Es preciso tener cautela y no aventurarse a realizar tratamientos que no estén suficientemente ensayados.

## **RESULTADOS Y COMENTARIOS DE INVESTIGACIONES REALIZADAS EN ESPAÑA**

En las Tablas 1, 2 y 3 presentamos algunos resultados obtenidos en ensayos

de campo referentes a ventajas y desventajas de distintos sistemas de mantenimiento del suelo y en las Tablas 4 a 9 los referentes al control de malas hierbas con herbicidas.

Estos resultados de los ensayos realizados por otros equipos y por el nuestro podemos resumirlas en:

*Efecto sobre el crecimiento del árbol y la producción:*

— El sistema de mantenimiento del suelo en no-laboreo y con herbicidas favorece el crecimiento del árbol, o al menos no es inferior (Tabla 1).

— En términos generales las producciones obtenidas con el sistema de no-laboreo o laboreo reducido resultan similares, y en algunos casos superiores al del sistema de laboreo convencional (Tablas 2 y 3). Sólo en uno de nuestros ensayos y en un año, en 1989, la producción en no laboreo fue inferior a la producción con laboreo convencional (Tabla 3), pero en este año se habían producido importantes daños con el herbicida, por lo que la merma de la cosecha puede atribuirse a este hecho.

*Eficacia de los herbicidas:*

— Varios tratamientos herbicidas empleados en distintas localidades han resultado eficaces para controlar las malas hierbas de forma económica.

— Destacamos la eficacia de los tratamientos a base de herbicidas a dosis baja: simazina o diurón, aplicados en otoño; y de los herbicidas de postemergencia: glifosato, glifosato + MCPA, o glifosato + 2,4-D, aplicados a finales de invierno (Tablas 4 a 9).

*Tolerancia del almendro a los herbicidas:*

— Clorsulfurón resulta muy tóxico para el almendro, por lo que no debe usarse. Los primeros síntomas de fitotoxicidad son ligera clorosis en algunos de los brotes jóvenes de los troncos, en el centro del limbo hacia la base del peciolo, sin límites definidos, y ramas secas muy parecidas a las atacadas por Monilia. Al año siguiente los árboles se secan completamente.

— Simazina a 2 kg/ha aplicada en febrero produjo fitotoxicidad, que se manifiesta durante el verano como clorosis en los bordes de las hojas, tanto más acentuada cuando mayor es la dosis del herbicida. Al año siguiente el árbol parece recuperarse. A dosis inferiores aplicadas en otoño no ha producido síntomas de fitotoxicidad, pero es necesario controlar los residuos de simazina en el suelo antes de aplicar reiteradamente este producto.

— La fitotoxicidad de clorsulfurón y simazina se manifiesta después de varios años de aplicación. Por este motivo consideramos arriesgado hacer cualquier tipo de recomendación de herbicidas residuales sin tener experiencia de varios años y en distintas condiciones ambientales.

— Las aplicaciones con herbicidas de contacto y traslocación en los períodos de vegetación del almendro han de hacerse con mucho cuidado para evitar problemas de deriva.

— El resto de los herbicidas usados no han producido síntomas de fitotoxicidad hasta el momento.

*Residuos*

— Las aplicaciones de simazina en febrero dos años consecutivos produjeron síntomas de fitotoxicidad, pero al tercer año, a los 12 meses de la última aplicación, los residuos en el suelo eran muy bajos o no se detectaban (Tabla 10). Con las aplicaciones de 1.5 kg/ha en otoño quedaban residuos bajos el mes de enero siguiente.

Tabla 1

Crecimiento de troncos de almendros jóvenes de secano con distintos sistemas de control de malas hierbas en las líneas y laboreo en las calles. Inicio del ensayo en enero 1987 con árboles de 2 años

Tratamiento en las líneas	Aumento del diámetro (mm)			
	1987	1988	1989	Total
No laboreo y herbicidas de contacto	8.3	15.4	12.2	35.9
Polietileno negro en las líneas y herbicida en los bordes (1)	6.6	16.7	12.3	35.6
Laboreo tradicional	6.0	14.1	10.3	30.4

(1) En las calles se controlaron las malas hierbas mediante labores.  
Fuente: Joaquín Nieto. Monsanto España, S.A.

Tabla 2

Producciones y rendimiento de almendra con distintos sistemas de laboreo y no laboreo

Tratamiento en las líneas	Producción por árbol (kg)		Rendimiento (%)	
	1987	1989	1987	1989
No laboreo total y herbicidas de contacto	5.72	7.97	27.6	27.8
No laboreo en las líneas (1)	5.87	8.00	26.7	26.4
Laboreo tradicional	5.42	5.25	25.8	26.8

(1) En las calles se controlaron las malas hierbas mediante labores.  
En 1988 las heladas hicieron perder la totalidad de la cosecha.  
Fuente: Joaquín Nieto. Monsanto España, S.A.

Tabla 3

Producciones y rendimientos de almendra con distintos sistemas de mantenimiento del suelo. Plantación de árboles en plena producción

Sistema de mantenimiento del suelo	Producción kg/árbol		Rendimiento (%)		Por unidad de volumen de copa			
					Nº frutos unidades/m <sup>3</sup>		Peso grano gr/m <sup>3</sup>	
	1988	1989	1988	1989	1988	1989	1988	1989
<b>No laboreo (1)</b>	16.9	9.9	19.5	21	115	68	97	61
Cereal de grano en las calles	12.1	10.5	21.0	22	94	81	83	74
Laboreo	15.8	12.5	21.4	22	89	78	97	74

(1) Tratamientos herbicidas con diquat + paraquat en las parcelas no labradas.  
En 1989 se produjo fitotoxicidad elevada por deriva de diquat + paraquat en las parcelas de no laboreo.  
Fuente: Datos propios.

Tabla 4

Eficacia de tratamientos de postemergencia en no laboreo en almendro.  
Finca Monte vive (La Gambia, Granada)

Fecha	Tratamiento	Dosis kg/ha	Eficacia (%)		
			Fecha	Gramíneas	H. ancha
5/2/87	Glifosato+2,4-D	0.18+0.2	20/5/87	40	100
5/2/87	Glifosato+2,4-D	0.36+0.4	20/5/87	75	100
5/2/87	Glifosato	0.36	20/5/87	47	50
5/2/87	Glifosato	0.72	20/5/87	70	70
5/2/87	Glifosato+2,4-D	0.72+0.4	20/5/87	67	100

Las malas hierbas tenían 10 cm. de altura en el momento del tratamiento.  
El control en las parcelas testigo fue 0.  
Fuente: Datos propios.

Tabla 5

Eficacia de tratamientos de postemergencia en no laboreo en almendro.  
Finca Los Morales (Huéscar, Granada).

Fecha	Tratamiento	Dosis kg/ha	Eficacia (%)		
			Fecha	Gramíneas	H. ancha
5/2/88	Simazina+glifosato	2+0.36	5/4/88	80	75
16/3/89	Simazina+glifosato	2+0.36	4/5/89	99	99*
17/1/90	Glifosato	0.36	20/2/90	97	90
5/2/88	Simazina+glifosato	2+0.72	5/4/88	92	88
16/3/89	Simazina+glifosato	2+0.72	4/5/89	96	100*
17/1/90	Glifosato	0.36	20/2/90	92	92
5/2/88	Glifosato	0.36	5/4/88	50	50
16/3/89	Glifosato	0.36	4/5/89	82	90
17/1/90	Glifosato	0.36	20/2/90	67	57
5/2/88	Glifosato	0.72	5/4/88	77	83
16/3/89	Glifosato	0.72	4/5/89	90	99
17/1/90	Glifosato	0.72	20/2/90	75	70
5/2/88	Glifosato+2,4-D	0.36+0.4	5/4/88	38	90
16/3/89	Glifosato+2,4-D	0.36+0.4	4/5/89	83	100
17/1/90	Glifosato+MCPA	0.36+0.36	20/2/90	78	73
5/2/88	Glifosato+2,4-D	0.72+0.8	5/4/88	78	90
16/3/89	Glifosato+2,4-D	0.72+0.8	4/5/89	93	100
17/1/90	Glifosato+2,4-D	0.72+0.72	20/2/90	92	83

Las malas hierbas tenían 5 cm de altura en el momento del tratamiento.  
El control en las parcelas testigo fue 0.

\* En julio de 1989 se observó fitotoxicidad en las parcelas tratadas con simazina.



Tabla 5

Eficacia de tratamientos de postemergencia en no laboreo en almendro.  
Finca Los Morales (Hués-car, Granada).

*Ensayo 1*

Fecha	Tratamiento	Dosis kg/ha	Eficacia (%)		
			Fecha	Gramíneas	H. ancha
3/2/87	Clorsulfurón	0.04			
13/10/87	Clorsulfurón	0.04	5/4/88	30	97
19/10/88	Clorsulfurón	0.04	4/5/89	0	10
					0*
19/10/89	Glifosato + MCPA	0.36 + 0.4	20/2/90	37	4
					3*
3/2/87	Diurón	1.5			
13/10/87	Diurón	1.5	5/4/88	90	95
19/10/88	Diurón	1.5	4/5/89	95	97
21/9/89	Diurón	1.5	20/2/90	85	82
3/2/87	Linurón	1			
13/10/87	Linurón	1	5/4/88	28	97
19/10/88	Linurón	1	4/5/89	0	97
21/9/89	Linurón	1	20/2/90	22	75
3/2/87	Metabenzotiazurón	2			
13/10/87	Metabenzotiazurón	2	5/4/88	25	98
19/10/88	Metabenzotiazurón	2	4/5/89	10	99
21/9/89	Metabenzotiazurón	2			
19/10/89	Glifosato	0.72	20/2/90	28	83
3/2/87	Oxadiazón	2			
13/10/87	Oxadiazón	2	5/4/88	67	95
19/10/88	Oxadiazón	2	4/5/89	47	57
3/2/87	Oxifluorfén	0.48			
13/10/87	Oxifluorfén	0.48	5/4/88	85	92
19/10/88	Oxifluorfén	0.48	4/5/89	47	92
3/2/87	Pendimetalín	2			
13/10/87	Pendimetalín	2	5/4/88	10	13
19/10/88	Pendimetalín	2	4/5/89	3	80
21/9/89	Pendimetalín	2			
19/10/89	Glifosato	0.72	20/2/90	20	12
3/2/87	Propizamida	1.5			
13/10/87	Propizamida	1.5	5/4/88	100	0
19/10/88	Propizamida	1.5	4/5/89	100	0
21/9/89	Propizamida	1.5			
19/10/89	Glifosato + MCPA	0.24 + 0.40	20/2/90	100	43
3/2/87	Simazina	0.75			
13/10/87	Simazina	0.75	5/4/88	93	93
19/10/88	Simazina	0.75	4/5/89	100	98
21/9/89	Simazina	0.75	20/2/90	33	42

3/2/87	Norflurazona	4			
13/10/87	Norflurazona	4	5/4/88	98	90
19/10/88	Norflurazona	4	4/5/89	99	88
21/9/89	Norflurazona	4	20/2/90	98	63

La primera aplicación se realizó sobre hierba nacida y sometida a pastoreo. Las aplicaciones de otoño se realizaron sobre hierba recién emergida y suelo húmedo.

El control en parcelas testigo fue 0.

\* Síntomas de fitotoxicidad en el árbol y muerte posterior.

Fuente: Datos propios.

## Ensayo 2

Fecha	Tratamiento	Dosis kg/ha	Eficacia (%)		
			Fecha	Gramíneas	H. ancha
3/2/87	Clorsulfurón	0.08			
13/10/87	Clorsulfurón	0.08	5/4/88	7	100
19/10/88	Clorsulfurón	0.08	4/5/89	10	100*
19/10/89	Glifosato + MCPA	0.36 + 0.4	20/2/90	22	85*
3/2/87	Diurón	3			
13/10/87	Diurón	3	5/4/88	97	92
19/10/88	Diurón	3	4/5/89	98	95
21/9/89	Diurón	3	20/2/90	90	73
3/2/87	Linurón	2			
13/10/87	Linurón	2	5/4/88	32	78
19/10/87	Linurón	2	4/5/89	23	100
21/9/89	Linurón	2	20/2/90	17	57
3/2/87	Metabenzotiazurón	4			
13/10/87	Metabenzotiazurón	4	5/4/88	85	93
19/10/88	Metabenzotiazurón	4	4/5/89	78	100
21/9/89	Metabenzotiazurón	4	20/2/90	28	85
3/2/87	Oxadiazón	4			
13/10/87	Oxadiazón	4	5/4/88	83	77
19/10/88	Oxadiazón	4	4/5/89	92	63
21/9/89	Oxadiazón	4	20/2/90	67	67
3/2/87	Oxifluorfen	0.96			
13/10/87	Oxifluorfen	0.96	5/4/88	85	88
19/10/88	Oxifluorfen	0.96	4/5/89	65	75
21/9/89	Oxifluorfen	0.96	20/2/90	30	30
3/2/87	Pendimetalín	4			
21/9/89	Pendimetalín	4	20/2/90	20	12
3/2/87	Propizamida	3			
13/10/87	Propizamida	3	5/4/88	100	0
19/10/88	Propizamida	3	4/5/89	100	0
21/9/89	Propizamida	3			
19/10/89	Glifosato + MCPA	0.24 + 0.4	20/2/90	93	45

3/2/87	Simazina	1.5			
13/10/87	Simazina	1.5	5/4/88	100	92
19/10/88	Simazina	1.5	4/5/89	100	99
21/9/89	Simazina	1.5	20/2/90	50	70
3/2/87	Norflurazona	8			
13/10/87	Norflurazona	8	5/4/88	100	93
19/10/88	Norflurazona	8	4/5/89	99	93
21/9/89	Norflurazona	8	20/2/90	100	68

La primera aplicación se realizó después de labrar con cultivador. Las aplicaciones de otoño se realizaron sobre hierba recién emergida y suelo húmedo.

El control en parcelas testigo fue 0.

\* Síntomas de fitotoxicidad en el árbol y muerte posterior.

Fuente: Datos propios.

Tabla 7

Eficacia de tratamientos de pre y postemergencia en no laboreo en almendro.  
Finca San José de los Propios (Jódar, Jaén).

Fecha	Tratamiento	Dosis kg/ha	Eficacia (%)		
			Fecha	Gramíneas	H. ancha
20/9/89	Diurón	1			
16/1/90	Glifosato + MCPA	0.36 + 0.36	16/2/90	100	92
16/2/90	Sin tratar		2/4/90	99	91
20/9/89	Diurón	2			
16/1/90	Glifosato + MCPA	0.36 + 0.36	16/2/90	100	98
16/2/90	Sin tratar		2/4/90	100	91
20/9/89	Simazina	1			
16/1/90	Glifosato + MCPA	0.36 + 0.36	16/2/90	100	91
16/2/90	Sin tratar		2/4/90	100	94
16/1/90	Glifosato Sting.	0.36	16/2/90	100	95
16/2/90	Metabenz. + Glifosato	2 + 0.18	2/4/90	100	98
20/9/89	Simazina	0.75			
16/1/90	Glifosato Sting	0.36	16/2/90	99	92
16/2/90	Metabenz. + Glifosato	1 + 0.18	2/4/90	100	99
16/1/90	Glifosato	0.54	16/2/90	97	91
16/2/90	Norfluraz. + Glifosato	2 + 0.18	2/4/90	99	93
20/9/89	Simazina	0.75			
16/1/90	Glifosato	0.36	16/2/90	99	91
16/2/90	Norfluraz. + Glifosato	1 + 0.18	2/4/90	100	89
16/1/90	Glifosato	0.54	16/2/90	94	91
16/2/90	Oxifluorfen + Glifosato	0.36 + 0.18	2/4/90	100	99
20/9/89	Simazina	0.75			
16/1/90	Glifosato	0.36	16/2/90	99	87
16/2/90	Oxifluorfen + Glifosato	0.24 + 0.18	2/4/90	100	97

16/1/90	Glifosato + MCPA	0.54 + 0.54	16/2/90	99	96
16/2/90	Sin tratar		2/4/90	96	95
20/9/89	Sin labrar		16/2/90	0	0
16/2/90	Labor cultivador		2/4/90	74	74

Los tratamientos de 20/9/90 se realizaron sobre *Diplotaxis erucoides*, nacido días antes con las primeras lluvias. Esta especie completa el ciclo en pocos meses.

Esta parcela de ensayo es de riego por goteo. En fechas posteriores se podrá evaluar la eficacia y necesidad de las aplicaciones con herbicidas residuales en primavera.

Fuente: Datos propios.

Tabla 8  
Eficacia de tratamientos de pre y postemergencia.  
Finca Hermanos Mercado (Higuera de Arjona, Jaén).

Fecha	Tratamiento	Dosis kg/ha	Eficacia (%)		
			Fecha	Gramíneas	H. ancha
18/10/89	Labor + Simazina	0.75	11/1/90	88	86
11/1/90	Metabenz. + Glifosato	2 + 0.36	2/3/90	98	97
			2/4/90	100	100
18/10/89	Labor		11/1/90	59	36
11/1/90	Norfluraz. + Glifosato	2 + 0.54	2/3/90	88	56
			2/4/90	89	41
18/10/89	Labor + Simazina	0.75	11/1/90	88	88
16/1/90	Norfluraz. + Glifosato	1 + 0.36	2/3/90	90	78
			2/4/90	94	85
18/10/89	Labor		11/1/90	63	39
11/1/90	Oxifluorfen + Glifosato	0.36 + 0.54	2/3/90	98	74
			2/4/90	98	66
18/10/89	Labor + Simazina	0.75	11/1/90	81	78
11/1/90	Oxifluorfen + Glifosato	0.24 + 0.36	2/3/90	100	86
			2/4/90	99	73
18/10/89	Labor		11/1/90	59	24
11/1/90	Glifosato + MCPA	0.54 + 0.54	2/3/90	91	79
			2/4/90	93	85
18/10/89	Labor		11/1/90	60	59
11/1/90	Sin tratamiento		2/3/90	0	0
2/3/90	Siega y (19/3) Labor		2/4/90	83	86
18/10/89	Labor		11/1/90	60	40
11/1/90	Sin tratamiento		2/3/90	0	0
2/3/90	Siega y labor		2/4/90	60	70

Se realizaron labores superficiales en otoño porque habían nacido malvas (*Malva* spp.) con las primeras lluvias de septiembre.

Las labores de primavera se hicieron profundas y después de segada la hierba, que tenía más de 60 cm. de altura.

Fuente: Datos propios.

Tabla 9  
Eficacia de tratamientos herbicidas en almendro.  
Finca Monte vive (La Gabia, Granada).

Fecha	Tratamiento	Dosis kg/ha	Eficacia	
			Fecha	Nº plantas/m <sup>2</sup>
15/12/88	Glifosato	0.27	16/5/89	91
15/12/88	Glifosato	0.27		
15/3/89	Glifosato	0.27	16/5/89	62
15/3/89	Glifosato	0.72	16/5/89	56
22/12/88	Simazina + glifosato	0.5 + 0.18	16/5/89	12
15/12/88	Simazina + glifosato	1 + 0.27	16/5/89	8
15/12/88	Glufosinato	0.4	16/5/89	38
15/12/88	Glufosinato	0.4		
15/3/89	Glufosinato	0.4	16/5/89	60*
15/12/88	Diquat + paraquat	0.16 + 0.24	16/5/89	76
15/12/88	Diquat + paraquat	0.16 + 0.24		
15/3/89	Diquat + paraquat	0.16 + 0.24	16/5/89	49

\* El número de plantas es más alto que con una sola aplicación, pero la biomasa era menor.  
Fuente: Emilio Romero, Servicio de Protección de los Vegetales (Granada).

Tabla 10  
Residuos de simazina (ppm) el 17/1/90 a distintas profundidades en suelo no labrado.  
Finca Los Morales (Huéscar, Granada).

Fechas de aplicación	Dosis	Residuos (ppm) en profundidad		
		0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm
3/2/87, 13/10/87, 19/10/88, 21/9/89	1.5	0.05	0.09	0.05
5/2/88, 16/3/89	2.0	ND	SD	ND
5/2/88, 16/3/89	3.5	0.02	SD	0.01
5/2/88, 15/3/89	5.0	0.02	0.06	0.10

Los tratamientos aplicados en febrero y marzo a las dosis de 2, 3.5 y 5 kg/ha, produjeron síntomas de fitotoxicidad en el verano de 1989, mayores cuanto mayor fue la dosis, pero no se observó ningún síntoma el año anterior, después de una sola aplicación.

Fuente: Datos propios, analizados por Juan Salas, Laboratorio Regional Agrario (Córdoba).

Nota: Simazina y diurón no están autorizados en España para frutales de hueso aunque han resultado muy eficaces y, «usados a dosis bajas en otoño», no han producido síntomas de fitotoxicidad.

## AGRADECIMIENTOS

*A los propietarios de las fincas en que se han realizado los ensayos, a Emilio Romero y a Monsanto España, S.A. por facilitar información de sus propias experiencias, a D. Juan Salas por la realización de los análisis de residuos, y a todas las personas que han hecho posible la realización de los ensayos.*

**Comunicaciones de:**

**Alberto García de Luján y  
Carlos Zaragoza Larios**

***S.I.A. Diputación General de Aragón***



## EL NO LABOREO EN VID

Alberto García de Luján

*Estación Experimental Rancho de la Merced. Jerez de la Frontera*

Los herbicidas comenzaron a utilizarse en el viñedo en los años 50. A pesar del carácter tradicional de este cultivo y del apego del viticultor a labrar con intensidad el terreno, poco a poco su empleo se fue extendiendo.

En España, su introducción fué más tardía y, en concreto, en la zona de Jerez comienza al final de la década de los 60. Aunque la utilización de herbicidas haya ido aumentando a lo largo del tiempo, si tenemos en cuenta la superficie total de viñedo en España, unas 1.600.000 ha, no puede decirse que el viticultor haga un uso importante de estos productos. Por otro lado, cuando se aplican, se hace casi siempre como complemento o ayuda del laboreo, siendo muy difícil encontrar en nuestro país parcelas en no cultivo.

Fuera de España, aunque tampoco sea una técnica habitual, el no cultivo se práctica más, especialmente en países con tecnología avanzada.

En la zona del Jerez, los primeros trabajos sobre el no laboreo se establecieron a comienzos de los 70. A través de la Estación Experimental Rancho de la Merced, se instaló una parcela pequeña, de 3.309 m<sup>2</sup>, que, con ayuda de herbicidas, permanece sin cultivar hasta nuestros días.

Los resultados medios obtenidos hasta este momento (19 años) en esa parcela y en otra contigua explotada con laboreo tradicional, son:

	No laboreo	Laboreo
Kg. uva/cepa . . . . .	3'11	3'21
Kg. madera/cepa . . . . .	0,298	0,280

Por otro lado, en 1984 se estableció un estudio de mayor envergadura en una



superficie total de 25 has. Están distribuidas por todo el Marco de Jerez, en 5 parcelas con terrenos casi siempre de albariza y de topografía muy variada. La pluviometría media de la zona es de unos 600 l/m<sup>2</sup>, y la temperatura media de 17 °C.

Los herbicidas aplicados son casi siempre simazina y terbutilazina + terbutometona como preventivos y glifosato y aminotriazol como sistémicos por vía foliar. Se compara el no laboreo y el laboreo, en parcelas distribuidas al azar con 6 repeticiones. Casi todas las parcelas elementales oscilan entre los 5.000 y 6.000 m<sup>2</sup>.

Los resultados medios obtenidos hasta el momento (5 años) son:

	No laboreo	Laboreo
Kg. uva/cepa . . . . .	3'16	3'09
Kg. madera/cepa . . . . .	0'452	0'476
Baumé . . . . .	11'46	11'70
Ac. total en tartárico (gr/l) . . . . .	3'51	3'43

Aparte de estos datos, se aprecian las siguientes ventajas con el no laboreo: menor amarilleo de la vegetación en primavera; mayor facilidad para el paso del personal y tractores; disminución de daños a las cepas por tractores y aperos; mejor estructura del suelo; menor erosión del terreno; mayor comodidad y facilidad del cultivo, sobre todo en terrenos húmedos y en los muy escarpados; menos inversión en maquinaria y coste del cultivo.

También se constatan los siguientes inconvenientes: dificultad en la aplicación de abonos en profundidad; pérdida de agua de lluvia por deslizamiento; peligro de fitotoxicidad; inversión de flora e incremento de algunas especies; necesidad de formación técnica para la aplicación; en ciertos casos, mayor debilitamiento de la cepa y descenso de producción en años secos.

La aplicación de esta técnica depende de las condiciones de clima, tipo de suelo, edad del viñedo, sus posibilidades de mecanización, rentabilidad, presencia de malas hierbas, etc. En cualquier caso, el no laboreo y en general la aplicación de herbicidas, se presentan como posibilidades a disposición del viticultor, que debe manejarlas con atención y suficientes conocimientos, pero, salvo en determinados casos, pueden resultar positivas en sus diversas variantes.

# ENSAYOS DE REDUCCION DEL LABOREO EN LA VID EN ARAGON Y LA RIOJA

C. Zaragoza (1), J. Gómez-Aparisi (1), J.M. Sopena (1), V. Sotés (2)

*(1) Dpto. de Agricultura, Ganadería y Montes*

*Diputación General de Aragón*

*Apto. 727 - 50080 Zaragoza*

*(2)Escuela Técnica Superior Ingenieros Agrónomos. 28040-Madrid*

¿Por qué se ha desarrollado tan lentamente el no-laboreo en las viñas españolas? Teniendo en cuenta que en Francia y en Italia, países viticultores por excelencia, emplean rutinariamente herbicidas para combatir las malas hierbas de las viñas, no es fácil comprender, a primera vista, la resistencia de algunos viticultores españoles a emplear estos productos (Cuadro 1).

En 1986 se estimó la superficie tratada en 35-40.000 has. en toda España. Teniendo en cuenta la superficie del viñedo nacional, el porcentaje es muy bajo, aunque destaquen las zonas de Jerez, Rioja, Navarra y Galicia.

Existen algunas razones por las que la reducción del laboreo en la viña no se extiende con facilidad. Entre ellas están la creencia de que las labores conservan mejor el agua en el suelo, el temor a hacer daño a las viñas u obtener rendimientos inferiores, y la idea de que es imprescindible una limpieza absoluta de las hierbas y que ésta sólo se obtiene labrando.

## EL MITO DEL AHORRO DE AGUA

Una de las creencias más difundidas en España es que las labores permiten romper los capilares de las capas superficiales del suelo impidiendo la evaporación del agua contenida en él. Esto puede ser cierto en determinadas ocasiones, pero no lo es en la mayoría de las situaciones. Se ha demostrado recientemente que el agua se conserva en un suelo intacto tan bien o mejor que en uno labrado, evitando

incluso la pérdida por evaporación que sufre éste (HILLEL, 1980; PHILLIPS, 1986; GIRALDEZ y col., 1986; PASTOR, 1988).

Otra cosa es la infiltración; está demostrado que las labores favorecen la penetración del agua al interior del suelo, al mullirlo y descompactarlo (CHAMPAGNOL, 1984). Por ello puede ser recomendable labrar superficialmente en momentos determinados como por ejemplo, cuando se esperan lluvias frecuentes en primavera. O practicar el laboreo en las entrelíneas tratando con herbicidas en bandas bajo las cepas.

En cuanto al enraizamiento de la vid, si bien es cierto que al eliminarse las labores se observa un aumento de las raicillas superficiales, éstas no crecen a expensas de las pivotantes que pueden seguir explorando capas profundas.

## **LOS INCONVENIENTES DEL LABOREO**

En algunas zonas, la aplicación de herbicidas con pocos ensayos previos ha conducido a experiencias desafortunadas e incluso a costosos accidentes. Lógicamente, ello ha hecho que los viticultores se retrayeran en el empleo de herbicidas. Desgraciadamente la experimentación ha sido escasa y al no obtenerse alternativas al laboreo, las viñas se siguen labrando como hace lustros y, lo que es peor, mucho más intensamente.

Ello conduce a una intensa erosión, con la consiguiente pérdida de las capas fértiles, que va empobreciendo año tras año el suelo vitícola. Este problema tiene especial importancia en los suelos con pendientes (PASTOR, 1989) ocupados en España por olivar o por viña.

Asimismo, hay que considerar el consumo de materia orgánica, de la que tan escasos están nuestros suelos. El humus se va oxidando poco a poco y desapareciendo con las labores. En la actualidad, después de las numerosas experiencias de mínimo laboreo en los cultivos herbáceos y en el olivo, se comienzan a valorar las ventajas de la reducción de las labores en los distintos suelos.

Cuando se labra en condiciones de poca o excesiva humedad, se produce una grave alteración de la estructura del suelo, impidiendo el estado óptimo que favorece el desarrollo de las raíces. Este estado se obtiene muchas veces, de forma natural, sin labores.

Por otra parte, la poda a la que se somete a las raíces en cada labor es perjudicial para las plantas, que se ven limitadas para la exploración de las capas más fértiles del suelo. Además, cuando se alcanzan los troncos de las cepas se producen heridas que son vías de entrada de enfermedades y parásitos.

Como razones adicionales en favor del no-laboreo hay que considerar la reducción de las heladas de irradiación (ya que la temperatura media de las capas superficiales sin labrar es superior a las labradas) y la reducción de la clorosis (GARCIA DE LUJAN y BUSTILLO, 1988).

## **EL USO DE HERBICIDAS Y SU RENTABILIDAD**

Para emplear herbicidas de forma racional hay que ser prudente. Además, es importante estar bien asesorado y contar con una máquina pulverizadora en buenas condiciones lo que desgraciadamente, es muy poco frecuente.

Por otra parte, el hecho de que existan algunas hierbas que se escapan después de un tratamiento no tiene demasiada importancia. Si al viticultor le parecen excesivas, puede tratar de nuevo localizadamente con algún herbicida sistémico o de contacto. Hay que tener en cuenta que se necesita una gran densidad de hierbas para que el rendimiento se vea afectado, que es lo que realmente debe preocupar. Por otra parte, la presencia de una ligera cobertura vegetal en otoño e invierno permite la protección del suelo y la disminución de la escorrentía.

En cuanto a los residuos de herbicidas en el suelo, no se han detectado acumulaciones perjudiciales para la viña si los productos remanentes se utilizan de forma racional, aunque los efectos herbicidas pueden alcanzar a los cultivos posteriores a un tratamiento. Esto hay que tenerlo en cuenta cuando se desea cambiar de cultivo, dejando de tratar unos años antes de hacerlo. Precisamente lo contrario de lo que algunos hacen en viñas viejas. En cuanto a los residuos en las uvas y mostos, la experiencia indica que en ningún caso se han encontrado trazas de los productos aplicados, cuando los tratamientos han respetado las indicaciones de las casas comerciales expresadas en la etiqueta.

También existe la creencia de que es imposible controlar las malas hierbas de una forma eficaz con herbicidas. Esto revela un grave desconocimiento de las posibilidades de los productos actuales. Para impedir la proliferación de especies vivaces y resistentes a un herbicida determinado es necesario efectuar una rotación de productos, evitando tratar siempre con el mismo.

Y por último, hay quien cree que la utilización de herbicidas acarrea un mayor gasto, lo que no es cierto, ya que si se emplean de forma racional puede suponer un ahorro importante, según la intensidad de laboreo con la que comparemos. De una forma general se puede considerar que a partir de tres labores anuales, comienzan a ser rentables los tratamientos herbicidas. Algunos sistemas de mínimo laboreo llegan a reducir el coste de cultivo en un 50%, si se comparan con cinco labores anuales (Cuadro 2).

## **LA EXPERIENCIA EN ARAGON Y RIOJA**

En 1982 se establecieron cuatro ensayos de sistemas de mantenimiento del suelo en tres viñas de Aragón (situadas en Cariñena, en Ainzón y en Campo de Borja) y una de La Rioja alavesa (situada en Laserna). Se comparó el laboreo tradicional, el no-laboreo a base de tratamientos herbicidas a la totalidad del suelo, el laboreo reducido a las entrelíneas con tratamiento herbicida en franjas de 1 m bajo las cepas, y el mínimo laboreo que combinaba una sola labor al año con tratamientos herbicidas.

Desde 1983 hasta 1987 se identificaron, se evaluó su densidad y siguió la evolución de las distintas especies de malas hierbas presentes en otoño-invierno y primavera verano en cada sistema. Periódicamente se midió la humedad en el suelo mediante bloques de yeso y sonda de neutrones a diferentes profundidades (30-150 cm) y en distintas posiciones (bajo las cepas o en la entrelínea). Los ensayos se realizaron en condiciones de pluviometría normalmente inferior a la media.

En Cariñena y Campo de Borja se midió la velocidad de infiltración del agua en el suelo en los distintos sistemas a los tres años de establecidos los ensayos.

En 1987 se midió la compactación superficial del suelo en tres posiciones (bajo las cepas, en la zona de rodadura y en el centro de la entrelínea) de todos los sistemas. También se realizaron medidas de la temperatura del suelo a 15 cm de profundidad en tres ensayos en 1987.

Se compararon las producciones de cada sistema en la vendimia y se tomaron muestras de uva para estimar el peso de los granos, y medir el pH, la acidez y los sólidos solubles del mosto. Asimismo, se pesó la madera de poda en invierno. En el ensayo de Cariñena se vinificaron muestras en los dos últimos años con la colaboración de la Estación de Enología de la Diputación General de Aragón.

Del análisis de todos los resultados se pudieron extraer las siguientes conclusiones (ZARAGOZA, 1988):

## LAS MALAS HIERBAS

La *flora arvensis*, compuesta normalmente por malas hierbas anuales dicotiledóneas, se controló satisfactoriamente a base de herbicidas. Los tratamientos a bajo volumen (inferior a 100 l/ha), con herbicidas residuales y con el sistemático glisofato, dieron muy buen resultado. La elección del herbicida y del momento de tratamiento son factores decisivos para alcanzar un control suficiente en distintas situaciones.

Al cabo de cinco años de tratamientos se observó un aumento en el número de *malas hierbas vivaces* y una disminución del número inicial de especies. Las vivaces *Cynodon dactylon*, *Chondrilla juncea*, *Muscari spp.*, y las anuales *Torilis arvensis*, *Erodium cicutarium* y *Senecio gallicus* se mostraron poco sensibles a los herbicidas aplicados y bien adaptadas al no-laboreo. Muchas anuales, sin embargo, proliferaron principalmente en suelos labrados: *Diploaxis erucoides*, *Amaranthus spp.* y *Chenopodium album*, entre ellas. Otras especies fueron capaces de adaptarse a cualquier situación: *Convolvulus arvensis*, *Lolium rigidum*, *Salsola kali*.

## LA HUMEDAD EN EL SUELO

La evolución del *estado hídrico del suelo* fue similar en las viñas sometidas a no-laboreo y en las labradas. Las diferencias en el estado hídrico entre laboreo y no-laboreo no fueron significativas en la mayoría de los casos, aunque en un ensayo no obtuvieron diferencias importantes a favor de las parcelas labradas, especialmente a más de 45 cm de profundidad.

La extracción del agua en el suelo fue más precoz, intensa y rápida en las parcelas de no-laboreo, indicando una mayor transpiración de las vides y más actividad radicular que en los suelos labrados. Ello puede estar relacionado con una *temperatura del suelo* no labrado significativamente más elevada (0,5-2,3 °C) que en el suelo sometido a labores.

Las diferencias en el estado hídrico medido bajo las cepas o en el centro de la entrelínea fueron debidas a las particularidades de la *topografía superficial* del suelo. Todo lo que facilita la retención del agua en la superficie mejora la infiltración. En parcelas con pendiente ligera este efecto es muy importante.

La *infiltración de agua* en el suelo se retrasó en las parcelas no labradas. Esto pudo suponer pérdidas por evaporación y escorrentía y, por lo tanto, un menor contenido de agua en el suelo en algunos casos. El laboreo aumentó la velocidad

de infiltración, siendo este efecto más apreciable cuando las lluvias son escasas. La oportunidad de las labores, y su orientación perpendicular respecto a la pendiente, es decisiva para aumentar la recarga del perfil.

El suelo no labrado tuvo una mayor *compactación superficial* que el sometido a labores, especialmente en la zona de rodadas del tractor. Ello puede explicar que la velocidad de la infiltración del agua fuese más lenta en las parcelas de no-laboreo.

## LA PRODUCCION Y LA CALIDAD DE LA UVA

Las *producciones de uva* en no laboreo fueron iguales o superiores que en las parcelas labradas. Hay que destacar que en dos ensayos se obtuvo un 15 y un 17% más peso de uva en las cepas mantenidas en no-laboreo que en las labradas de forma habitual. En mínimo laboreo se obtuvo un 22% más que en laboreo, en uno de los ensayos. En los otros dos casos las diferencias no fueron significativas. Los pesos de la madera de poda confirmaron estos resultados. Todo ello indica que la peor infiltración se compensa por una mejor eficacia radicular en no-laboreo.

Los distintos sistemas de mantenimiento del suelo influyeron en las características de uvas y mostos de forma limitada y variable según lugares y años. En el conjunto de los años sólo se observaron diferencias en el *peso del grano de uva* en un ensayo (en la viña «Carreteras» de Ainzón), precisamente en contra del no-laboreo, donde se había detectado menos agua en el perfil y, en el último año, síntomas de fitotoxicidad del herbicida. El efecto de los diferentes sistemas sobre el *pH del mosto* no fue evidente. Sin embargo, se pudo apreciar en tres ensayos que las parcelas labradas produjeron mostos con menor *acidez total* y mayor contenido en *sólidos solubles* que en no-laboreo. No se detectaron diferenciales químicas ni orgánicas en las muestras vinificadas de Cariñena.

## CONCLUSIONES GENERALES

La reducción de las labores en las viñas de las zonas estudiadas es técnicamente factible y recomendable, especialmente, en los viñedos más fértiles y productivos. En los secanos áridos, sería conveniente aplicar una técnica mixta que mejora la estrategia de captación del agua de lluvia del suelo. Ello implica una labor superficial, previa a las precipitaciones de otoño a primavera, y un tratamiento herbicida posterior. En los suelos muy pedregosos, sin pendiente, puede ser muy positivo el no-laboreo total, y los métodos mixtos de no-laboreo en los suelos con pendiente, de forma perpendicular a esta, para reducir la escorrentía y la erosión. Es necesario emplear con cuidado los herbicidas para evitar daños a la viña y mantener la flora arvense continuamente bajo control.

## REFERENCIAS

- Champagnol, F., 1984. Elementos de physiologie de la vigne et de viticulture generale. F. Champagnol Editeur. ISBN 2-9500614-0-0. 351 págs.
- García de Luján, A., Bustillo, J.M., 1988. El no cultivo de la viña. Comunicaciones Agrarias. Serie Prod. Vegetal, n.º 5. Consejería de Agricultura. Junta de Andalucía.

- Giráldez, J., Fereres, E., García, M., Gil, J., González, P., Aguera, J., 1986. Laboreo mínimo y siembra directa en los suelos arcillosos de la campiña. 2.ªs Jorn. Tec. Cereales de Invierno. Pamplona, I, 77-91.
- Hillel, D., 1980. Applications of soil physics. Academic Press, New York. 385 págs.
- Pastor, M., 1988. Sistemas de manejo de suelo en olivar. Tesis doctoral. Dpto. de Agronomía. ETSI Agrónomos. Univ. de Córdoba.
- Pastor, M., Giráldez, J.V., Carrasco, C., Otten, A., 1990. Erosión del suelo bajo sistemas de laboreo nulo en olivar. Revista Agricultura. Junio. (En prensa).
- Zaragoza, C., 1988. Influencia de la reducción del laboreo en la evolución de la flora arvense, el estado hídrico del suelo y en la producción de la vid. Tesis doctoral. ETSI Agrónomos. Univ. Politécnica de Madrid.

Cuadro nº 1  
Empleo de herbicidas en viña (1986)

	Superficie del viñedo (ha)	% Tratado con herbicidas *
FRANCIA	1.080.000	75
ITALIA	1.048.000	22
PORTUGAL	350.000	30
GRECIA	175.109	35
R.F. ALEMANIA	93.000	85
ESPAÑA	1.581.000	3

\* Tratamientos totales, localizados o mixtos.

Cuadro nº 2  
Coste de distintos sistemas de mantenimiento del suelo en la viña y % referido al laboreo tradicional

	Pts/ha (1988)	%
<b>LABOREO TRADICIONAL</b>		
(5 pases de cultivador)	27.000	100
(4 pases)	21.600	80
(3 pases)	16.200	60
(2 pases)	10.800	40
<b>LABOREO REDUCIDO</b>		
(modalidad A)	27.050	100
(mod. B)	21.740	81
(mod. C)	19.260	71
(mod. D)	16.200	60
(mod. E)	12.780	47
<b>NO-LABOREO TOTAL</b>		
(Modalidad F)	12.300	46

## NOTAS:

- Mod. A:** Consiste en 1 tratamiento con glifosato (36%) a 2 l/ha en primavera en bandas bajo las cepas, otro con 6 l/ha a los rodales en verano y 5 pases de cultivador en el medio de la entrelínea (60% de la superficie).
- Mod. B:** Consiste en 1 tratamiento con glifosato (12%) a 2,5 l/ha en primavera en bandas, otro con 12 l/ha a los rodales y 4 pases de cultivador en el medio de la entrelínea.
- Mod. C:** Consiste en 1 tratamiento con terbutilazina 25% + terbumetona 25% (6 l/ha), aplicado en bandas en primavera, una vez cada dos años, y 5 pases de cultivador en el medio de la entrelínea.
- Mod. D:** Consiste en un tratamiento con terbutilazina 25% + terbumetona 25% (3 l/ha) todos los años en primavera, después de una labor en invierno.
- Mod. E:** Idem Mod. C pero con sólo 3 pases de cultivador.
- Mod. F:** Consiste en un tratamiento con terbutilazina 25% + terbumetona 25% (4 l/ha) todos los años, en primavera a la totalidad del suelo, sin labor alguna.





**PONENCIAS  
TERCERA SESION**



**VII**  
**MAQUINARIA NECESARIA PARA**  
**LOS SISTEMAS DE LABOREO DE**  
**CONSERVACION**

**JESUS GIL RIBES (\*)**

*(\*) E.T.S. de Ingenieros Agrónomos, Universidad de Córdoba.*



# MAQUINARIA NECESARIA PARA LOS SISTEMAS DE LABOREO DE CONSERVACION

J. Gil Ribes

*Grupo de Investigación de Mecanización Agraria  
Dpto. de Mecanización Agraria y Construcciones Agroindustriales de la E.T.S.I.A.  
de la Universidad de Córdoba.*

## RESUMEN

En este trabajo se exponen las posibilidades actuales de la maquinaria que interviene en los sistemas de laboreo reducido: aperos de labranza, aperos combinados, sembradoras y equipos de tratamientos fitosanitarios, y se hacen algunas consideraciones sobre la forma de mantener la cubierta vegetal, que es la base del laboreo de conservación.

## INTRODUCCION

Tradicionalmente el laboreo ha sido una de las tareas básicas del agricultor, hasta el extremo de que a éste se le llama labrador. No vamos a entrar aquí en comentar las ventajas e inconvenientes del trabajo mecánico del suelo, pero sí señalaremos que su cuestionamiento agronómico unido a su elevado coste y a la aparición de métodos de escarda química satisfactorios, ha dado lugar a la aparición de técnicas de laboreo reducido. La difusión de estos nuevos sistemas está condicionada por un mejor, o al menos, igual rendimiento económico, y la ventaja de una mayor disponibilidad de tiempo para establecer el cultivo. No obstante, en zonas con elevados riesgos de erosión, como las nuestras, el mantener una cubierta vegetal sobre el terreno favorece su conservación siendo esta razón, por sí sola, suficiente para que se extienda su empleo (Giráldez, 1990).

Las principales dificultades a la hora de establecer los sistemas de laboreo

reducido y nulo es la disponibilidad de la maquinaria adecuada a un precio razonable, desde este punto de vista la colaboración de investigadores, fabricantes y usuarios es fundamental a la hora de adaptar y/o desarrollar toda la maquinaria necesaria, singularmente la de siembra que es la que supone un mayor desafío. En este trabajo se pretende hacer una exposición del estado actual de los medios mecánicos necesarios para el laboreo convencional y reducido.

La clasificación de los tipos de laboreo (Sprague, 1986; Koeller, 1986) puede ser la siguiente:

— Laboreo convencional, o con arado: se usa el arado de vertedera o el de disco para invertir la parte superior del perfil del suelo y enterrar los residuos. Normalmente es seguido de laboreo superficial con cultivador y gradas para preparar el lecho de siembra.

— Laboreo sin volteo mediante el empleo del arado cincel y cultivadores.

— Laboreo superficial se utilizan, cultivadores de rejas de ala ancha, gradas de discos, quedando gran parte de los residuos sobre el suelo.

— No laboreo: con escarda química y siembra directa con una mínima alteración del suelo.

Se denomina laboreo de conservación aquellos sistemas de manejo del suelo que mantienen parte de la cubierta vegetal para prevenir la erosión.

En todos los casos, la selección de maquinaria se hace teniendo en cuenta los siguientes factores:

1) Restricciones de tiempo en las operaciones críticas.

2) Requerimientos de potencia de las máquinas.

3) Precio de las máquinas.

4) Disponibilidad de las máquinas.

La valoración de un sistema de manejo del suelo se hace en función de la preparación del mismo para la siembra y por su efectividad en el establecimiento del cultivo.

Según Rotz y Black (1986) el laboreo de conservación requiere menos inversión en la compra de equipos y éstos operan más económicamente, ya que, se necesitan menos máquinas y tiempo para completar las operaciones. Desde este punto de vista, los beneficios del laboreo de conservación son grandes en las rotaciones que requieren varias operaciones con limitaciones en el tiempo disponible parecidas.

Experiencias al respecto en Navarra (Arnal, 1989) indican un rendimiento económico de la siembra directa mayor o igual que en el caso del laboreo convencional, con ahorros de combustible de más del 70% y de 4 h/ha en trigo y girasol. Este mayor tiempo disponible supone una mejor oportunidad en la realización de las labores, lo que es de difícil evaluación económica. Según Butterworth (1980), se tarda cinco veces menos en establecer una hectárea en no laboreo que en el sistema convencional.

Más de 40 litros por hectárea de gasoil se consumen en el laboreo primario y secundario, que se reducen hasta unos 10 l/ha en el no laboreo. Si consideramos el total de energía empleada: combustible, fertilizantes, herbicidas, etc., el balance de energía no es tan favorable, pues el mayor empleo de herbicidas en el no laboreo tiende a compensarlo (un litro de herbicida equivale a 6-8 litros de gasoil) (Sánchez-Girón, 1986).

## BALANCE ENERGETICO DEL LABOREO

En España el consumo de gasoil representa una media de 96 l/ha (López Giménez, 1989). Siguiendo técnicas convencionales, entre un 50-60% se emplea en laboreo, el resto se debe a las operaciones de abonado, siembra, tratamientos, recolección y transporte de productos.

Al establecer el balance energético de un motor diesel, se observa que sólo una tercera parte, o menos, de la energía del combustible es aprovechada. Los modernos motores sobrealimentados mejoran algo esta situación llegando a aprovechamientos del orden del 40%, por una mejor combustión y menores pérdidas en los gases de escape.

La potencia del motor de los tractores se emplea como fuerza de tracción, par en la toma de fuerza y salidas hidráulicas. El tiro sigue siendo el empleo más usual de los tractores produciéndose pérdidas en la transmisión del tractor y en el contacto rueda-suelo debidos al resbalamiento y a la rodadura. En la figura 1 se presenta el balance de potencias de un tractor. El rendimiento de acoplamiento de una máquina se define como la relación entre la potencia que utiliza y la que suministra el motor del tractor, generalmente se sitúa entre el 50 y el 60%. Con lo que en conjunto se aprovecha un 20% de la energía. Si tenemos en cuenta que la eficiencia de campo de las máquinas oscila entre el 60 y el 90%, y valoramos el combustible que se gasta en virajes e interrupciones, tenemos que el rendimiento energético global en una operación, está en torno al 16% y esto operando eficientemente (Cubero, 1988).

Por último, parte de la energía que llega al apero no se emplea en trabajo mecánico «favorable», sino que se pierde en rozamientos indeseables, como los que se producen sobre las vertederas o en los resguardadores, con lo que la energía útil apenas representa un 10%.

El bajo rendimiento energético del acoplamiento rueda-suelo debido al resbalamiento y a la resistencia a la rodadura, no sólo es importante por su repercusión económica, sino también, por sus efectos nocivos sobre el suelo. Se valora a través de la eficiencia de tracción que relaciona la potencia a la barra de tiro con la potencia al eje.

Un resbalamiento excesivo provoca una degradación de la estructura del suelo y un aumento de la compactación (Ravagan et al, 1978).

El tránsito reiterado es otra causa de compactación y pérdida de fertilidad, lo que ha dado lugar a la aparición de sistemas de cultivo que intentan reducir el máximo el número de pasadas, e incluso sistemas de no laboreo en franjas por las que transitan las ruedas de las unidades de tracción.

Es un ensayo con un tractor de 76 kw homologados, trabajando con escarificador realizado en la finca Alameda del Obispo de Córdoba (Illanes, 1990), se obtuvo una eficiencia energética global del 16,94%, el rendimiento del acoplamiento fue del 57,57% y la eficiencia de tracción del 68,09%. La potencia empleada en rodadura fue de 12,96 kw y la pérdida por resbalamiento de 2,4 kw.

Si tenemos en cuenta que las reacciones dinámicas totales sobre los ejes fueron de 66 kN, tenemos una fuerza resistente a la rodadura de 6,29 kN y un coeficiente de rodadura de 0,095. En estas condiciones, bastante aceptables, el tractor empleó un 18% de su potencia máxima en vencer la rodadura.



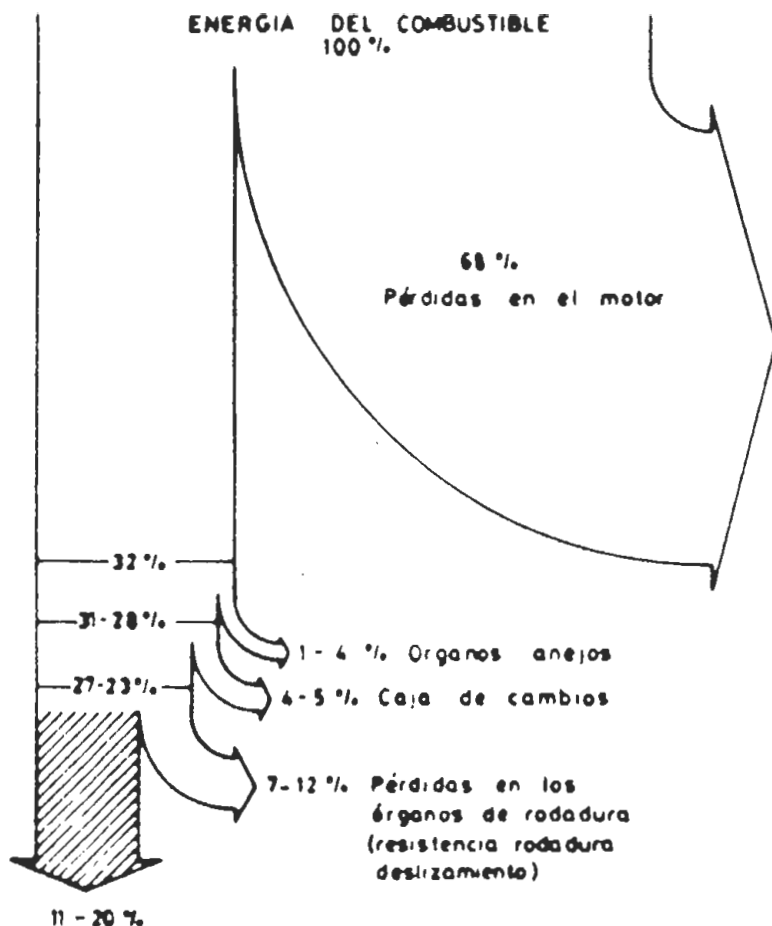


FIGURA 1. Balance de potencias de un tractor en trabajos de tracción (López Giménez, 1989)

Evidentemente el aumento del ancho de trabajo de las máquinas como las de siembra y tratamientos, que no suelen tener limitaciones de potencia, y/o la realización en una sola pasada de más de una operación disminuye el número de pases sobre el suelo. Actualmente se habla de «tránsito controlado» tanto en laboreo convencional como reducido (Parson et al, 1984).

Es fundamental, también, operar con el ancho que en función de la potencia del tractor, optimiza el consumo de combustible y la capacidad de trabajo. En la tabla n.º 1 se presentan recomendaciones sobre anchos de trabajo y velocidad de operación junto con los consumos resultantes en esas condiciones.

Todas estas consideraciones llevan a la necesidad de, al menos, racionalizar el laboreo, eliminando los pases que no sean indispensables y agrupando operaciones.

Tabla 1

Ecuaciones para obtener la anchura óptima en función de la potencia (Wu, 1986)

Operación	Método	Tipo Suelo	Y metros X kW	km/h	l/ha	
Arado 0,2 m.	Vertedera	1	$Y = 0,019X + 0,064$	8	27,2	
		2	$Y = 0,036X + 0,087$	6	20,6	
		3	$Y = 0,043X + 0,366$	7	12,2	
	Cincel	1	$Y = 0,016X + 0,111$	9	27,1	
		2	$Y = 0,015X + 0,292$	8	28	
	Disco	1	$Y = 0,022X + 0,123$	7	20,2	
		2	$Y = 0,045X + 0,222$	6	15,9	
	Gradeo		1	$Y = 0,092X + 0,041$	10	9
			2	$Y = 0,061X$		7,2
		3	$Y = 0,092X$		4,8	
Siembra	Convencional	4	$Y = 0,087X + 0,237$	10	2,6	
	Idem con fertilización y herbicida	5	$Y = 0,107X + 0,542$		3,7	

1= arcilloso; 2 = franco limoso; 3= franco arenoso.

## CONSIDERACIONES SOBRE LA MAQUINARIA PARA LABOREO

Incluso dentro del laboreo convencional es posible realizar variaciones conducentes a una mejor racionalización de los medios empleados. A este respecto la labranza sin volteo es una alternativa, dentro de la cual se puede considerar el arado cincel, el subsolador ligero y el paraplow (arado plano) (Khalilian et al, 1988).

La comparación dentro del mismo tipo de máquina puede dar lugar a mejoras apreciables, así un ensayo entre tres tipos de subsolador: convencional, parabólico y triple, (Smith y Williford, 1988), en suelos franco arenosos, mostró una apreciable ventaja para el tipo parabólico.

No obstante, los resultados de cualquier trabajo en laboreo están condicionados por las condiciones locales lo que hace necesaria gran cautela, cuando no se dispone de resultados propios.

El realizar dos o más operaciones de labranza en una sola pasada reduce al paso de maquinaria y permite un mejor aprovechamiento de la potencia nominal del tractor. Desde el punto de vista energético, la mejor solución es combinar aperos de tracción con otros accionados por la t.d.f.

Generalmente, la disposición de útiles guarda el orden tradicional de preparación del lecho de siembra.

En los casos más simples únicamente se agrupan las operaciones de preparación del lecho de siembra (laboreo secundario).

Otro grupo de aperos combinan el laboreo primario y el secundario, o más frecuentemente, el secundario y la siembra. Por último están los equipos que en un solo pase realizan el laboreo y la siembra, en estos casos el principal problema es la potencia necesaria y la dificultad de encontrar un estado del suelo adecuado a

todos los útiles, lo más usual es que el tren contenga algún apero accionado. En estos casos las combinaciones más frecuentes son (Ortiz-Cañavete, 1988):

Rotocultor

Arado cincel + Grada alternativa + Rodillo + Sembradora  
Subsolador      Grada rotativa

También se pueden incorporar abonos y herbicidas. Lo mejor es utilizar trenes suspendidos, no obstante no todos los tractores pueden soportar un equipo de gran tamaño, una solución que se abrirá paso en el futuro será el uso de tractores con tripuntal delantero, lo que equilibrará el reparto de pesos.

En las figuras 2, 3 y 4 podemos ver algunos ejemplos de estos equipos.

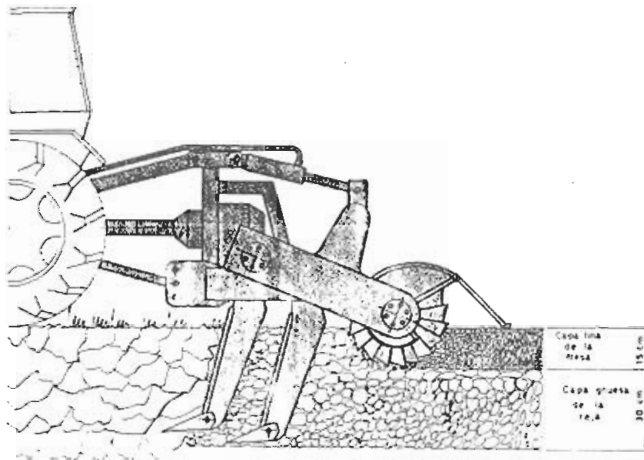


FIGURA 2. Combinación de subsolador y fresadora.

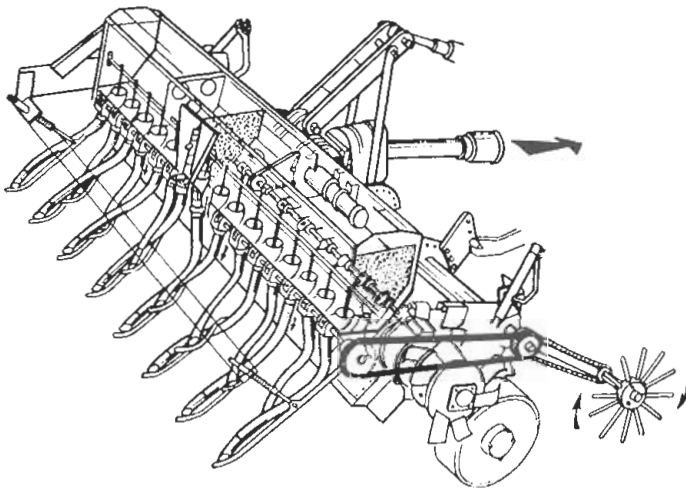


FIGURA 3. Combinación de fresadora y sembradora a chorrillo (Pellizi, 1981).

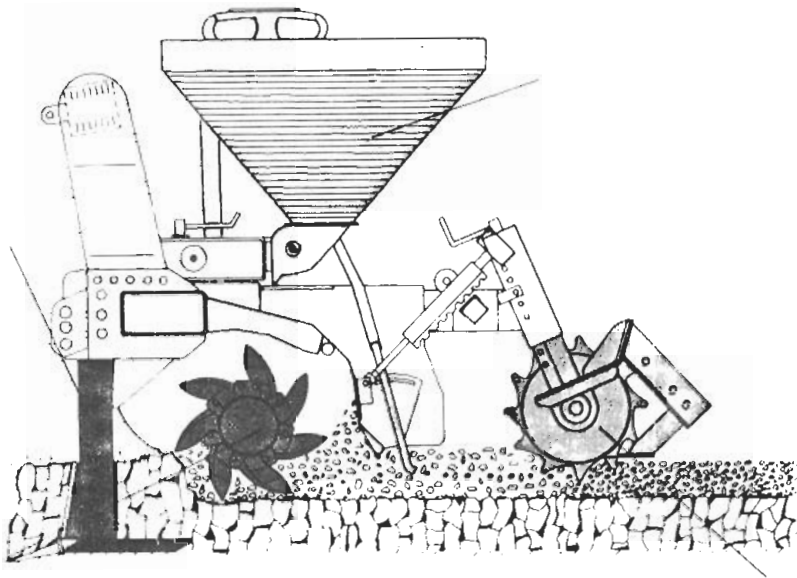


FIGURA 4. Combinación de subsolador, fresadora y sembradora (laboreo+siembra).

## LABOREO REDUCIDO Y RESIDUOS VEGETALES

Las técnicas de laboreo reducido, menos profundidad, intensidad y frecuencia, tratan de tener un menor impacto sobre el suelo y, en la mayor parte de los casos, se busca mantener la cubierta vegetal, durante más o menos tiempo, para proteger al suelo de la erosión, de ahí la necesidad de conocer el efecto que sobre la permanencia de los residuos superficiales tienen algunos aperos, en la tabla n.º 2 se encuentra recogida información al respecto.

Tabla 2

Porcentajes de reducción de los residuos para diferentes operaciones de laboreo (Allen, 1986)

Escardillo de ala ancha (V-Sweeps)	10%
Palas tipo escardillo montadas en arado cincel	20%
Arado cincel de brazo recto	25%
Barras escardadoras	5-10%
Grada de discos superficial (8 cm.)	30%
Grada de discos profunda (15 cm.)	70%
Arado de vertedera	> 90%

Se considera que el laboreo de conservación debe permitir la pervivencia de, al menos, 1/3 de los residuos vegetales en el momento de la siembra. Hay que tener en cuenta que si se realizan varias operaciones sobre el suelo, sus efectos se acu-

mulan. El no laboreo o siembra directa permite mantener casi la totalidad del residuo superficial y que este permanezca después de la nueva siembra.

En nuestras zonas hay que ir pensando en eliminar el quemado de rastrojos y no sólo esto, sino en la posibilidad de no recoger la paja y esparcirla para lograr una mejor cubierta vegetal. A este respecto hay dos soluciones, una consiste en dotar a la cosechadora de sistemas de distribución con o sin picado, ver figuras 5 y 6. La otra es actuar sobre los cordones de paja mediante una desbrozadora-esparcidora, las máquinas más usadas son las de eje horizontal (figura 7), que unen a su aceptable rendimiento la posibilidad de cambiar los órganos de triburado adaptándolos a las condiciones del cultivo (figura 8).

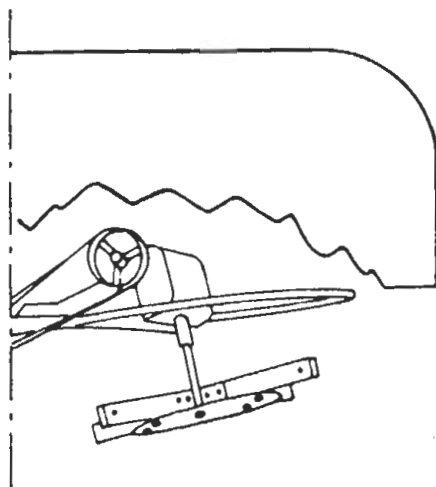


FIGURA 5. Esparcidor de paja (Destraux, 1979).

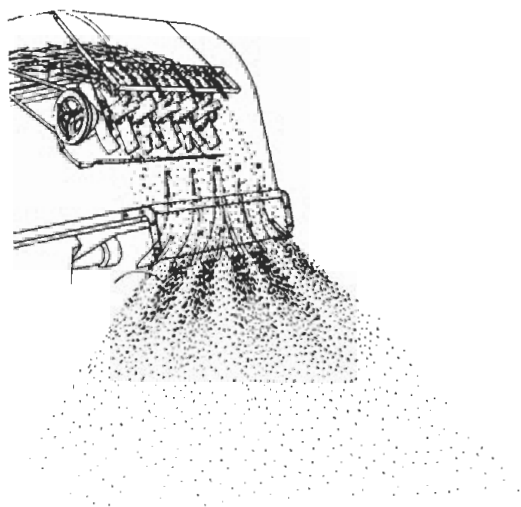


FIGURA 6. Picador-esparcidor de residuos (Hunt, 1977).

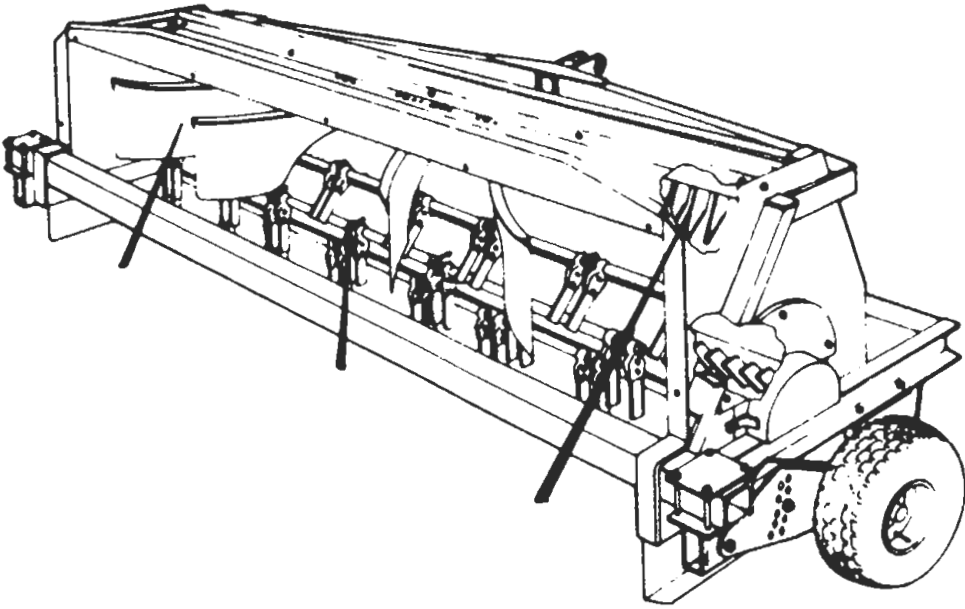
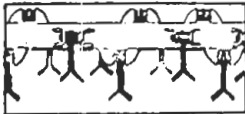
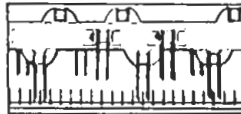


FIGURA 7. Desbrozadora de eje horizontal (Culpin, 1981)

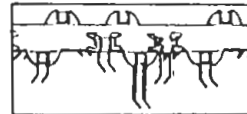
GAMA DE CUCHILLAS



01 - UNIVERSAL  
Ramas - sarmientos - paja - maíz



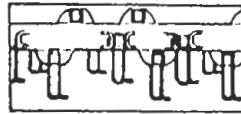
02 - DERECHA  
Triturado extrafino - paja



03 - DESIGUAL  
Ramas de patata



04 - PALETA  
Hojas de remolacha



05 - ANGULAR  
Hierbas - hojas de remolacha



06 - MARTILLO  
Ramas de paja - desbrozado

FIGURA 8. Gama de cuchillas de una desbrozadora (Documentación Agrator)

APEROS PARA EL LABOREO DE CONSERVACION

El Arado *cinzel* (chisel) es un apero intermedio entre el subsolador y el cultivador pesado, trabaja mejor en suelos con poca humedad, y su acción debe afectar a todo el perfil, no presenta una separación clara entre el suelo movido y sin remover. Después de su paso pueden permanecer 2/3 del residuo sobre la superficie ayudando al control de la erosión por el agua.

Este apero consume algo menos que el arado de vertedera y es más rápido, pero puede atascarse con residuos pesados de tallos si no se desbrozan. Controla peor las malas hierbas, por lo que puede exigir el uso de herbicidas.

Una solución al problema en los atascos es añadir cuchillas delante de los brazos del arado cincel, a unos 20 cm. Esto ahorra tiempo y combustible, frente a la realización separada de la operación de desbroce y labranza.

El *arado grada de discos* (figura 9), apero similar al cuerpo delantero de una grada de discos excéntrica, pero dotado de un mayor ángulo de los discos con la dirección de avance, de 35 a 45°, abre y mezcla el suelo y los residuos superficiales.

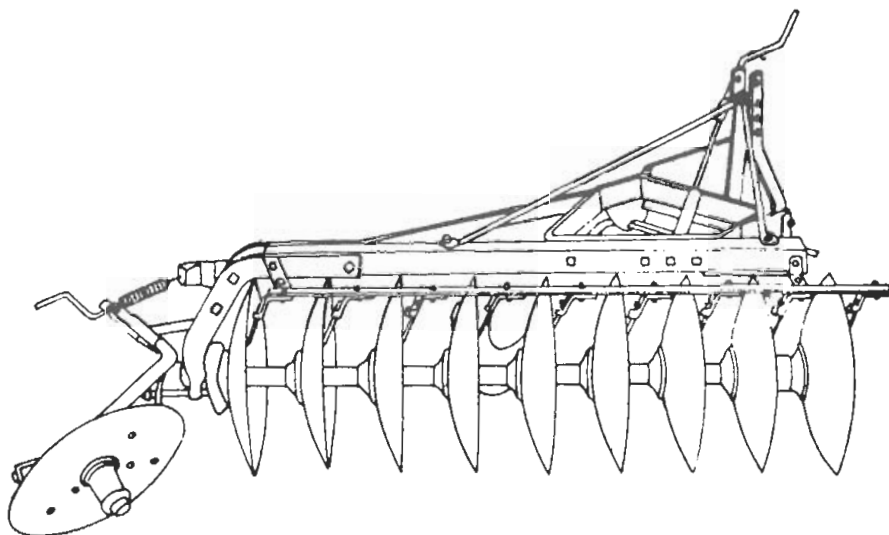


FIGURA 9. Arado-grada de discos.

Las *gradas de discos* también se usan en los sistemas de laboreo reducido usándose grandes discos (66 cm), que permiten cortar los residuos, y reparaciones de unos 25 cm entre ellos, para permitir el paso de los restos cortados.

Una gran ventaja de la grada de discos es que es muy rápida, no requiere grandes tractores, controla parcialmente las malas hierbas, pero se puede atascar con los residuos pesados e inducir una costra en el suelo. Elimina un porcentaje alto de residuos, aun trabajando superficialmente.

Los *arados con rejas en V de ala ancha* (escardillos de ala ancha), (figura 10) trabajan a 8-13 cm de profundidad, rompiendo el suelo y cortando las raíces de las malas hierbas gracias a unas grandes rejas formadas por dos cuchillas en V.

Respeta el rastrojo y deja el suelo abierto para absorber la lluvia, con un buen control de malas hierbas. Su uso requiere potencias elevadas en la unidad de tracción. Las anchuras por brazo oscilan entre 1,2-1,8 m. y el ángulo de las alas es bastante abierto (60-90°), siendo menor en los suelos de difícil penetración.

Al igual que en los arados cincel es frecuente instalar una cuchilla circular

delante de los brazos para cortar los residuos e impedir atascos. También se suele adicionar en su parte posterior un pisador de rastrojo.

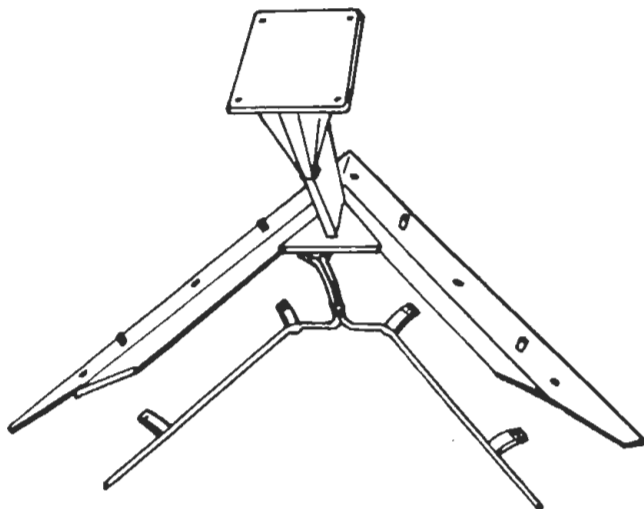


FIGURA 10. Brazo de escardillo de ala ancha con aditamento de abonado.

El *cultivador de campo* (escarificador) deja más residuos que los aperos de discos, trabaja una gran anchura y a gran velocidad. Permite mantener residuos al final de la preparación del terreno para la siembra. Sus principales problemas es que arrastra los tallos y amontona los residuos duros.

Las *barras escardadoras giratorias* son unas barras de sección cuadrada que son arrastradas perpendicularmente a la dirección de marcha y ligeramente enterrada en el suelo. Su montaje les permite girar y trabajar bajo el residuo, sin afectarlo apenas en un 10%, y controlando las malas hierbas (figura 11).

La tracción varía de 600-1000 N/m (F.M.O., 1976). Sus anchos usuales varían de 2,5 a 4 metros, pudiéndose acoplar con bastidores especiales varias barras.

El giro de las barras se puede impulsar con una transmisión de cadena desde una rueda auxiliar.

## MAQUINARIA PARA LA APLICACION DE HERBICIDAS

El laboreo reducido y, sobre todo, el no laboreo exigen un control químico de las malas hierbas. El mayor uso de herbicidas obliga a que la aplicación sea lo más precisa posible, eliminando cualquier riesgo de contaminación ambiental. No sólo es importante elegir el producto adecuado, sino que hay que mejorar la técnica de aplicación. La tendencia actual es a reducir el volumen mejorando la precisión.

Actualmente la pulverización hidráulica de líquidos es la técnica más empleada. La mejora en las boquillas permite el uso de volúmenes inferiores a los 100 l/ha. El caudal debe ser proporcional al avance y se están imponiendo los sistemas electrónicos para regular la dosificación.



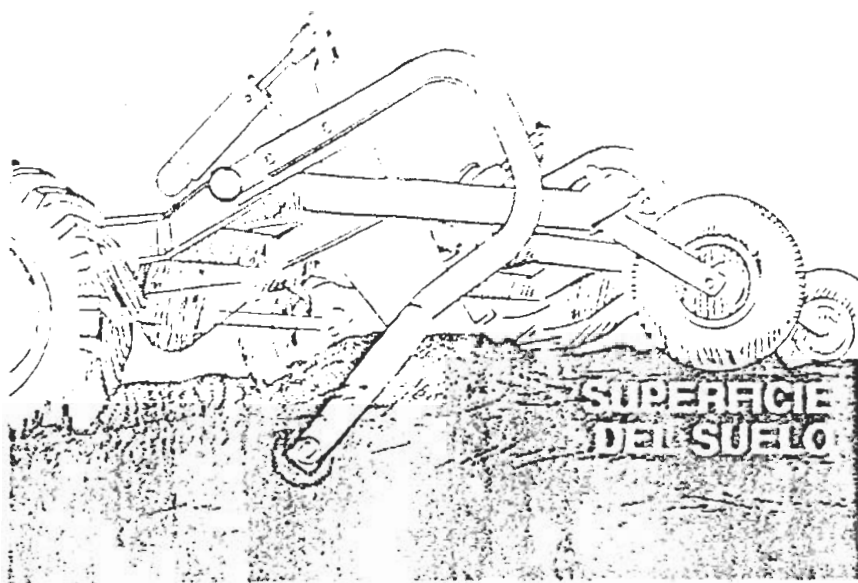


FIGURA 11. Barra escardadora giratoria.

La estabilidad lateral de las barras portaboquillas es otro aspecto clave (Márquez, 1990).

La ayuda de flujos de aire permite utilizar pulverización más fina evitando la deriva, con reducciones a la mitad de los l/ha y a la décima parte de la deriva.

### **SEMBRADORAS PARA LABOREO DE CONSERVACION**

El laboreo de conservación y la siembra directa requieren el uso de máquinas de siembra capaces de trabajar en condiciones difíciles, con abundantes residuos.

Han de ser capaces de penetrar a través de ellos y operar en diversas condiciones de suelo, según Phillips (1986) han de reunir las siguientes características:

- 1) Peso suficiente para atravesar al manto de cobertura y penetrar en el suelo.
- 2) Capaces de abrir un surco lo suficientemente ancho y profundo como para albergar adecuadamente una semilla.
- 3) Que sea posible regular la dosificación y el espaciamiento de semillas de distinto tamaño.
- 4) Cubrir adecuadamente la semilla.
- 5) Poder variar su configuración y aceptar la inclusión de elementos de abonado y tratamientos.

Generalmente incluyen componentes separados para cortar el suelo y los residuos, control de la profundidad, apertura de surco y posterior cubrición de la semilla.

En la figura 12 se ve un ejemplo de la secuencia de elementos de una sembradora de conservación con las diversas posibilidades de control de la profundidad.

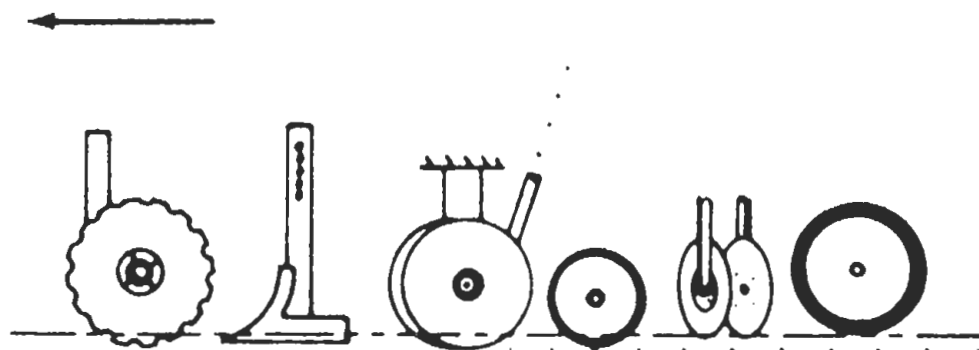


FIGURA 12. Elementos de una sembradora de siembra directa; (\*) posibilidades de control de la profundidad.

Morrison et al. (1988) han realizado una evaluación de los posibles elementos para: cortar el residuo y suelo, preparar el surco, apertura del suelo para depositar la semilla, compactar el suelo, cubrir la semilla, controlar la profundidad y realizar una última cubrición y compactación para asegurar el contacto suelo-semilla y facilitar su germinación.

La presencia de residuos vegetales en grandes cantidades delante de los elementos de la sembradora compromete su funcionamiento y la regularidad de distribución y localización de semillas (Hernán, 1990). Los discos son los elementos que mejor se comportan, pues permiten el corte del residuo y del suelo sin grandes problemas de atascos. Los hay lisos, escotados, estriados, acanalados u ondulados y accionados, en algunos casos también se utilizan elementos accionados tipo roto-cultor (figura 13).

El tamaño del disco es un factor decisivo a la hora de establecer su capacidad como elemento abresurcos. Kushwaha (1986) señala un tamaño de 460 mm como el óptimo, discos de 360 mm y 660 mm no resultaron tan satisfactorios. Su efectividad depende del residuo y del estado del suelo, caracterizando a éste por su humedad e índice de cono.

En situaciones extremas de presencia de residuos se puede pensar en la posibilidad de quitar los residuos de las bandas de siembra. Esto es especialmente factible en cultivos en línea. Nelson y Shinner (1989) han desarrollado un sistema de eliminación de residuos de tipo rotativo, semejante a un rastrillo henificador de dientes oscilantes, que es accionado por motores hidráulicos en serie conectados a las tomas remotas del tractor. Con ello se evitan muchos problemas de penetración y atascos, al remover un 70% de la cubierta vegetal del área de siembra sin tocar el suelo, gracias a un sistema de control de la profundidad basado en una rueda de apoyo y un mecanismo de 4 barras articuladas. Dada la poca potencia de accionamiento, ésta se puede hacer desde una rueda de siembra.

En la figura 14, se recogen algunas de las posibilidades de preparación del surco. La profundidad requerida de siembra se logra con elementos que abran el

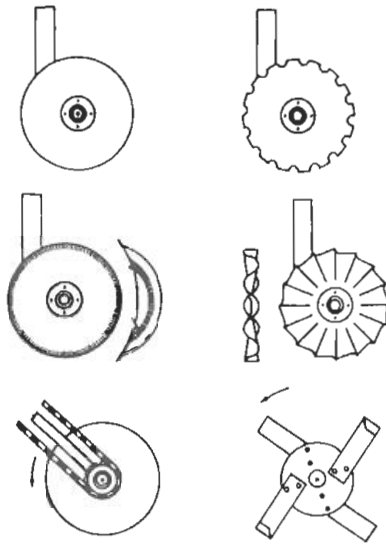


FIGURA 13. Algunas opciones para cortar los residuos y el suelo (Morrison, 1988).

surco y penetren en el suelo lo suficiente. En este caso, los elementos tipo reja pueden ser más convenientes, pues necesitan menos peso que los de disco, lo que facilita el desarrollo de máquinas con enganche a los tres puntos del tractor.

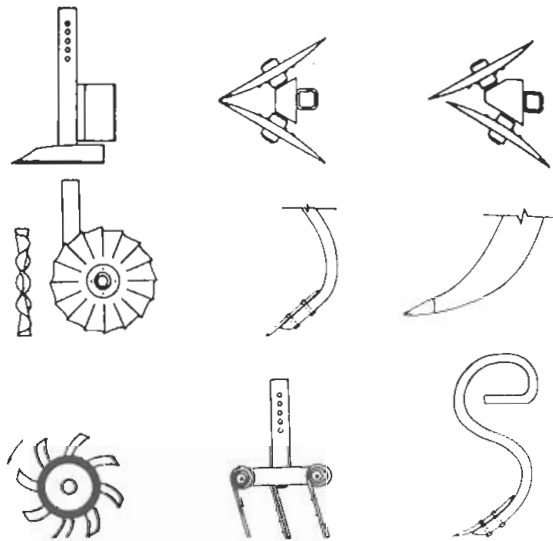


FIGURA 14. Posibilidades de preparación del surco (Morrison, 1988).

Las sembradoras en líneas para conservación del suelo se pueden clasificar en dos grandes grupos:

a) En líneas separadas, con distancias de 60 cm, que permiten el tránsito entre las hileras. Los elementos de contacto con el suelo operan independientemente en cada línea y la acumulación de residuos y bloqueo de los elementos de corte se puede evitar debido a la distancia existente entre líneas.

b) En líneas poco separadas (19-50 cm), en estos casos las hileras se agrupan de modo que dejen espacio para el paso de ruedas. La acumulación de residuos y bloqueo entre líneas puede llegar a ser un grave problema.

Generalmente estas máquinas proceden de la adaptación de máquinas para siembra convencional como es el caso de la sembradora de Talleres Fuentes (figura 15) de tipo disco-reja y que se adapta fácilmente a la siembra convencional.



FIGURA 15. Ensayo de siembra directa en Tomejil con la sembradora de Talleres Fuentes.

En la figura 16 se puede ver la sembradora Buffalo, con todos sus elementos, salvo los aditamentos para abonado y tratamientos.

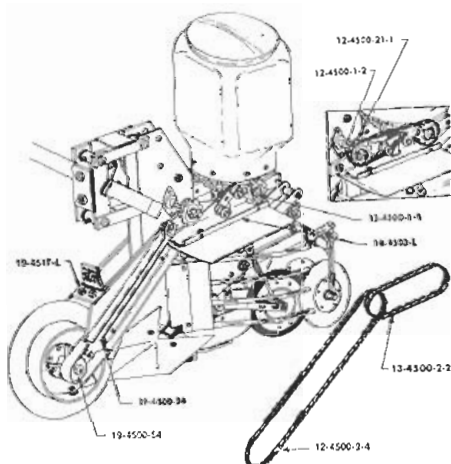


FIGURA 16. Sembradora de siembra directa en líneas Buffalo (Documentación Buffalo).

En la figura 17, se muestra la sembradora Gaspardo de triple disco (Ekponon, 1980).

Morrison (1988) establece tres tipos de sembradoras a chorrillo para siembra directa:

a) De discos. Usan discos simples o dobles para abrir los surcos y ruedan de presión para facilitar el contacto suelo-semilla. No siempre se consiguen densidades y profundidades de siembra uniformes. Sus principales limitaciones se producen con elevadas densidades de residuos y generalmente se usan para siembra de semillas o granos pequeños. Una sembradora Massey-Ferguson de triple disco abridor, con mecanismo de cuatro barras regulador de la profundidad se muestra en la figura 18.

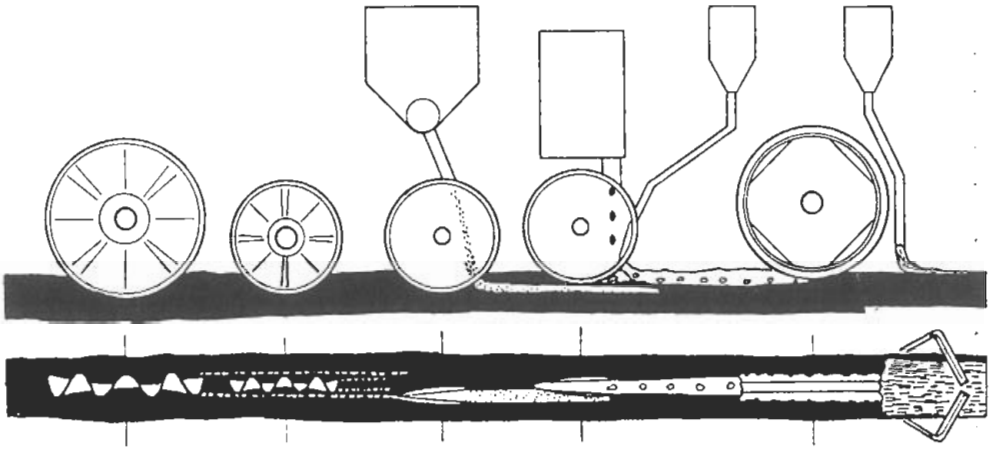


FIGURA 17. Sembradora Gaspardo de disco triple.

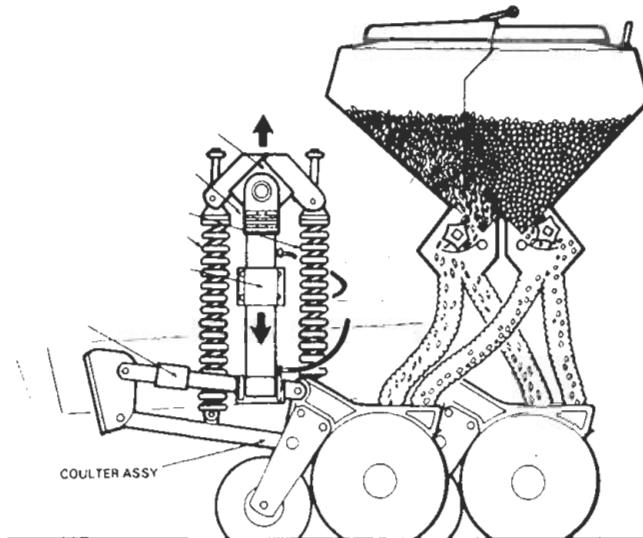


FIGURA 18. Sembradora directa de triple disco (Culpin, 1986).

b) De reja que se usan en clima seco cuando la profundidad de siembra es de unos 7,5 cm. La reja abre el surco, deja la semilla y posteriormente se cubre con tierra. Una rueda de presión asegura el contacto de la semilla con la tierra. Con este tipo de sembradoras puede haber problemas de atascos, por lo que es conveniente disponer las rejas de modo que permitan su circulación.

c) Tipo neumático. Consisten en dos máquinas trabajando en tanden, la primera en un elemento de labranza tipo cincel, cultivador, o grada de disco, y el segundo una sembradora con elementos de distribución neumático.

En Europa se han desarrollado sembradoras con sistemas accionados de trabajo del suelo como las mostradas en las figuras 3 y 4.

El desarrollo de las máquinas de siembra para laboreo de conservación ha experimentado un agran auge en algunos países como Australia y Estados Unidos, llegando a proponerse sistemas expertos para la selección de estas máquinas (Morrison, 1989).

En nuestro país no disponemos de la experiencia suficiente al respecto, pero existen distintos grupos de trabajo que están realizando ensayos de siembra directa en líneas y a chorrillo, lo que permitirá poder elegir las máquinas más adecuadas.

## CONCLUSIONES

El laboreo de conservación, o manejo del suelo manteniendo un mínimo de un 30% de los residuos vegetales sobre el mismo hacia la implantación del cultivo siguiente, es técnicamente posible con los medios mecánicos actualmente existentes. La experiencia al respecto señala que no hay pérdidas económicas con su implantación y que se obtienen ventajas al disponer de una mejor oportunidad para la realización de los trabajos.

Los dos sistemas posibles son siembra directa (no laboreo) y laboreo respetando en lo posible los residuos, lo que implica evitar los aperos que voltean y reducir al máximo el trabajo mecánico (laboreo reducido).

El laboreo de conservación exige un mayor empleo de herbicidas para controlar las malas hierbas, lo que obliga al empleo de una tecnología que ofrezca un máximo de precisión y un mínimo riesgo de contaminación ambiental.

La siembra de cultivos en líneas como el girasol está prácticamente resuelta con el empleo de máquinas convencionales convenientemente adaptadas, lo que puede ser abordado por los fabricantes con relativa facilidad. Mayor dificultad presenta la siembra a chorrillo por el mayor coste de los equipos disponibles.

La intensificación de experiencias y ensayos sobre técnicas de laboreo y siembra, en las condiciones de la campiña andaluza, como las que se vienen desarrollando desde hace algunos años, son requisito ineludible si queremos que las posibilidades que abren estos sistemas de manejo del suelo prosperen y permitan una mejor conservación de nuestros suelos.

## BIBLIOGRAFIA

Allen, R.R. y C.R. Fenster, 1986. Stubble-mulch equipment for soil and water conservation. *Journal of Soil and Water Conservation*, 41(1):11-16.

Arnal, 1989. Siembra directa. Navarra Agraria.

- Butterworth, B. 1980. Direct drilling: A technical roundup from overseas. *Agricultural Engineering*, 61(1):30-32.
- Cubero, 1988. Desarrollo de un equipo de toma de datos para la valoración de la eficiencia de operación de tractores trabajando en campo. Tesis Doctoral, Universidad de Córdoba.
- Culpin, C. 1981. *Farm machinery*. Ed. Granada, Londres.
- Destraux y Oestges, 1979. *La mechanization des travaux agricoles*. Presses Agronomiques de Gembloux.
- Ekponon, J. 1980. Matériels presentes au 51 SIMA pour la «culture minimum». B.I. CNEEMA, n° 275, pp. 49-54.
- F.M.O., 1976. *Cultivo*. John Deere Service Publications. Moline, Illinois.
- Giráldez, J.V. y González, P., 1990. Siembra directa de cereales en la campiña andaluza. IV Symposium Nacional de Agroquímicas, Sevilla.
- Hernán, J.L., 1990. Siembra directa, aspectos tecnológicos y económicos. Seminario sobre Laboreo de Conservación en la Agricultura de los Países Desarrollados, E.T.S.I.A., Madrid.
- Hunt, D. 1977. *Farm power and machinery management*. Iowa State University Press.
- Illanes, R. 1990. Determinación y análisis de las fuerzas ejercidas sobre el tractor por los aperos de labranza. Tesis Doctoral, Universidad de Córdoba.
- Khalilian et al. 1988. Energy for conservation tillage in coastal plain soils. *Transactions of the ASAE*, 31(5):1333-1337.
- Koeller, K., 1989. Machinery requirements and possible energy saving by reduced tillage. Report EUR 11258, *Energy Saving by Reduced Tillage*, pp. 7-16.
- Kushwaha et al., 1986. Soil bin evaluation of disc coulters under no-till crop residue conditions. *Transactions of the ASAE*, 29(1):40-44.
- López Giménez, F.J., 1989. Necesidades de energía en las labores. Ponencia al XXI Congreso Internacional de Mecanización Agraria, Zaragoza.
- Márquez, L. 1990. Nuevas técnicas de aplicación terrestres. IV Symposium Nacional de Agroquímicos, Sevilla.
- Morrison, J.E. et al, 1988. Conservation planter, drill and air-type seeder selection guideline. *Applied Engineering in Agriculture*, 4(4):300-309.
- Nelson, N.S. y Shinnors, K.J., 1989. Performance of rake mechanisms for creating residue-free seed land. *Transactions of the ASAE*, 32(4):1131-1137.
- Ortiz-Cañavete, J.L. y Herranz, J.L., 1988. *Técnica de la mecanización agraria*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- Parson et al, 1984. Equipment wheel spacing for ridge-planted crops. *Agricultural Engineering*, 65(4):10-14.
- Pellizi, 1981. *Mecánica agraria*. Ed. Edagricole, Bolonia.
- Phillips, S.H., 1986. *Agricultura sin laboreo*. Ed. Bellaterra.
- Ragavan et al, 1977. Effect of wheel slip on soil compactation. *J. Agric. Engng. Res.*, 22:79-83.

- Rotz y Black, 1986. Machinery requirement and cost comparation across tillage systems. A system approach to conservation tillage. Lewis Publishers Inc., Michigan, Cap. 16.
- Sánchez-Girón et al, 1986. Balance energético de distintos sistemas de laboreo en el cultivo de cereales. XVIII CIMA, Zaragoza.
- Smith y Williford, 1988. Power requierement of conveltional, triplex and parabolic subsoilers. Transactions of the ASAE, 31(6):1685-1688.
- Sprague, 1986. No tillage and surface tillage agriculture. Overview. Ed. John Wiley, pp. 1-19.
- Wu, Z. et al, 1986. Machine with for time and fuel efficiency. Transactions of the ASAE, 29(6):1508-1513.





**VIII**  
**REPERCUSION DE LAS NUEVAS**  
**TECNICAS DE LABOREO DE**  
**CONSERVACION**

**JOSE LUIS HERNANZ MARTOS (\*)**

(\*) E.T.S. de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid



# REPERCUSION DE LAS NUEVAS TECNICAS DE LABOREO DE CONSERVACION EN LOS COSTES DE PRODUCCION

J.L. Hernanz  
ETSIA (Madrid)

## 1. INTRODUCCION

En el presente trabajo se trata de dar una visión de la incidencia de los factores de producción en los costes de diferentes sistemas de laboreo de conservación, en relación a las técnicas tradicionales.

Es sabido que tanto los suelos como la climatología, así como el grado de mecanización para los distintos cultivos, que en nuestro país se desarrollan con las técnicas conservacionistas, son diferentes de un lugar a otro. Ello da lugar a un abanico de posibilidades muy amplio, por lo que los resultados que en estas líneas se van a exponer corresponden a las características de la zona Centro, donde se recogen las experiencias de estos últimos años.

La comparación económica por lo tanto debe hacerse bajo las mismas circunstancias, modificándose naturalmente las labores que corresponden a cada uno de los sistemas.

En el balance económico se han tomado los precios medios de los materiales fungibles, utilizados en cada una de las experiencias, cuyas diferencias de coste de una zona a otra, y de un distribuidor a otro, son inferiores a las que se presentan cuando tenemos que establecer el coste de utilización de los equipos mecánicos.

A este respecto, como todos sabemos, existe una diversidad de precios de los tractores, para una misma potencia, la cual depende de, si es nacional o importado, si es de simple o doble tracción, y no menos del número de horas de utilización anual. Asimismo depende también del número de años que viene trabajando.

Lo mismo podemos decir del resto de los equipos, tales como arados, gra-

das, sembradoras, etc... Las variaciones existentes al respecto, de un modelo a otro, pueden alcanzar hasta un 40% en el precio de compra.

De todo esto se deduce que la mejor forma de realizar un análisis exacto, sería particularizando para cada una de las situaciones concretas donde se comparan los diferentes sistemas.

En nuestro caso vamos a centrarnos, en dos de los tres ensayos que se vienen efectuando en los últimos años. Los equipos mecánicos sobre los que se establece el coste de utilización son los realmente utilizados, donde para cada operación se ha podido medir el consumo neto de combustible. Por otro lado las cantidades de fertilizante, así como las dosis de siembra y los productos fitosanitarios empleados son las que habitualmente se aplican en la zona, en igual cantidad y fecha para todos los tratamientos.

## 2. COSTES DE UTILIZACION

En la Tabla n.º 1 se presentan los costes de utilización de cada una de las operaciones mecánicas, donde se incluyen naturalmente los correspondientes a cada uno de los tractores, 40 y 70 kW.

Tabla n.º 1  
Costes estimados de cada operación (pta/ha)

Labor	Coste	Labor	Coste
Arada	8.243 (pta/ha)	Picadora en cobertura total	7.300 (pta/ha)
Chisel	2.680 »	Abonado	520 »
Gradeo	3.140 »	Tratamiento Fitosanitario	400 »
Pase de cultivador	2.680 »	Cosechadora de cereal	5.000 »
Siembra Convencional	2.100 »	Siega	2.815 »
Siembra Directa	3.465 »	Hilerado	1.323 »
		Empacado	2.408 »

## 3. PRECIOS ESTIMADOS DE LOS PRODUCTOS FUNGIBLES, Y DE VENTA

En la Tabla n.º 2 tenemos los precios de los productos fungibles utilizados en los ensayos.

Tabla n.º 2  
Precios de los materiales fungibles y de venta.

Semillas		Fertilizante	
Cebada (Barbarrosa)	68 pta/kg	Nitrosulfato Amónico	25 pta/kg
Trigo (Talento)	80 »	Complejo (8-24-8)	35 »
Veza Sativa	58 »		

Fitosanitarios		P. de venta	
Glifosato (36%)	2200 pta/l	Trigo de invierno	24 pta/kg
Paraquat	1300 »	Cebada caballar	20 »
Ioxinil + MCPP	1900 »	Heno de veza	15 »

#### 4. RESULTADOS DEL PRIMER ENSAYO. ALTERNATIVA CEREAL-LEGUMINOSA.

El primero de los ensayos corresponde a una alternativa Cereal (Trigo)-Leguminosa (Veza). Este ensayo pretende comparar tres sistemas diferentes de laboreo que son los siguientes:

T<sub>1</sub>.—Laboreo convencional. En el se dan las labores correspondientes de la zona, es decir, labor profunda de arado a 30 cm, seguida de una labor de preparación del lecho de siembra, aunque hay años donde se da una labor previa de enterrado de rastrojo con grada de discos.

T<sub>2</sub>.—Laboreo mínimo. La diferencia con el sistema anterior estriba en que se sustituye la labor de alzar por un pase de chisel, o de cultivador. También se realizan labores previas de enterrado de rastrojo.

T<sub>3</sub>.—Siembra directa. Antes de efectuarla se efectúa una aplicación de herbicida, y cuando el caso lo requiere se pican los restos de materia vegetal con una picadora de mayales, sobre toda la superficie de la parcela.

Las cantidades de productos fungibles en dicho ensayo se describen en la Tabla 3.

Tabla 3

Cantidades de productos fungibles utilizados en el ensayo (Cereal-leguminosa)

Factor de Producción	Campaña								
	1985-86			1986-87			1987-88		
Semillas:									
Trigo (kg/ha)	160			—			160		
Veza (kg/ha)	—			90			—		
Fertilizantes									
De fondo:									
(8-24-8) (kg/ha)	250			200			350		
De cobertera:									
Nitrosulfato Am (kg/ha)	200			—			200		
Fitosanitarios:									
Glifosato (l/ha)	—			2			—		
Paraquat (l/ha)	4			—			5		
Ioxinil + MCPP (l/ha)	—			—			3		
Combustible:									
L. Específicos (l/ha)	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
L. Comunes (l/ha)	40,3;	22,5;	8,3	34,3;	21,5;	5,9	62,8;	28,0;	25,2
	15,8;	15,8;	15,8	13,2;	13,2;	13,2	16,6;	16,6;	16,6

Los costes de producción podemos observarlos en el Gráfico n.º 1, donde se distinguen los costes específicos de los comunes, y donde no se incluyen los correspondientes al transporte de la respectivas cosechas. Las producciones y beneficios relativos se pueden ver en la figura 2.

De los resultados expuestos pueden deducirse los siguientes aspectos:

1.—En los tres años del ensayo, en todos los casos las técnicas de laboreo de conservación han resultado entre un 10 a un 20% menos costosas que las labores convencionales. Incluso el último año, teniendo en cuenta que en tratamiento T<sub>3</sub> hubo que realizar un picado de residuos sobre toda la superficie.

2.—En relación a las diferentes partidas, los materiales fungibles suponen entre el 50 y 80% de los gastos, mientras que el resto es el coste de utilización de la maquinaria. Comparativamente entre tratamientos, la incidencia de la mecanización es un 50% en las labores convencionales frente al 20% en la siembra directa. Por lo que al consumo de combustible se refiere, su incidencia en los gastos totales no pasa del 9% en los sistemas de laboreo profundo, frente a partidas de mucha más importancia como son los fertilizantes y semillas.

3.—En todos los años las producciones obtenidas en siembra directa han resultado superiores al resto de los tratamientos aunque significativamente solamente la campaña 1987-88. Al aumentar producciones y reducirse los costes los beneficios relativos han sido también significativamente superiores para dicho tratamiento.

4.—Por lo que a los tiempos netos invertidos por hectárea se refiere, respecto del laboreo convencional la reducción ha sido entre el 35 y 50%, para el laboreo mínimo, y entre el 70 y 80% para la siembra directa.

## 5. RESULTADOS DEL ENSAYO DE MONOCULTIVO DE CEBADA DE INVIERNO

El segundo de los ensayos corresponde a un monocultivo de cebada de invierno, según los siguientes tratamientos:

T<sub>1</sub>.—Laboreo convencional.

T<sub>2</sub>.—Laboreo mínimo.

T<sub>3</sub>.—Siembra directa sobre paja quemada.

T<sub>4</sub>.—Siembra directa sobre paja picada en toda la superficie.

T<sub>5</sub>.—Siembra directa sobre rastrojo y paja. En la actualidad este tratamiento lleva nueve años sin haber sido labrado.

Las cantidades de productos fungibles utilizados apenas difieren de un año a otro. Los resultados corresponden a las campañas 1987-88 y 1988-89.

Tabla n.º 4

Cantidades de materiales fungibles utilizados en las campañas 1987-88 y 1988-89

Semillas		Fitosanitarios	
Cebada de invierno (Barbarrosa)	180 pta/kg	En siembra directa: Glifosato	2 l/ha

Fertilizantes:

De fondo (8-24-8)	400 kg/ha	En todos los tratamientos:			
De cobertera (Nitrosulfato amónico)	200 kg/ha	loxinil + MCPP			
		3 l/ha			
Combustibles	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
L. Especificas	32,9	21,0	8,3	27,6	8,3
L. Comunes	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8

Los resultados de los costes de producción, producciones, beneficios relativos, y tiempos netos invertidos por hectárea, se recogen en las figuras 3 y 4.

De dichos resultados son de destacar los siguientes aspectos:

1.—Los tratamientos de siembra directa T<sub>3</sub> y T<sub>5</sub> junto con el de laboreo mínimo TT<sub>2</sub>, suponen un ahorro aproximado del 10% en comparación con el laboreo convencional T<sub>1</sub>. Referente al tratamiento T<sub>4</sub>, los costes se igualan prácticamente, al incrementarse por tener que aplicar una labor de picado de paja.

2.—Al igual que en la anterior experiencia los costes de los materiales fungibles superan el 65% del total. La incidencia del coste de combustible, en todos los casos, no supera el 6%.

3.—En relación a las producciones, durante la campaña 1987-88, el tratamiento de laboreo convencional superó al resto de los tratamientos de laboreo de conservación. Ello confirma que en los años de elevada pluviometría, como fue el caso de dicha campaña, donde se superaron los 600 mm a lo largo del período vegetativo, los sistemas convencionales producen más que los de conservación.

En la campaña 1988-89 puede decirse que no hubo diferencias significativas entre tratamientos.

4.—Referente a los beneficios relativos, en la primera campaña los sistemas de laboreo convencional y mínimo, tuvieron un beneficio superior a los de siembra directa. Lo contrario ocurrió la campaña siguiente a excepción del tratamiento T<sub>4</sub>.

5.—Por lo que al tiempo invertido por hectárea se refiere, la reducción habida en el tratamiento de mínimo laboreo fue alrededor del 35%, respecto del convencional, y aproximadamente el 60% los de siembra directa a excepción del T<sub>4</sub>.

## 6. NECESIDAD DE REDUCIR AUN MAS LOS COSTES DE PRODUCCION

El estancamiento de los precios agrícolas y el progresivo aumento de los costes de producción, hacen que se deba incidir sobre este último aspecto para lograr el mantenimiento de la rentabilidad de nuestras explotaciones.

Hemos visto cómo las técnicas de siembra directa en cultivos cerealistas, responden a este objetivo, pero creo que aún se pueden reducir costes si centramos la lucha en dos frentes concretos.

En primer lugar las máquinas sembradoras, ya sea a chorillo o en líneas, resultan muy costosas exigiendo un mínimo de 250 a 300 h/año para ser rentables. Basta decir que las primeras tienen un valor próximo al millón de pesetas, por metro de ancho.



La experiencia recogida durante diez años de ensayos nos induce a pensar que se puede reducir notablemente el peso de las máquinas *sembradoras a chorillo*.

En primer lugar hay que buscar la polivalencia de modo que mediante mínimos ajustes, estas puedan adaptarse a todo tipo de condiciones del suelo.

Al reducirse peso es posible que vayan suspendidas al enganche tripuntal del tractor, con lo cual se pueden manejar mejor, no necesitan de toma hidráulica para el accionamiento de las ruedas de transporte, y se reducen notablemente los tiempos muertos.

En otro orden de cosas hay que limitarse, a que la apertura de los surcos sea efectuada únicamente por los elementos sembradores, evitando la utilización de discos cortadores que roban peso a los de siembra y su labor no resulta eficaz.

Una solución a probar es el montaje de rejas estrechas dispuestas en tres filas, con separación entre ellas dentro de la misma fila, no inferior a 50 cm. a fin de que no se produzcan atascos o embozamientos.

Importante también resulta al cierre y comprensión de las semillas donde rodillos independientes pueden realizar bien esta función.

Respecto de las *sembradoras monograno*, la adaptación de una máquina convencional puede llevarse a cabo más fácilmente que en el caso anterior. Una solución puede ser la disposición de un chasis con dos barras soporte, la primera para los elementos abridores, disco ondulado, o disco y reja, mientras que el segundo monta los cuerpos de siembra. En mi opinión, para nuestras condiciones creo que resultaría más satisfactorio un conjunto disco reja que creará un surco limpio de 8 ó 10 cm de profundidad que sirviera de guía a la reja del cuerpo de siembra.

Para lograr estos objetivos sería bueno contar con una actitud favorable de nuestros fabricantes, a fin de que mediante subvenciones oficiales puedan encarar el desarrollo de prototipos con el mínimo de alteración de sus cadenas de producción. Esto hoy por hoy se encuentra lejos de poder ser.

El segundo frente a que nos referimos se centra en la correcta utilización de los *productos fungibles*, así como en las cantidades exactas a aplicar.

Como podemos leer en la Bibliografía al respecto es práctica frecuente incrementar un 10% las dosis de semilla, cuando se trata de la siembra directa. Pues bien para una dosis de 160 kg/ha de cebada en laboreo convencional, supone 176 kg/ha en siembra directa. La diferencia entre ambas es equivalente, en términos monetarios, a 16 l. de gasoil, de modo que casi lo comido por lo servido.

Referente al fertilizante hemos de decir que 1 litro de gasoil equivale a 2 kg de fertilizante, por lo cual toda reducción, en este sentido, también es importante. Sería necesario conocer también las dosis óptimas para cada suelo y cultivo, que según la bibliografía no coinciden, en detrimento de la siembra directa.

No digamos nada con los fitosanitarios, con el coste de la dosis de producto comercial de un herbicida de presembrado, se puede comprar el gasoil para preparar de sobra el terreno con labranza convencional.

En definitiva, queda en nuestro país muchos aspectos por aclarar en los que sólo el tiempo irá desvelando, pero lo que sí debemos tener claro todos es que tenemos que seguir luchando para que nuestros suelos dejen un día de ser productivos y con ello nuestra Agricultura.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- Allen, H., (1981). «Direct drilling and Reduced Cultivations». Ed. Farming Press.
- Arnal Atarés, P.; (1989). «Siembra directa», Navarra Agraria.
- Aubineau, M.; Billot, J.F. (1980). «Le semis direct: Itinéraires techniques» CNEEMA, BI n.º 265 Febrero.
- Barthelemy, P., (1989). Boisgontier D., Lajoux P., «Choisir les outils de travail du sol» Institut Technique des Céréales et des Fourrages» Paris.
- Buckingham, F., (1976). «Fundamentos de funcionamiento de maquinaria. Cultivo». John Deere and Company.
- Choudhary, M.A.; Guo, P.Y. and Baker, C.J., 1985. Seed placement effects on seedling establishment in direct drilled fields. Soil & Tillage Res. 6:79-83.
- Dalleine «Les façons de travail du sol» Ed. CNEEMA.
- Phillips, R.E.; Phillips, S.H. (1984). «Agricultura sin laboreo, Principios y aplicaciones. «Ediciones Bellaterra, S.A.».
- Dyck, F.B. (1982). «Zero-till seeding equipment for research». CSAE paper 82-310, Can. Soc. Agric. Eng.
- Frye, W.W.; Lindwall, C.W. (1986). «Zero-tillage research priorities». Soil and Tillage Research 8: 311-316.
- Hernanz, J.L. (1989). «Comparación de los consumos energéticos y costes de producción en vía alternativa cereal-leguminosa en la zona Centro». 21.<sup>a</sup> Conf. Internacional de Mec. Agraria p. 101-114. Zaragoza.
- Krall, J.L., et al., «No-till drill studies for seeding small grains» ASAE paper 78-1514 ASAE, St-Joseph, Michigan (1979).
- Márquez, L. (1986). «Utilización de maquinaria en los sistemas de laboreo de conservación» I simposium sobre Mínimo Laboreo en Cultivos Herbáceos. Madrid.
- Sánchez-Girón, V. et al (1986). «Balance energético de diferentes sistemas de laboreo en cultivos de cereales». 18 Conf. Int. Mecanización Agraria. Zaragoza pp. 83-93.
- Sánchez-Girón, V. et al (1987). Evaluación económica de las técnicas de laboreo mínimo y laboreo convencional en la producción de cereales». 19. Conf. Int. Mecanización Agraria. Zaragoza pp. 23-31.
- Soane, B.D.; Butson, M.J. and Pidgeon, J.D., 1975. Soil/machine interactions in zero tillage for cereals and raspberries in Scotland. Outlook Agric., Special Number, 18, 221-226.
- Sprague, M.A., (1986), Triplett, G.B. «No-tillage and surface tillage Agriculture. The Tillage Revolution». John - Wiley and Sons.

ALTERNATIVA CEREAL-LEGUMINOSA

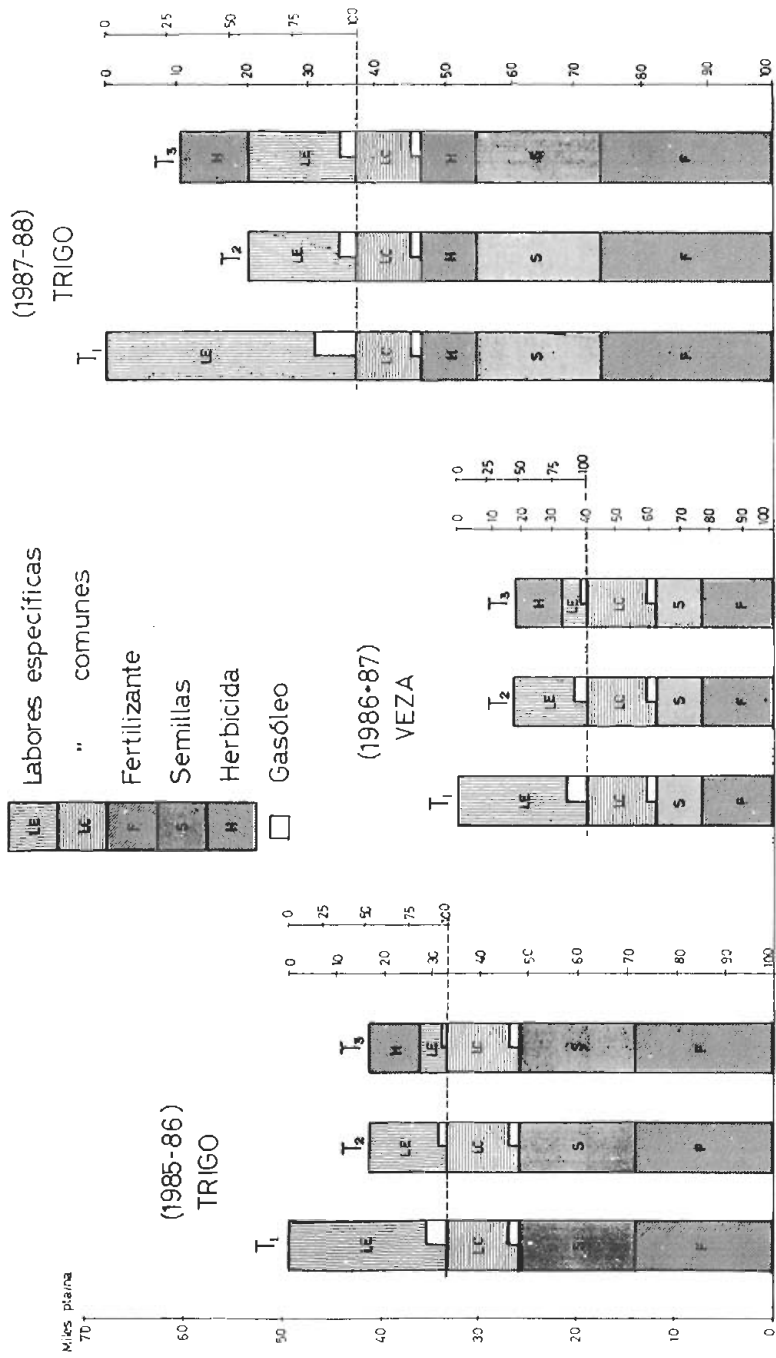


FIGURA 1 COSTES DE PRODUCCION DE CADA SISTEMA

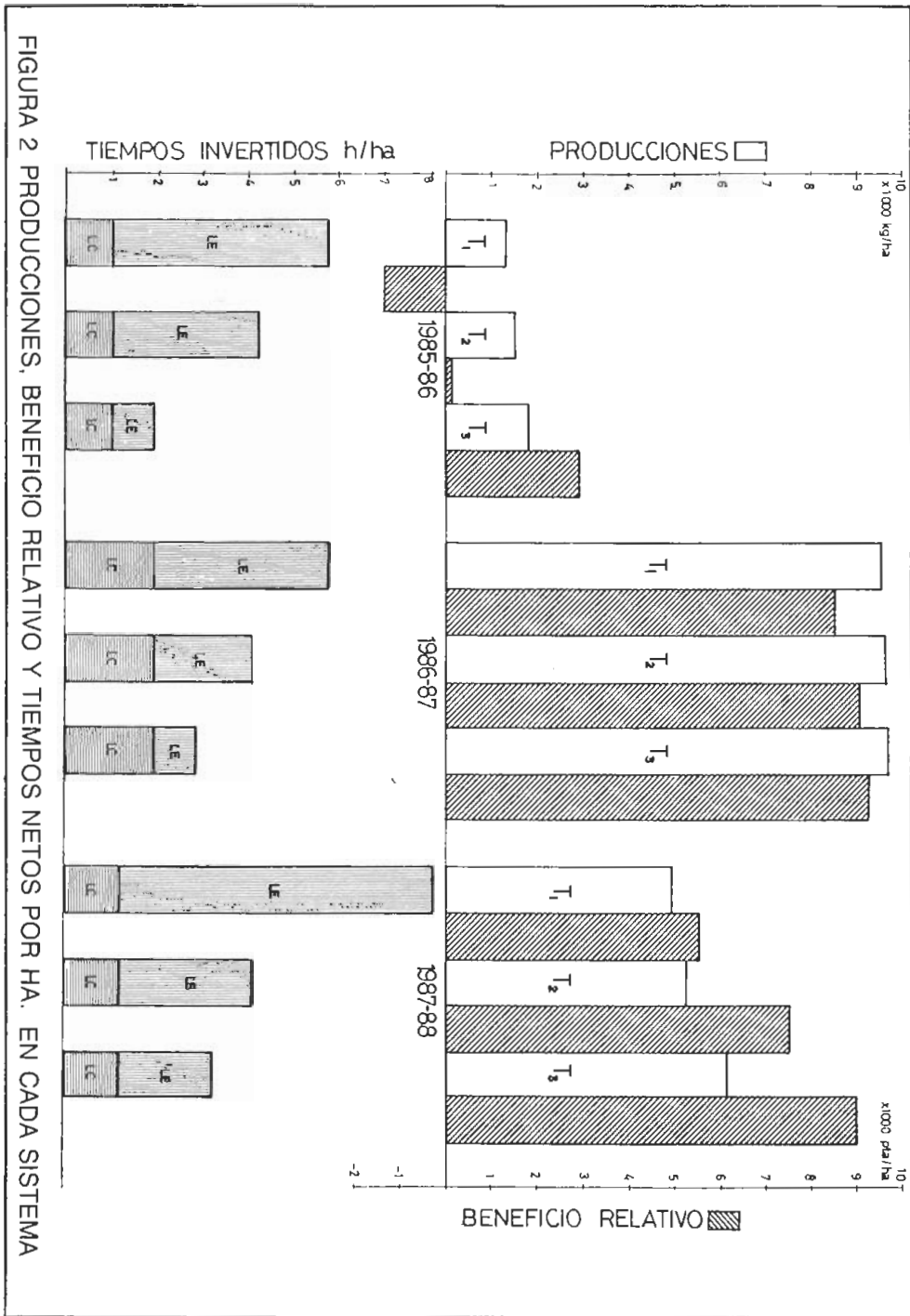
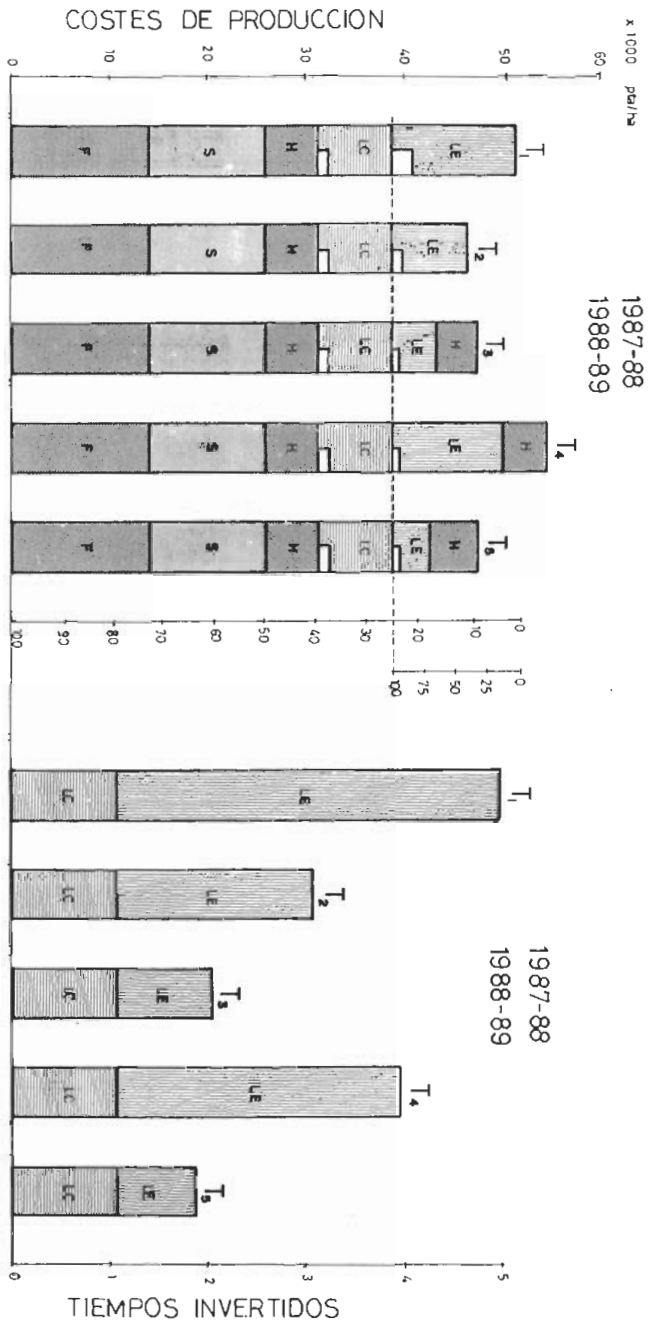


FIGURA 2 PRODUCCIONES, BENEFICIO RELATIVO Y TIEMPOS NETOS POR HA. EN CADA SISTEMA

CEBADA DE INVIERNO



**FIGURA 3**  
**COSTES DE PRODUCCION Y TIEMPOS INVERTIDOS POR HECTAREA EN LOS**  
**DISTINTOS TRATAMIENTOS**

CEBADA DE INVIERNO

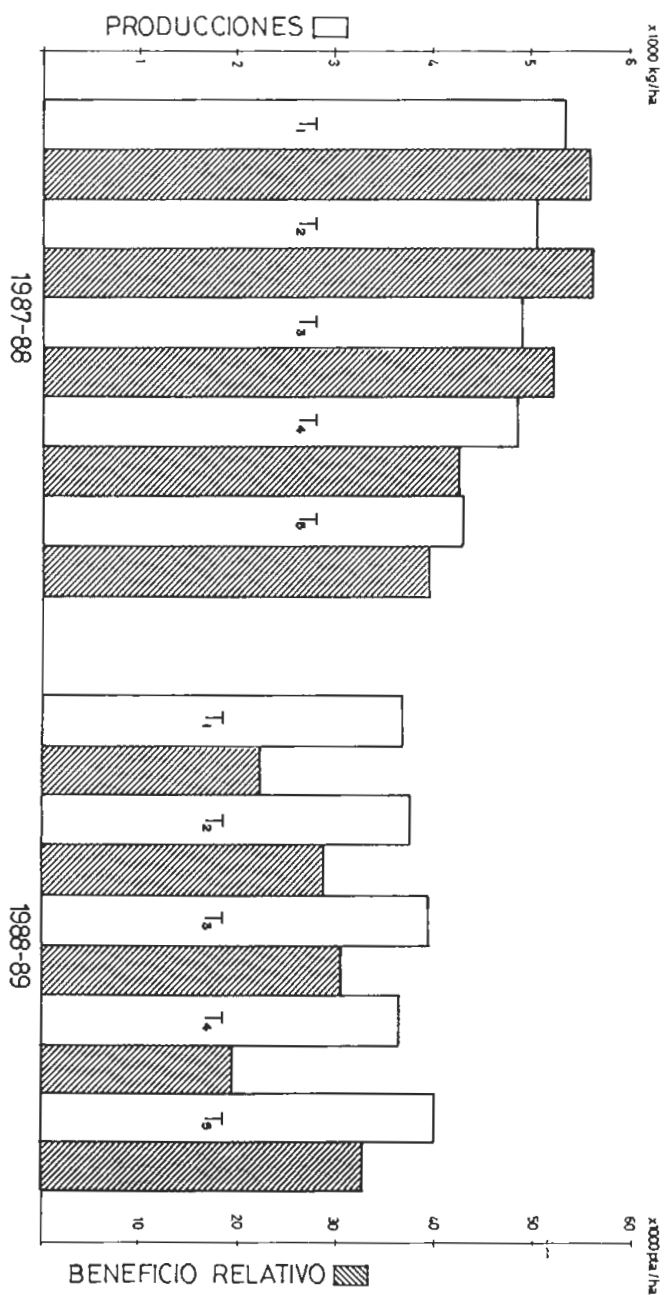


FIGURA 4  
PRODUCCIONES Y BENEFICIO RELATIVO



**IX**

**LA CONSERVACION DEL SUELO Y  
DEL AGUA EN EL CONTEXTO  
ESPAÑOL Y COMUNITARIO**

**JOAN COROMINAS MASIP (\*)**

(\*) Presidente del Instituto Andaluz de Reforma Agraria





## **LA CONSERVACION DEL SUELO Y DEL AGUA EN EL CONTEXTO ESPAÑOL Y COMUNITARIO**

En la diversas Ponencias y Comunicaciones de las Jornadas se ha abordado técnicamente la problemática ligada a la conservación de los recursos naturales de suelo y agua. Pero el enfoque, los esfuerzos puestos en su desarrollo y el avance de las técnicas, siempre van ligados a una valoración ideológica, desarrollada a partir de la conjunción de intereses de los diversos grupos sociales.

Es precisamente en la necesidad perentoria de conservar los recursos naturales, donde se halla uno de los puntos de confluencia de intereses a escala mundial, que ha propiciado un debate ideológico, que se está traduciendo en Declaraciones de Organismos Internacionales, Convenios entre Estados, y más en nuestro ámbito, Directivas de la C.E.E., Leyes del Parlamento español y andaluz.

El enfoque de esta Ponencia se centrará, tras un somero acercamiento a los rasgos que definen los recursos de agua y suelos de Andalucía, en un trayecto histórico a través de la normativa que protege estos recursos, hasta llegar a las reflexiones actuales de la C.E.E. que solicitan a los estados miembros una actuación decidida en la conservación de los recursos naturales.

### **PROBLEMATICA ACTUAL DE LA CONSERVACION DE LOS RECURSOS DE AGUA Y SUELO EN ANDALUCIA**

Hoy día está plenamente aceptado que la actuación del hombre, en un medio ambiente frágil como el andaluz, es la causa de la degradación de los recursos naturales de suelo y agua. Como indicadores de la fragilidad de nuestro medio podemos señalar:

- Condiciones climatológicas de semiáridas a áridas al avanzar hacia la parte oriental de Andalucía.

— Estacionalidad y torrencialidad del régimen hidrológico.

La actividad humana ha ido modificando su entorno, incidiendo en la degradación de los recursos, con efectos crecientes al intensificarse en el último siglo la explotación de los recursos naturales. Fijémonos en la progresiva ocupación del suelo con fines agrícolas: en el siglo XVIII se cultivaba un tercio de la superficie de Andalucía, mientras que en la actualidad alcanza el 47%. La modificación del régimen hídrico de los ríos, con la construcción de embalses, ha introducido profundos cambios en los ecosistemas ripícolas.

El fenómeno de la erosión está muy ligado a la deforestación roturación y a las prácticas de cultivo agrícola llevadas a cabo desde hace muchos siglos. Sin embargo, la mecanización y la tecnificación agraria han contribuido a acelerar la degradación del suelo:

- destrucción de la cubierta vegetal, eliminación de lindes y ribazos.
- laboreo en pendientes excesivas y con técnicas inadecuadas.
- el monocultivo propicia la prolongación de la desnudez del suelo durante períodos muy largos.
- empobrecimiento del suelo (pérdida de materia orgánica y minerales).
- contaminación del suelo y acuíferos por salinización, nitrificación de las aguas y acumulación de pesticidas o residuos de su metabolismo.

En Andalucía es la erosión el problema clave de la conservación del recurso suelo, y con toda probabilidad el mayor factor de degradación medioambiental actual. Mientras se considera admisible una pérdida de suelo de unos 10-12 Tm/ha al año, el 84% de nuestro territorio supera este límite, y el 45% presenta problemas de erosión alta o muy alta, con pérdidas de suelo que superan las 100 Tm/ha y año. La pérdida media de suelo en toda Andalucía se eleva a 63 Tm/ha y año, cifra que sextuplica los niveles correspondientes a suelos bien defendidos de la erosión natural. Por citar otra cifra, se cultivan actualmente 623.000 ha (17% de la superficie agrícola cultivada) de cultivos marginales, de escasa rentabilidad económica y de graves problemas erosivos, y que debe propiciarse su dedicación a pastizales o su reforestación. Los cultivos leñosos, en terrenos de pendiente elevada, y con las técnicas de laboreo utilizadas son una de las causas de más elevada pérdida del suelo; puntualmente se han llegado a medir pérdidas de suelo en olivares de Jaén que superan las 300 Tm/ha. y año. Todos estos procesos erosivos, cuando se producen en un clima árido, se aceleran y conducen a la desertificación, que alcanza a determinados puntos del sureste andaluz.

Los efectos de la erosión no quedan circunscritos a la degradación del recurso suelo, sino que al combinarse con la deficiente regulación hídrica natural, producen otros impactos medioambientales negativos:

- la deficiente cobertura vegetal disminuye la capacidad de retención y almacenamiento de agua por el suelo, aumentando así la escorrentía.
- aumenta el carácter torrencial de nuestros ríos; los sedimentos que transporta la corriente multiplica la fuerza erosiva de las aguas sobre las márgenes de los cauces.
- la sedimentación que se produce en los embases reduce anualmente su capacidad en unos 18 Hm<sup>3</sup>.
- se agravan los problemas de desbordamientos e inundaciones de las zo-

nas bajas y costeras, en las que se implantan núcleos importantes de población, infraestructuras industriales y una agricultura intensiva de regadíos.

La contaminación del agua de nuestros ríos es bastante elevada por los efectos combinados de falta de depuración de los vertidos y el poco caudal de nuestros cauces. Entre las causas de contaminación hay que citar en primer lugar a la agroindustria (almazaras y azucareras principalmente), los vertidos urbanos (buena parte de nuestros pueblos y ciudades no disponen de sistemas completos de depuración de las aguas residuales), y con una importancia cada vez mayor la contaminación difusa de origen agrícola (abonos, pesticidas y ganadería intensiva). Con una trascendencia alta, por la inutilización casi irreversible del recurso, hay que citar la intrusión salina que se produce en acuíferos costeros, y que puede llegar a imposibilitar la agricultura intensiva y el turismo de nuestras costas.

Como conclusión señalaría que en Andalucía contemplamos un panorama preocupante en lo que concierne al estado de conservación de nuestros recursos de agua y suelo, problemas de origen lejano, agrandados por las características de nuestro clima y régimen hidrológico, y que existen un cambio radical en las prácticas de uso y protección de estos recursos, si queremos frenar su proceso degenerativo.

## **LA NORMATIVA ESPAÑOLA Y ANDALUZA DE CONSERVACION DE LOS RECURSOS DE AGUA Y SUELO**

Aunque tradicionalmente ha sido considerada la erosión como un problema grave de pérdida del potencial productivo de los suelos agrícolas, no se ha tenido en cuenta la degradación del recurso agua hasta épocas muy cercanas, en las que, se ha apreciado la contaminación hídrica. No es de extrañar, por tanto, que la legislación española no haya sido ni muy profusa, ni se haya aplicado eficazmente. Sólomente en la última década, y al aire de una nueva concepción de la protección de los recursos naturales que se ha producido a nivel mundial, se ha hecho el esfuerzo de introducir en nuestra legislación los principios conservacionistas.

Citaré las diversas normativas estatales que han incluido elementos de protección y conservación del agua y el suelo, en un breve repaso histórico para comprobar la lenta evolución que se ha ido produciendo:

- Ley de Aguas de 1879 (en vigor hasta 1985):  
Una buena ley en su época, y de larga vigencia, que logró definir y defender el dominio público de las aguas superficiales, pero que no contienen ningún elemento de preservación de la calidad del recurso salvo unas breves referencias en lo relativo a Policía de Aguas.
- Ley sobre Conservación y Mejora de Suelos Agrícolas de 1955: Introduce la posibilidad de imponer Planes de Conservación de Suelos en fincas agrícolas, con fijación de medidas correctoras tales como:
  - Adecuación de labores de cultivo.
  - Implantación de cultivos y rotaciones, que disminuyan las pérdidas de suelo.
  - Obligación de dedicar parte o toda la finca a cultivos arbóreos o praterenses.

- Realización de obras de nivelación, abancalamiento o protección de los terrenos.

Se creó el Servicio de Conservación de Suelos que llevó a cabo una meritoria labor hasta su integración en el I.C.O.N.A. en 1972.

- Ley de Montes de 1957: incluye medidas relacionadas con la conservación de suelos y la restauración hidrológico-forestal.
  - Necesidad de autorización para el cambio de cultivo de forestal a agrícola.
  - Regulación del pastoreo para evitar la degradación de matorrerales y pastizales.
  - Posibilidad de declarar zonas de repoblación obligatoria en cuencas con problemas erosivos graves.
  - Elaboración de proyectos de Restauración Hidrológico-Forestal que pueden afectar a toda clase de terrenos, y que pueden contener medidas de restauración de suelos, corrección de torrentes y ramblas, y fijación de dunas.
- Ley de Agricultura de Montaña de 1982: define los Programas de Promoción y Ordenación de Recursos Agrarios de Montaña, que contendrán, entre otras medidas, las de conservación de los suelos agrícolas y forestales, con el fin de aumentar su capacidad productiva, combatiendo la erosión y los efectos de la torrencialidad.
- Ley de Aguas de 1985: introduce ya principios claros de definición de la unidad del ciclo hidrológico, incluyendo a todas las aguas superficiales y subterráneas en el dominio público hidráulico, y protección del recurso agua en cantidad y calidad.
- Real Decreto Legislativo de Evaluación del Impacto Ambiental (1986): Adapta una Directiva de la C.E.E., fijando los procedimientos administrativos para la autorización de actividades para las que se establezca como preceptivo la Evaluación del Impacto Ambiental. En la actualidad las actividades que precisan la E.I.A. y que afectan a los recursos de agua y suelos son:
  - grandes presas.
  - primeras repoblaciones que impliquen riesgos graves de impacto ecológico negativo.
  - eliminación de la cubierta arbórea o arbustiva en superficies mayores de 100 Has. (actividad añadida por la Ley 4/89).
- Proyecto LUCDEME (Proyecto de lucha contra la desertificación en el Mediterráneo): lleva a cabo estudios sobre riesgos erosivos y propone medidas de protección.
- Ley 4/89 de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y la Fauna Silvestre: instituye los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales, que deberán afectar a todo el territorio Nacional. Sus prescripciones serán vinculantes y prevalentes sobre otras legislaciones en materia de ordenación del territorio, salvo en el suelo calificado como urbano.

Desde que la Junta de Andalucía ha asumido competencias, se ha ido dotando de normativas y planificación para hacer frente al reto de la conservación, y en muchos casos recuperación, de los recursos naturales. Entre ellas cabe destacar:

- Ley 4/84 de Reforma Agraria: en su artículo dos proclama que la Administración Autónoma, a los efectos del cumplimiento de la función social de la propiedad rústica podrá:
  - Fijar criterios objetivos de obtención del mejor aprovechamiento de la tierra y sus recursos.
  - Establecer las medidas para la protección del suelo y la conservación de la naturaleza.
- Ley de Creación de la Agencia del Medio Ambiente (1984): se le encarga a la A.M.A. el estudio e inventario de los recursos naturales renovables y fijar las directrices de conservación y mejora de suelos.
- Planes Especiales de Protección del Medio Físico de todas las provincias andaluzas (1985-1986): fijan las directrices de protección de suelos, aguas y ecosistemas, en aplicación de la Ley de Suelo.
- Estudio Hidrológico de Andalucía (1987): aborda la planificación de los recursos hídricos, con especial énfasis en la preservación del recurso en cantidad y calidad. Propone entre otras medidas:
  - La protección hidrológico-forestal de cuencas y la disminución de los riesgos de avenidas.
  - Fijación de criterios de garantía en el suministro de agua para riego, y el ahorro de agua.
  - Protección de las aguas frente a la contaminación agrícola.
- Ley de Inventario de Espacios Naturales Protegidos (1989): declara numerosos espacios naturales protegidos, en una superficie total de 1.300.000 Has, asegurando que el desarrollo sea compatible con la conservación de los recursos naturales renovables.
- Plan Forestal Andaluz (1989): supone la planificación a largo plazo (60 años) de la conservación y restauración del patrimonio forestal andaluz, pero que contiene, como objetivos que afectan a la conservación del suelo y del agua:
  - la lucha contra la desertificación y la conservación de los recursos hídricos, los suelos y la cubierta vegetal.
  - la adecuada asignación de los usos del suelo, para fines agrícolas o forestales, manteniendo su potencial biológico y la capacidad productiva del mismo.
  - la utilización racional de los recursos naturales renovables.

Esta breve referencia, denota la creciente preocupación de nuestra sociedad en conservar los recursos naturales mediante la planificación de usos, las medidas de protección y la recuperación de los recursos degradados.

## **DIRECTRICES Y NORMATIVA EUROPEA SOBRE CONSERVACION DEL SUELO Y EL AGUA**

Las instituciones europeas han puesto en marcha iniciativas y recomendaciones referidas a la conservación de nuestros recursos naturales, para corregir los deterioros a los mismos que ha ido produciendo el modelo de desarrollo económico de las últimas décadas.

Citaré en primer lugar dos Declaraciones del Consejo de Europa: La Carta

Europea del Agua y la Carta Europea del Suelo. En ambas se definen los principios básicos de valoración y conservación, para que mantengan su capacidad de soporte de vida y uso para las actividades del hombre, de estos recursos naturales.

El Parlamento Europeo, a través de su Comisión de Agricultura, Pesca y Alimentación, aprobó en 1987 un «Informe sobre la erosión de las tierras agrícolas y las zonas inundables de la CEE». En él se analiza el problema de la erosión agrícola constatando que los sistemas agrícolas mecanizados e intensivos propiciados por la política agrícola de la CEE han ayudado a aumentar la erosión, que se hace más patente en las regiones desfavorecidas, cuyo declive económico y social produce el uso inadecuado del suelo, origen de la erosión. Entre las propuestas del documento cabe señalar:

- Se deben promover técnicas de cultivo adecuadas, y tender a la reducción de productos químicos en la agricultura.
- Llama la atención sobre la política de disminución de precios, que no reduce producciones, y sin embargo incita a reducir costes, destruyendo la explotación agrícola tradicional.
- Por consiguiente, propone la necesidad de controlar y limitar las producciones, garantizando precios suficientes para mantener una agricultura familiar eficaz.
- Hay que disminuir la incidencia de las lluvias ácidas sobre los bosques, cuya destrucción aumentará la erosión.
- Señala la necesidad de atender a la solución de los problemas estructurales en los países mediterráneos, creando medidas específicas que mejoren las estructuras productivas, contribuyendo a la solución de los problemas económicos y sociales.
- Considera esencial la participación de todos los interesados: gobiernos, agricultores, ecologistas..., en la presentación de iniciativas de lucha contra la erosión.
- Propone la creación de un Catastro europeo de tierras expuestas a la erosión.
- Invita a la Comisión de la CEE a conciliar las políticas agrícolas y de medio ambiente.
- Reclama de la Comisión CEE la elaboración de un verdadero Programa Europeo de lucha contra la Erosión y la Degradación del Suelo.
- Invita a la Comisión a poner a disposición de los agricultores, que adopten medidas de protección del suelo, importantes recursos financieros y presupuestarios.

Un segundo documento importante y reciente (Sept. 89) ha sido emitido como «Dictamen sobre medio ambiente y agricultura», por el Comité Económico y Social de la CEE. El dictamen parte de las premisas de que la protección del medio ambiente debe tomarse con carácter global, y en este contexto, los agricultores no son los primeros ni los más importantes desestabilizadores del entorno natural. Los agricultores han trabajado tradicionalmente en equilibrio con la naturaleza, de la que dependían, y han desempeñado un papel fundamental en la conservación de los suelos y la naturaleza. Los procesos de despoblación rural y el abandono de tierras presentan graves riesgos ecológicos, que la actividad agraria normalmente previene. El dictamen propone:

- Dado que las actividades agrarias pueden degradar, o por el contrario, contribuir a la protección del entorno, deberán adoptarse las medidas correctas a cada situación concreta.
- Hay que evaluar previamente las repercusiones que tienen las operaciones de adecuación de territorio en el medio ambiente.
- Es imprescindible limitar los efectos negativos del empleo de productos fitosanitarios.
- Hay que tender a la reducción de la excesiva, e inútil, utilización de abonos minerales.
- Debe controlarse la concentración de instalaciones de ganadería industrial.
- Es urgente la lucha contra la desertificación, debiendo promoverse actividades económicas adaptadas a las zonas rurales desfavorecidas.
- Los agricultores deben estar asociados a las políticas de protección del entorno.
- Hay que proteger las zonas sensibles, por cercanía a espacios naturales protegidos, para que las limitaciones a las prácticas agrícolas no perjudiquen la economía de los agricultores y de las zonas rurales.
- Debe ampliarse la noción de contrato entre agricultores y la colectividad para la conservación del entorno.

En la misma línea de considerar al agricultor como un elemento importante en la conservación del medio y el espacio rural, se pronuncia otro «Dictamen sobre el futuro del medio rural», elaborado por el mismo Comité Económico y Social de la CEE, en septiembre de 1989. En el análisis de la situación actual, se señala que el mundo rural cumple una multiplicidad de funciones imprescindibles para la actividad económica de sus habitantes y para la sociedad en su conjunto. En los últimos 30 años se están produciendo grandes y profundas transformaciones en el mundo rural que hacen imprescindibles buscar un papel de futuro para el mismo, señalando el dictamen, que debe representar un espacio y hábitat de equilibrio respecto a las grandes aglomeraciones urbanas.

Define tres modelos de sociedad rural europea:

- áreas sometidas a la presión del mundo moderno: las próximas a las grandes áreas urbanas e industriales, con intensos contactos con ellas, y que deben defenderse de la eliminación de la actividad agraria por avance de los usos urbanos del suelo. En estas áreas se desarrolla la agricultura más intensiva.
- regiones en declive rural: alejadas de las grandes aglomeraciones urbanas, y con un tejido productivo en el que la agricultura mantiene un peso importante, y que la política de precios agrarios no ha sido suficiente para que alcanzaran un nivel de calidad de vida similar al de las áreas urbanas.
- áreas especialmente en peligro y amenazadas por el despoblamiento: se trata de áreas de montaña y desfavorecidas, con escasos recursos naturales y condiciones climatológicas no adecuadas para una producción agrícola rentable.

Señala el Dictamen que la agricultura del futuro deberá satisfacer diversas exigencias, tales como:

- suministro de productos alimenticios.



- producción de materias primas para el sector industrial.
- protección y mantenimiento del medio ambiente y del paisaje.
- la garantía de un espacio para el recreo y el ocio.

Entre las propuestas del Comité Económico y Social para el mundo rural se deben señalar:

- Una nueva orientación de la PAC: hay que evitar que la nueva política de precios agrarios perjudique a las rentas o al empleo de las zonas rurales.
- Hay que desarrollar la actividad de la CEE en el sector forestal, y solicita a la Comisión que elabore un programa global a largo plazo de plantación, repoblación y mejora de los bosques.
- Debe asegurarse la protección del medio ambiente en el ámbito rural.
- Se debe proponer un programa de obtención de energía a partir de materias primas renovables.
- La política regional deben contemplar el desarrollo económico del mundo rural y el fomento de los proyectos de infraestructura rural, en armonía con las inversiones productivas.
- Debe implementarse medidas a favor de las PYME, que pueden ser un medio de diversificación de actividades y dinamización del medio rural.
- Es fundamental acometer una política de formación profesional en el mundo rural, y desarrollar políticas sociales de cobertera a sus habitantes.

De los tres documentos comunitarios, que he resumido, se desprende la importancia que la CEE da a la conservación de los recursos naturales y el medio ambiente, considerando que los agricultores son elemento imprescindible para llevar a cabo esta conservación, y que deben instrumentarse políticas de apoyo a una agricultura que sea garantía de la calidad medioambiental del espacio rural.

Además de estas reflexiones y directivas, la Comisión de la CEE ha venido desarrollando normativas relativas, o que tienen incidencia, en la conservación de los recursos naturales de agua y suelo; citaré con un breve comentario, las más importantes.

— *Directiva sobre Evaluación del Impacto Ambiental (junio 85).*

Esta Directiva ha sido desarrollada en España por un Real Decreto Legislativo (1986). La europea contiene en su Anexo II una serie de actividades que pueden ser incluidas por los Estados miembros, a su criterio, en la lista de obligatorias de llevar a cabo previamente la EIA:

- Proyectos de colonización rural.
  - Proyectos de colonización de tierras incultas o seminaturales para dedicarlas a la explotación agrícola intensiva.
  - Proyectos de hidráulica agrícola.
  - Primeras repoblaciones que entrañen grave riesgo de impacto ecológico negativo, y deforestaciones para utilizar el suelo para otros usos.
  - Granjas de aves y cerdos.
- *Reglamento (CEE) 1094/88, sobre Retirada de Tierras de la producción, extensificación y reconversión de la producción:* se desarrollan ayudas que incentiven a los agricultores a acogerse a estas medidas. La retirada de tierras, solo aplicable a las dedicadas a cultivos herbáceos con Organización Común de Mercado, debe cumplir las condiciones siguientes:

- es voluntaria para el agricultor.
- debe retirar un 20%, como mínimo, de las tierras de cultivo por un período de 5 años.
- los usos permitidos para las tierras retiradas son:
  - barbecho, con posibilidad de rotación.
  - repoblación forestal.
  - fines no agrícolas.

La Comisión puede exceptuar regiones o zonas que, por las condiciones naturales o el riesgo de despoblación no aconsejen la introducción de la medida. En España pueden tenerse en cuenta, además, las condiciones socioeconómicas de la zona. Estas limitaciones valen para las demás medidas del Reglamento.

Se entiende por extensificación de la producción la reducción de al menos el 20% de la producción de cultivos excedentarios, durante 5 años, sin que aumenten otros cultivos excedentarios.

La tercera medida del Reglamento propugna la reconversión de la producción hacia cultivos no excedentarios.

*Reglamento (CEE) 1096/88 por el que se establece un Régimen Comunitario de fomento del cese de la actividad agrícola:* propone ayudas para el abandono de la producción, destinando la superficie agrícola de la explotación a la repoblación forestal, o a fines no agrícolas compatibles con la conservación del medio ambiente. Después del cese de la actividad agrícola, el propietario quedará a conservar el espacio natural de su explotación.

*Reglamento (CEE) 1609/89 por el que se modifica el Reglamento 797/85 en materia de repoblación forestal de terrenos agrícolas:* contempla ayudas para la repoblación forestal, con topes cercanos en la práctica al 100% de la inversión, y concediendo una renta anual para asegurar el mantenimiento de la repoblación, durante un período máximo de 20 años.

*Reglamento (CEE) por el que se desarrolla el Reglamento 4256/88 (FEOGA-O), en lo relativo al desarrollo y aprovechamiento de los bosques en las zonas rurales de la Comunidad:* incluye medidas específicas para la reforestación, lucha contra la erosión y defensa contra las inundaciones.

*Política y Programa de acción de la CEE en materia de medio ambiente en el quinquenio 1987-1992:* incluye medidas de prevención de la contaminación de aguas y suelos, así como la mejora de la gestión de los recursos naturales:

- prevención de catástrofes naturales o provocadas.
- fomento de prácticas agrícolas beneficiosas para el medio ambiente.
- mejora de los recursos hidráulicos y su gestión, protegiendo las cuencas de captación.
- protección global e integrada del medio ambiente de la región mediterránea.

*Reglamento (CEE) 2242/87 relativo a Acciones Comunitarias para el Medio Ambiente:* pone en marcha la financiación, entre otros, de proyectos de incitación destinados a la protección o restablecimiento de suelos amenazados o degradados por incendios, erosión o desertificación.

## CONCLUSION

Existe una gran preocupación en la comunidad internacional, en la CEE y en nuestro país por la conservación de los recursos naturales de suelo y agua.

El conjunto de normativas que se están promulgando participan de una misma filosofía que ha expresado muy acertadamente de la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo, creada por la ONU, y que en marzo de 1987, reflejó en el Documento «Nuestro Futuro Común» EL DESARROLLO SOSTENIBLE, y que postula que todo desarrollo debe llevar implícito el no deterioro o la corrección de impacto ambientales inevitables, en su caso, para asegurar que podamos transmitir a las generaciones futuras unos recursos naturales utilizables, y que les permitan vivir con una calidad de vida en un medio ambiente no degradado. El concepto de Desarrollo Sostenible engloba el desarrollo social y la conservación del entorno como un todo, y supera a otras definiciones anteriores que propugnaban una protección integral de determinados espacios, sin comprometer al conjunto de la actividad humana en la utilización sostenible de los recursos naturales. Esta apuesta por Nuestro Futuro Común, implica una llamada a la cooperación internacional para un verdadero programa de desarrollo social de todos los países, imprescindible para asegurarlo.

**COMUNICACIONES  
TERCERA SESION**



**Comunicación de:**  
**Pedro Arnal Atarés**  
***I.T.G.G. (PAMPLONA)***



# **ENSAYOS DE SIEMBRA DIRECTA EN CEREALES DE INVIERNO EN NAVARRA**

## **Resultados de la campaña 1988/1989**

Pedro Arnal Atarés  
*I.T.G. del Cereal (Navarra)*

### **INTRODUCCION**

La siembra directa es un método de cultivo en el que la semilla se deposita en un suelo que no ha sido previamente preparado con ninguna labor. Únicamente la propia sembradora prepara una pequeña porción de suelo en la que se depositará la semilla.

Ante esta técnica de cultivo, el Instituto Técnico y de Gestión del Cereal de Navarra, confeccionó en su día un programa de experimentación tendente a ofrecer al agricultor datos obtenidos en sus propia zona, ya que la extrapolación de resultados de otras experimentaciones no es totalmente utilizable al variar factores como la climatología o el tipo de suelo. En consecuencia, se trata de obtener resultados que nos permitan determinar en qué zonas de la Comunidad Foral puede ser recomendable esta técnica.

Para ello se diseñó un plan que comienza a implantarse en la campaña 1984/1985 con ocho campos de ensayo que sirven como aprendizaje para la aplicación de esta nueva técnica, considerándose esta campaña como año 0 de la experimentación, no teniéndose en cuenta los datos obtenidos en ella.

Las parcelas de ensayo, que se procura tengan una superficie mínima de 1 ha., son parte de una parcela mayor en la que el resto la cultiva el agricultor colaborador según el laboreo tradicional de la zona en que dicha parcela está implantada. Se procura siempre sembrar la misma especie y variedad que siembra el agricultor en la parte de laboreo tradicional. El programa de experimentación se planteó a 10



años procurando sembrar todos los años las mismas parcelas para, de esta forma, observar los efectos de un «no laboreo» prolongado en el desarrollo del cultivo.

Para la ejecución del plan de experimentación de siembra directa, el I.T.G. del Cereal adquirió en 1984 una sembradora específica para esta técnica. Se trata de una máquina francesa de marca Huard, modelo SD-300. Es una sembradora específicamente diseñada para sembrar en parcelas con abundancia de residuos vegetales y con suelo sin preparar. Para su trabajo, utilizamos un tractor de 100 CV de potencia homologada, dotado de doble tracción.

Los elementos sembradores son del tipo de «triple disco», con un disco delantero de borde ondulado que mueve el suelo y abre un pequeño surco (disco abridor), y dos discos lisos, planos, de menor diámetro, colocados en V entre los cuales cae la semilla (discos sembradores). La separación entre líneas es de 15,5 cm. disponiendo de 19 líneas de siembra, lo que da una anchura total de siembra de 3 metros. La regulación de la profundidad de siembra se efectúa mediante cilindros hidráulicos a través del mando a distancia del tractor.

## CAMPOS DE ENSAYO

En la campaña 1988/1989, cuarto año de experimentación, se establecen 17 campos de ensayo, todos ellos sobre campos implantados en años anteriores, siendo 11 de cebada, 4 de trigo y 2 de colza. Los datos referentes a dichos campos se reflejan en el siguiente cuadro:

Cuadro nº 1  
Ensayos de siembra directa

Ensayo	Zona agroclimática	Cultivo	Variedad	Pluviometría Sept.-Junio	Años sin laboreo
Miranda	Intermedia	Cebada	Babarrosa	222	2
Gamonal	Arida	Cebada	Grignon	235	5
Olite	Intermedia	Cebada	Barbarrosa	260	2
Peralta	Semiárida	Cebada	Reinette	261	2
Sesma	Intermedia	Cebada	Dobla R-1	262	4
Mendavia	Intermedia	Cebada	Reinette	270	4
Cadreita	Arida	Cebada	Grignon	275	5
Oteiza	Media	Cebada	Plaisant	321	2
Adios	Baja montaña	Cebada	Barbarrosa	364	2
Lumbier	Baja montaña	Cebada	Alpha	423	2
Aos	Baja montaña	Cebada	Igri R-1	439	3
Urbiola	Intermedia	Trigo	Alcotán	293	2
Eslava	Intermedia	Trigo	Recital	299	3
Ilundain	Baja montaña	Trigo	Marius	515	2
Barasoain	Media	Trigo	Marius	537	4
Lerin	Intermedia	Colza	Rafal	302	2
Adansa	Baja montaña	Colza	Rafal	495	5

Como puede verse en la columna correspondiente, la pluviometría ha sido baja. Después de la primavera anterior extraordinariamente lluviosa, siguió un vera-

no muy seco; sequía que continuó a lo largo de los meses de invierno, registrándose precipitaciones muy por debajo de lo normal en los meses de enero, febrero y marzo.

Las consecuencias de todo esto han sido en muchos casos graves. Se han originado retrasos y falta de uniformidad en la nascencia del cereal. En el caso de la colza, la situación se vio agravada por las fuertes heladas ocurridas en el mes de noviembre que destruyeron muchas plantas.

La primavera fue algo más lluviosa, especialmente en abril, lo que ayudó a recuperarse en muchos casos a los cultivos.

En la última columna se indican los años de «no laboreo» que lleva cada parcela de ensayo, o sea, los años que hace que no se ha dado ninguna labor de trabajo del suelo.

## PRODUCCIONES

En el siguiente cuadro se recogen las producciones obtenidas en cada parcela de ensayo y en cada uno de los dos sistemas de laboreo (LT= Laboreo Tradicional, SD= Siembra Directa), expresadas tanto en kg/ha como en pta/ha, siendo este último dato el producto bruto de cada caso.

Cuadro n.º 2  
Producciones y Producto Bruto

Ensayo	Kg/ha			pts/ha		
	LT	SD	(SD-LT)	LT	SD	(SD-LT)
Miranda	3.091	3.850	759	69.115	86.086	16.971
Gamonal	1.700	1.019	-681	38.012	22.785	-15.227
Olite	2.761	2.227	-534	61.736	49.796	-11.940
Peralta	1.757	1.596	-161	39.287	35.687	-3.600
Sesma	2.982	2.673	-309	66.678	59.768	-6.910
Mendavia	1.858	1.628	-230	41.545	36.402	-5.143
Cadreita	2.174	1.466	-708	48.611	32.780	-15.831
Oteiza	4.634	4.750	116	103.616	106.210	2.594
Adios	4.344	3.679	-665	97.132	82.262	-14.870
Lumbier	4.667	5.778	1.111	104.354	129.196	24.842
Aos	5.985	4.692	-1.293	133.825	104.913	-28.912
Urbiola	3.538	4.684	1.146	83.568	110.636	27.068
Eslava	2.398	2.427	29	56.641	57.326	685
Ilundain	3.955	4.473	518	93.417	105.652	12.235
Barasoain	4.865	4.501	-364	114.911	106.314	-8.597
Lerin	1.878	1.912	34	84.510	86.040	1.530
Adansa	1.650	2.200	550	74.250	99.000	24.750
Media cebada	3.268	3.033	-236	73.083	67.808	-5.275
Media trigo	3.689	4.021	332	87.134	94.982	7.848
Media colza	1.764	2.056	292	79.380	92.520	13.140
MEDIA GENERAL				77.130	77.109	-21

Observando la columna de diferencias entre los dos sistemas, destacan en cebada las parcelas de Lumbier y Aos, una a favor y otra en contra, en trigo la parcela de Urbiola, y en colza la parcela de Adansa.

En el caso de la parcela de Aos, el cultivo sufrió mucho con unas heladas a principios de diciembre, quedando la siembra directa dañada de forma que ya no se recuperó.

Cabe señalar, aunque no sea muy significativo, que no existe diferencia entre el producto bruto medio general de los dos sistemas, como puede verse en la última línea de la última columna.

Los precios utilizados para el cálculo del producto bruto han sido los siguientes: para la cebada: 22,36 pta/kg, para el trigo: 23,62 pta/kg, y para la colza: 45,00 pta/kg.

## TRABAJOS CULTURALES

En cuanto al *laboreo* se refiere, en las parcelas testigo cada agricultor ha realizado las labores normales de la zona en que está implantado el ensayo, con su propio tractor y sus propios equipos.

En lo referente al *abonado*, se ha realizado el mismo en las parcelas de laboreo tradicional y en las de siembra directa, realizando el abonado el propio agricultor.

Por lo que respecta a la *siembra*, la fecha de siembra ha sido la misma, o muy próxima, en los dos sistemas de laboreo. La dosis de semilla en las parcelas de laboreo tradicional ha sido la normal de la zona, y en las parcelas de siembra directa, se ha tomado la dosis óptima para cada variedad en cada zona, obtenida en los ensayos del I.T.G. del Cereal, que es a su vez la dosis recomendada para el laboreo tradicional, aumentando dicha dosis entre un 5% y un 7% según los casos para suplir las pérdidas que puede provocar un mal enterrado de la semilla. En muchos casos esta dosis utilizada ha coincidido con la empleada por el agricultor.

En cuanto a *tratamientos fitosanitarios*, sólo se han aplicado herbicidas en todos los campos.

Las parcelas de siembra directa de cereales llevan todas un tratamiento previo a la siembra con Glifosato.

Sería muy largo enumerar los productos utilizados en los tratamientos posteriores de primavera ya que estos se realizaron en cada parcela de acuerdo con la población de malas hierbas existente en la misma, siendo prácticamente iguales los realizados en el laboreo tradicional a los realizados en la siembra directa, a excepción de la parcela de Peralta en la que, debido a la extraordinaria proliferación de malas hierbas en la siembra directa, se necesitó una mayor utilización de productos herbicidas para controlarlas.

Las parcelas sembradas de colza, en el laboreo tradicional se hizo una aplicación de Trifluralina incorporándose el producto con una labor de rastra. En las parcelas de siembra directa el tratamiento previo a la siembra fue, al igual que en las de cereal, de Glifosato. Posteriormente, durante el cultivo el producto utilizado en los dos sistemas de laboreo fue el Butil Fluazifop.

La *recolección* de la cosecha se realizó con la cosechadora de microparcels de que dispone este Instituto, procediendo con la misma de la siguiente manera:

primero se dan cuatro pasadas a lo largo de la línea que divide la siembra directa del laboreo tradicional para despejar la zona de trabajo. Posteriormente se dan unos cortes perpendiculares a dicha línea de unos 20 a 25 metros de longitud, tanto en la parte de siembra directa como en la de laboreo tradicional. En cada uno de estos cortes se controla la superficie cosechada y el producto recolectado. Con estos datos se elabora, estadísticamente, la producción de cada uno de los sistemas de laboreo. La disposición y número de cortes varía en cada parcela en función de su tamaño y forma, no siendo nunca inferiores a cuatro para cada sistema.

## MARGEN BRUTO

En el siguiente cuadro se reflejan los costes de las materias primas utilizadas en cada uno de los ensayos así como los márgenes brutos obtenidos en cada uno de ellos. Este se calcula restando al producto bruto los costes de materias primas. Todos los datos se expresan en pta/ha.

Cuadro nº 3  
Producciones y Producto Bruto

Ensayo	TOTAL MAT. PRIMAS			MARGEN BRUTO (Pta/ha)		
	LT	SD	(SD-LT)	LT	SD	(SD-LT)
Miranda	15.997	18.497	2.500	53.589	67.589	14.471
Gamonal	14.819	17.680	2.861	23.193	5.105	-18.088
Olite	24.098	26.171	2.073	37.638	23.625	-14.013
Peralta	19.389	29.648	10.259	19.898	6.039	-13.859
Sesma	21.468	23.903	2.435	45.210	35.865	-9.345
Mendavia	23.139	22.407	-732	18.406	13.995	-4.411
Cadreita	23.648	26.528	2.880	24.963	6.252	-18.711
Oteiza	26.057	28.383	2.326	77.559	77.827	268
Adios	22.704	24.737	2.033	74.428	57.525	-16.903
Lumbier	31.458	32.626	1.168	72.896	96.570	23.674
Aos	29.786	31.878	2.092	104.039	73.035	-31.004
Urbiola	28.643	28.921	278	54.925	81.715	26.790
Eslava	36.119	35.406	-713	20.522	21.920	1.398
Ilundain	30.106	34.894	4.788	63.311	70.758	7.447
Barasoain	19.748	22.654	2.906	95.163	83.660	-11.503
Lerin	17.873	20.084	2.211	66.637	65.956	-681
Adansa	28.646	29.609	963	45.604	69.391	23.787
Media cebada	22.960	25.678	2.718	50.122	42.130	-7.993
Media trigo	28.654	30.469	1.815	58.480	64.513	6.033
Media colza	23.260	24.847	1.587	56.121	67.674	11.553
MEDIA GENERAL	24.335	26.707	2.372	52.795	50.402	-2.393

Dentro del total de materias primas destaca la diferencia en la parcela de Peralta por la razón ya apuntada del mayor consumo de herbicidas.

Como puede observarse en la última columna de este cuadro, el margen bruto es, en general, favorable al laboreo tradicional. Esto es debido al mayor coste de las materias primas consumidas en la siembra directa provocado, fundamentalmente, por las necesidades de mayores aplicaciones de productos herbicidas.

## LABOREO DEL SUELO

Las labores de fondo y de preparación de siembra efectuadas en las parcelas de laboreo tradicional son muy variadas, tanto en lo que se refiere a los aperos utilizados como al número de pasadas efectuadas.

En el cuadro adjunto se resume el número total de horas de tractor empleadas en cada parcela así como el gasóleo consumido en ellas. Para la confección de este cuadro, el I.T.G. del Cereal ha controlado las labores efectuadas siempre que ello ha sido posible y, en caso contrario, los datos utilizados se han sacado de otras mediciones de la misma labor en la misma zona y con equipos similares.

Cuadro nº 4  
Uso del tractor y Gasóleo consumido

Ensayo	USO DE TRACTOR (h-m/ha)			CONSUMO GASOLEO (l/ha)		
	LT	SD	(LT-SD)	LT	SD	(SD-LT)
Miranda	5-20	1-40	3-40	69	16	-53
Gamonal	6-25	1-35	4-50	72	15	-57
Olite	7-35	2-10	5-25	63	20	-43
Peralta	7-15	1-50	5-25	69	17	-52
Sesma	5-30	1-50	3-40	54	18	-36
Mendavia	3-20	1-15	2-05	39	12	-27
Cadreita	4-55	2-20	2-35	59	19	-40
Oteiza	4-00	1-50	2-10	59	17	-42
Adios	5-45	1-50	3-55	67	14	-53
Lumbier	7-20	2-10	5-10	68	20	-48
Aos	5-10	2-10	3-00	64	20	-44
Urbola	7-00	2-00	5-00	70	18	-52
Eslava	5-00	1-50	3-10	58	17	-41
Ilundain	7-35	2-10	5-25	74	20	-54
Barasoain	5-50	2-10	3-40	67	21	-46
Lerin	7-15	1-50	5-25	61	17	-44
Adansa	4-25	2-20	2-05	43	22	-21
Media cebada	5-41	1-53	3-48	62	17	-45
Media trigo	6-21	2-03	4-18	67	19	-48
Media colza	5-50	2-05	3-45	52	20	-33
MEDIA GENERAL	5-52	1-57	3-55	62	18	-44

En estos datos no están incluidos los referentes a la recolección, ya que al ser iguales para los dos sistemas, no inciden en la comparación.

Como puede observarse, el ahorro de tiempo en la siembra directa es de cerca de 4 horas/día, y el de gasóleo de 44 litros/ha. Estos datos confirman los resultados obtenidos en años anteriores.

## RENDIMIENTO ECONOMICO

Las diferencias técnicas entre la siembra directa y el laboreo tradicional hacen que, si bien en la primera existe un uso diferente de los productos herbicidas para el control de malas hierbas, cuyo aspecto económico ya se contempla en el cálculo del margen bruto, también existe una supresión de labores con una menor utilización del tractor cuya diferencia de costes no queda recogida en dicho margen bruto.

Esto es lo que se pretende en este apartado, al considerar como rendimiento económico la cantidad resultante de restarle al margen bruto el coste de las labores. Para ello se ha valorado el coste medio de la hora de utilización del conjunto tractor-apero en 2.500 pta/hora, en el que se incluye el gasóleo pero no la mano de obra, y el coste de la cosechadora, que aquí sí que se contempla, en 5.000 pta/hectárea.

En el siguiente cuadro se calculan los rendimientos económicos de los distintos ensayos, así como la diferencia entre los valores resultantes para la siembra directa y el laboreo tradicional.

Cuadro nº 5  
Coste de labores y Rendimiento Económico

Ensayo	COSTE DE LABORES (Pta/ha)			RENDIMIENTO ECONOM. (Pta/ha)		
	LT	SD	(SD-LT)	LT	SD	(SD-LT)
Miranda	18.333	9.167	-9.166	34.784	58.422	23.638
Gamonal	21.042	8.958	-12.084	2.151	-3.853	-6.004
Olite	23.958	10.417	-13.541	13.680	13.208	-472
Peralta	23.125	9.583	-13.542	-3.227	-3.545	-318
Sesma	18.750	9.583	-9.167	26.460	26.282	-178
Mendavia	13.333	8.125	-5.208	5.073	5.870	797
Cadreita	17.292	10.833	-6.459	7.671	-4.582	-12.253
Oteiza	15.000	9.583	-5.417	62.559	68.244	5.685
Adios	19.375	9.583	-9.792	55.053	47.942	-7.111
Lumbier	23.333	10.417	-12.916	49.563	86.153	36.590
Aos	17.917	10.417	-7.500	86.122	62.618	-23.504
Urbiola	22.500	10.000	-12.500	32.425	71.715	39.290
Eslava	17.500	9.583	-7.917	3.022	12.336	9.314
Ilundain	23.958	10.417	-13.541	39.353	60.342	20.989
Barasoain	19.583	10.417	-9.166	75.580	73.243	-2.337
Lerin	23.125	9.583	-13.542	43.512	56.373	12.861
Adansa	16.042	10.833	-5.209	29.562	58.558	28.994
Media cebada	19.223	9.697	-9.526	30.899	32.433	1.534
Media trigo	20.885	10.104	-10.781	37.595	54.409	16.814
Media colza	19.583	10.208	-9.376	36.537	57.465	20.928
MEDIA GENERAL	19.657	9.853	-9.804	33.138	40.549	7.411

Como puede observarse, en este caso, y a diferencia del margen bruto, el rendimiento económico es favorable a la siembra directa claramente en el trigo y en la colza, y prácticamente el mismo en el caso de la cebada. El rendimiento económico es superior en la siembra directa con un valor medio de más de 7.400 pta/ha.

# SIEMBRA EN SUELO NO LABRADO DE CULTIVOS EN LINEA (GIRASOL)

J. Fuentes Luna  
*Prof. Titular del Dpto. de Mecanización Agraria  
E.T.S. Ingenieros Agrónomos, Univ. de Córdoba*

## INTRODUCCION

En los años que se lleva trabajando en el Departamento de Mecanización Agraria de la E.T.S. Ingenieros Agrónomos de Córdoba sobre la siembra de cultivos en línea en suelo no labrado, uno de nuestros objetivos fundamentales ha estado centrado en las sembradoras, de manera que procediendo del sistema de siembra convencional, es decir, sobre suelos labrados, pudieran estas máquinas realizar su trabajo en las condiciones que ofrece un suelo sin labrar.

Paralelo a este objetivo fundamental también se ha llevado a cabo el seguimiento de las diferentes máquinas que han realizado este proceso de siembra en distintos tipos de suelos.

De todos es sabido que una sembradora en cualquier circunstancia o estado del suelo, debe ser capaz de:

- Preparar el lecho de siembra.
- Depositar la semilla en las condiciones que el tipo de cultivo exija.
- Enterrarla y compactarla.

Bien, pues, considerando las condiciones que el suelo presenta cuando de un cultivo a otro quedan restos sobre la superficie del suelo, hay que pensar en los medios mecánicos más idóneos para conseguir los fines que la sembradora debe realizar y que anteriormente se han citado.

Nuestro objetivo central se dirige a la adaptación de máquinas convencionales. Puesto que el cultivo que nos ha servido de base para realizar los trabajos



han sido el de girasol y con la salvedad de que este sigue al cultivo del trigo en el secano, debemos tener en cuenta tanto el estado del suelo como el de la superficie.

El grado de humedad de ambos va a depender de la pluviometría que se haya tenido en los meses e incluso en los días anteriores a la siembra. Por lo tanto podemos encontrarnos con un contenido alto de humedad lo que ofrecería un suelo blando tanto a la profundidad de siembra como en la misma superficie y difícil de trabajar desde el punto de vista de la siembra (en estas condiciones debe procurarse no sembrar), o por el contrario un suelo con la capa superficial dura y a profundidad de siembra con una humedad adecuada. El suelo no labrado con cubierta vegetal suficiente conserva la humedad mejor que el suelo labrado (varios investigadores lo afirman). Es decir, que el tempero para la siembra en el no laboreo ofrece una capa superficial semidura-dura con restos vegetales.

Bajo estas condiciones, las diferencias más sustanciales de las sembradoras con respecto a las convencionales se centran en los puntos primero y tercero de los exigidos para desarrollar una buena siembra, sin dejar de preocuparse del segundo, sobre todo en lo referente a la bota de siembra.

## **MECANISMO INICIADOR LINEA DE SIEMBRA**

Está claro, que, con respecto al primero, al existir restos vegetales en el suelo, la reja abresurco los arrollaría lo que terminaría por impedir el trabajo de la sembradora. Como primer paso para constituir el lecho de siembra hizo pensar en otro mecanismo que sustituyera a la reja, y así, facilitar la labor en las sucesivas funciones del la máquina. Este debe ser capaz de cortar los restos vegetales, rastrojo en el cultivo seguido. Si no es cortado puede introducirlo en el surco y entorpecer al alojamiento correcto de la semilla y por lo tanto la germinación. Marcaría además la profundidad de siembra, iniciada con una hendidura para el paso de la bota libre de residuos.

El mecanismo que más se presta para este fin es un disco que colocado con posibilidad de regularse de forma adecuada realice la labor anterior.

Aquí puede presentarse algunos problemas de compactación debido a la rotadura del disco, con el suelo, creando soleras laterales y horizontales. Los sistemas que suelen emplearse son: rueda disco, discos escotados, discos alabeados y fresadora.

Estas soleras tendrán un efecto negativo, sobre el desarrollo de la raíz de la planta, incidiendo en mayor o menor grado según el tipo de suelo y tipo de cultivo. Las soleras laterales frenarán o dificultarán el desarrollo de las raíces fasciculares, y las horizontales lo harán en el desarrollo de las pivotantes, o al menos las retienen en su crecimiento, deformándolas y desviándolas.

En el cultivo que hemos seguido, girasol, la raíz principal es pivotante, y por lo tanto, la solera horizontal la que más la afecta, acusándose más mientras mayor es el contenido de arcilla.

¿Cómo se crean cada una de estas soleras?

Los discos lisos, lo único que forman son soleras laterales, siendo el ancho de la hendidura realizada algo mayor que el espesor del disco, dejando la misión de crear el lecho de siembra prácticamente a la bota.

Con los discos alabeados, se consigue una hendidura mayor, pero crean so-leras laterales y horizontales en el fondo. Ayudan a crear un lecho de siembra, des-menuzando o mulliendo la tierra.

Con fresadoras, las cuchillas alisan el fondo del surco abierto, creando la so-lera horizontal con mayor resistencia que ninguna.

Es evidente, que con lo expuesto anteriormente, esta última solución es la que más favorece a la formación de un lecho de siembra favorable, pero en suelos arcillosos, sería la que más impediría el desarrollo de la raíz pivotante.

En suelos ligeros, sería indiferente cualquiera de estos sistemas.

## **BOTAS DE SIEMBRA**

También, en el punto intermedio de ejecución de la siembra, en la bota, se diseñan diferentes formas que dependiendo del tipo de suelo sean capaces de pe-netrar en el suelo y crear el lecho necesario, depositando la semilla a la profundidad requerida por el cultivo. Para suelos arcillosos se tiende a botas con ángulo de pe-netración 45°-60°, en lugar de los de tipo patín, reforzados en el flanco incidente. Del mismo modo podrían utilizarse discos inclinados con respecto a la línea de siembra.

## **ENTERRADO DE LA LINEA DE SIEMBRA**

Por último, el mecanismo de compactado y enterrado debe dejar en las con-diciones del suelo no labrado un recubrimiento de la semilla que facilite su germina-ción y protección contra las aves. Aquí el término compactación podría sustituirse más bien por el cierre del lecho de siembra, para ello las «ruedas compactadoras» deben aplicar una fuerza mayor que la aplicada en los suelos labrados.

El enterrado, como fase final, se le encomienda a unas paletas articuladas, con fuerza suficiente, y combinada con las «ruedas compactadoras». Fundamentalmente deben recoger la tierra que queda a los lados de la línea de siembra, ya ce-rrada por las «ruedas compactadoras» y apocarlas sobre ella. La tierra existente a los lados de esta línea será menor o mayor según que se use disco liso, alabeado o fresadora.

Las observaciones expuestas derivan de las experiencias desarrolladas, has-ta la fecha, por este Departamento, habiéndose ejecutado las reformas pertinentes en la sembradora de precisión mecánica «Fuentes», empresa que se ha prestado su colaboración, habiéndose conseguido una máquina versátil para siembra con-convencional y en suelos no labrados con el mínimo de modificaciones (Patente n.º 8700964).



# CONSIDERACIONES SOBRE LA MAQUINARIA DE APLICACION DE HERBICIDAS EN SISTEMAS DE LABOREO DE CONSERVACION

F.J. López Giménez  
*Dpto. Mecanización Agraria*  
*Universidad de Córdoba*

## INTRODUCCION

En los sistemas de laboreo reducido o nulo, la aplicación de herbicidas adquiere una gran importancia. Téngase en cuenta que la escarda mecánica se sustituye en todo o en parte por la escarda química y en la eficacia de ésta no sólo es importante el producto aplicado sino también la maquinaria de aplicación.

La bondad en la aplicación viene dada por su eficacia, debiendo ajustar la dosis para obtener una economía de producto y el mínimo impacto medioambiental. Existe la tendencia a la reducción de volumen a aplicar y paralelamente se produce el desarrollo de sistemas de aplicación cada vez más precisos.

Para conseguir los mejores resultados al realizar un tratamiento herbicida se requiere:

- Emplear productos de eficacia probada.
- Realizar la aplicación en el momento oportuno.
- Utilizar las máquinas apropiadas.

En general, puede decirse que la máquina debe proporcionar una pulverización homogénea con un volumen de caldo entre 100 y 150 l/ha y para ello se emplearán boquillas de abanico (110°) con caudales de 0,5 a 1 l/min para una presión de trabajo de 2-3 kg/cm<sup>2</sup> prestando especial atención al filtrado en la entrada de la cuba, a la salida de la bomba y antes de cada boquilla.

## TAMAÑO DE GOTAS Y BOQUILLAS

El tamaño de las gotas tiene limitaciones por exceso y por defecto. Cuando el diámetro supera las 500  $\mu\text{m}$ , un importante porcentaje de las mismas escurre por las hojas produciéndose pérdidas de producto.

Las limitaciones por defecto son la deriva producida por efecto del viento y la evaporación en el trayecto desde la salida del equipo hasta la planta.

De acuerdo con esto, en tratamientos herbicidas la mayor efectividad en la absorción de la materia activa se consigue con las siguientes densidades y tamaños de gota:

- Herbicidas de contacto: 30-40 gotas/cm<sup>2</sup>  $\varnothing = 200-400 \mu\text{m}$
- » preemergencia: 20-30 gotas/cm<sup>2</sup>  $\varnothing = 400-600 \mu\text{m}$

Para estas características de aplicación están especialmente indicadas las boquillas de abanico. Constan de un cuerpo cilíndrico en cuyo interior existe un canal de 6 a 10 mm de longitud que se comunica por su extremo superior con el filtro y por el inferior con el orificio de salida.

El ángulo de pulverización varía entre 60° y 110° aunque puede alcanzar los 150° siendo los de 110° y 80° los más utilizados. Los mayores ángulos de pulverización permiten realizar el tratamiento a menor altura sobre el suelo.

Otra característica de estas boquillas es que tienen un elevado coeficiente de descarga (0,85-0,90) ya que no tienen cámara de turbulencia.

## SISTEMAS DE REGULACION DE CAUDAL

Con los sistemas de caudal constante o presión constante, con regulador de presión para utilizar distintas boquillas a presiones distintas, las dosis aplicadas varían con la velocidad de avance.

Para proporcionar dosis constantes con independencia de la velocidad de avance se han desarrollado los sistemas denominados de caudal proporcional al régimen del motor (CPM) o de caudal proporcional al avance (CPA) y más recientemente los sistemas de concentración variable (CV).

## ADAPTACION DE LOS EQUIPOS DISPONIBLES

No existen máquinas específicas para realizar la aplicación de herbicidas en sistemas de laboreo de conservación. Con frecuencia se recurre a realizar adaptaciones de los equipos disponibles, como en el caso del olivar en que se utilizan los mismos equipos de tratamientos fitosanitarios con las siguientes observaciones:

— acomplamiento de una barra portaboquillas provista de sistema de retracción, con boquillas de abanico, colocando inclinada la boquilla situada al extremo de la barra.

- utilización de filtros.
- trabajar a baja presión.

Para tratamientos en rodales o de parcheo pueden utilizarse:

— equipos manuales de ultrabajo volumen de tipo centrífugo accionados por motor eléctrico de corriente continua de 12 v y 7 W. Producen gotas de 70-170  $\mu\text{m}$  a altas velocidades de giro aplicando dosis de 20-40 l/ha.

— máquinas de mochila con lanzas adaptables de bajo volumen, dosis 100-150 l/ha.

## **ESTADO DE CONSERVACION DE LOS EQUIPOS Y FORMACION DEL PERSONAL**

De enorme importancia es el estado de conservación del equipo y la capacitación del personal encargado de realizar la aplicación. De nada serviría tratar con un buen producto en el momento oportuno si el equipo de distribución no se encuentra en buen estado.

Las revisiones de la maquinaria de tratamientos llevadas a cabo en Cataluña y Andalucía ponen de manifiesto los defectos más frecuentes:

— Boquillas obstruidas o desgastadas ocasionando falta de uniformidad en la distribución (70-75%).

— Manómetros con rango de lectura excesivo (90%), emplazamiento de difícil lectura, desviación de la lectura, manómetro roto (45%).

— Regulador de presión en mal estado (15%).

— Falta de equidistancia de las boquillas y falta de horizontalidad de la barra.

## **BIBLIOGRAFIA**

Ortiz-Cañavate, J., Hernanz, J.L., 1989. Técnica de la mecanización Agraria. Ed. Mundi-Prensa.

Aranda, E., 1990. Regulación de equipos de aplicación. 4.º Simposium Nacional de Agroquímicos. Sevilla. 63-77.



# DIEZ AÑOS DE SIEMBRA DIRECTA EN CASTILLA Y LEON

Augusto García Calleja  
*Ingeniero Agrónomo*  
*Sección Agricultura de Valladolid*

## I. INTRODUCCION

En 1980, en la Sección de Agricultura de Valladolid, comenzamos las primeras pruebas y ensayos de reducción del laboreo. Tema que abordamos después de que recientemente hubiera llegado a nuestras manos informaciones de lo que se estaba haciendo en otros países y que nos interesó porque suponía una teoría que rompía con los esquemas del laboreo y técnicas tradicionales; desde entonces los trabajos y reuniones se han multiplicado de forma extraordinaria y buena prueba de ello es el estar aquí reunidos.

El objetivo primero de la S.D. fue la reducción de costos, en especial del combustible necesario para realizar el movimiento de tierra que se precisaba para la preparación de la siembra, sin embargo actualmente se considera más importante en los distintos sistemas de reducción del laboreo la defensa del suelo contra la erosión, ya que las pérdidas de este son mucho más importantes de lo que a primera vista pudiera suponerse, y no se debe olvidar que el suelo es el patrimonio más valioso del agricultor.

Otras ventajas de la S.D., vienen siendo estudiadas, existiendo concordancia de la mayoría de las investigaciones, como son la mejora del régimen hídrico del suelo; la rapidez y oportunidad de las siembras, la mejora de la estructura de suelo y otras, manteniéndose al menos el mismo nivel productivo del suelo. Por otra parte existen determinados aspectos que hay que tener en cuenta para que la adaptación de una técnica nueva no fracase, algunos de los cuales voy a tratar de señalar en esta intervención.



## II. ENSAYOS REALIZADOS

Al tiempo que se efectuaron numerosos ensayos con objeto de determinar los productos y dosis más convenientes, para el control de las malas hierbas más frecuentes en el momento de las siembras, se fueron realizando pruebas extensivas en parcelas de al menos una hectárea de cultivo en siembra tradicional, mínimo laboreo y siembra directa, llevando estas experiencias, dentro de lo posible a los distintos tipos de suelos más representativos de la zona.

A lo largo de estos años se han utilizado las máquinas sembradoras de cereales para siembra directa, que se trajeron para estos ensayos, o que existían en el mercado, habiendo probado, una experimental de la Casa Hoechst, la SD-300 de la Casa Huard, un prototipo de la Casa Amazone, y posteriormente la máquina comercial, así como la sembradora Moore; en algunos casos se han efectuado ensayos comparativos entre varias de estas máquinas.

El objetivo principal ha sido la implantación de cereales de otoño, habiéndose sembrado más de 1.000 Has. En estos años entre todos los ensayos, también se han hecho siembras de primavera, habiendo sido los cultivos principales: cebada, trigo, centeno, avena, vezas, titarros, guisante proteaginoso, lentejas, habas, colza, girasol, alfalfa y praderas. En general la mayoría de los ensayos han sido en secano, sin embargo, las superficies individuales más importantes son en regadío.

Los suelos más frecuentes han sido los francos-arcillosos y franco-arenosos, aunque también ha habido suelos arcillosos y arenosos.

El seguimiento de los ensayos, ha sido continuo y en cada caso se han efectuado los tratamientos herbicidas que se han estimado convenientes, así como otras medidas que se consideraron adecuadas.

## III. DISCUSION

Cuando se han producido fallos, es decir, descenso de rendimientos notables con relación al cultivo tradicional, las principales causas han sido alguna o algunas de las siguientes:

- Instalación del ensayo en parcelas de muy baja calidad de suelo, arenas semiestériles; tierras arcillosas de escaso drenaje; o parcelas semiabandonas.
- Abandono de los ensayos por el mal aspecto que suelen presentar al principio por la presencia del rastrojo del año anterior, descuidándose los abonados y tratamientos.
- Empleo inadecuado de las máquinas de siembra directa:
  - por tener elementos esenciales muy desgastados.
  - por exceso o defecto de profundidad de siembra.
  - por la presencia de residuos excesivos.
  - mala elección del estado del suelo en la siembra.
- No disponer de un abanico suficiente de herbicidas en algunos cultivos.
- Invasiones de malas hierbas de difícil control.
- Ataques de alguna plaga, cuando el ensayo es reducido y el resto del campo está labrado.

Por el contrario hemos podido apreciar, con toda claridad, muchas de las ventajas que se indican en la bibliografía sobre siembra directa como son:

- Mejora de la evolución del agua en el suelo.
- Protección frente a la erosión por el viento y la lluvia.
- Mejora de la parcela cuando la siembra directa se mantiene varios años.
- Rendimientos del mismo orden y en algunos casos superiores a la siembra tradicional.
- Otras ventajas conocidas, como disminución de los costes de carburantes y ahorro de tiempo son fácilmente apreciables.

#### **IV. CONCLUSIONES**

De los resultados de los ensayos a lo largo de estos años, estimo que, cuando el manejo es correcto se obtienen rendimientos comparables a los obtenidos mediante el laboreo tradicional.

El empleo de esta técnica exige un mayor seguimiento del cultivo, a fin de poder corregir a tiempo problemas imprevistos, en los primeros años de adopción, siendo preciso entre otros factores:

- Prevenir el manejo del suelo y de los residuos de la cosecha anterior.
- Elegir la maquinaria, y su correcta regulación.
- Establecer el programa de tratamientos herbicidas.
- Elegir la dosis y el tratamiento de semillas.

La siembra directa se adapta a numerosos cultivos, y representa una nueva posibilidad con muchos aspectos interesantes, para que pueda ser utilizada por los agricultores.



# **CONCLUSIONES**



## **CONCLUSIONES A LAS JORNADAS TECNICAS SOBRE: «EL AGUA Y EL SUELO: LABOREO DE CONSERVACION»**

1. El dinamismo de las pérdidas de suelo por erosión hídrica, precisa un seguimiento de los parámetros que intervienen en tal fenomenología, con objeto de controlar los procesos erosivos y compatibilizarlos con usos acordes del suelo, según un concepto conservacionista. Cualitativamente, mediante la actualización de la información existente de cultivos y aprovechamientos. Cuantitativamente, reforzando la red de pluviografos, así como su mantenimiento y seguimiento. Igualmente, el resto de los factores que intervienen en la fórmula paramétrica, precisan de nuevas determinaciones de campo y laboratorio que permitan profundizar en el conocimiento y evolución de los procesos erosivos.

2. De igual manera que, durante un cuatrienio, la Administración realizó ensayos de «no laboreo en gran cultivo» en fincas de olivar en Andalucía, debe iniciarse una serie de ensayos similares, aplicando el sistema a más amplia gama de cultivos extensivos.

3. La supresión del laboreo entraña una notable modificación en los problemas de malas hierbas, favoreciendo la disminución de determinadas especies e incrementando otras. Por esta razón se hace necesario prestar una atención especial a la aparición de nuevos problemas y afrontar su solución con urgencia.

4. Hay que mejorar la red de información meteorológica reuniendo e integrando las diversas existentes. Existen datos de muy pocos puntos en Andalucía, y en ocasiones poco fiables.

5. Los sistemas de manejo de suelo alternativos al laboreo convencional, co-

mo son en olivar la reducción total o parcial de las labores, produce con elevada frecuencia un aumento de la producción. En viña, almendro y en la alternativa de campiña trigo-girasol han dado, al menos, producciones similares.

6. En cultivos leñosos, la aplicación del «no laboreo con suelo desnudo» ocasiona la reducción de la velocidad de infiltración con aumento de la escorrentía, observándose, no obstante, una reducción notable de la pérdida de suelo.

7. El empleo de cubiertas herbáceas vivas en cultivos leñosos, manejada adecuadamente, es un sistema que parece prometer soluciones al problema de la erosión, sin afectar sensiblemente a las producciones.

8. Es interesante el empleo de sistema mixtos de manejo de suelo, integrando labores y herbicidas (laboreo reducido).

9. En cuanto a los costes en el laboreo de conservación existe una reducción del diez al veinte por ciento en relación a las técnicas convencionales. Por otro lado, existe una importante disminución de los tiempos dedicados a las labores entre un 60 y 80%. Se mantienen e incluso se aumentan, las producciones.

Sería necesario abaratar los costes de las máquinas sembradoras, así como diseñarlas para todo tipo de condiciones del suelo.

## **CONCLUSION FINAL**

La conservación del suelo y del agua ha de ser abordada desde una perspectiva integradora, por su amplia repercusión en la sociedad. Aunque muchas de las prácticas de conservación son sencillas de aplicar, han de ser estimuladas por la Administración para que agricultores, técnicos y planificadores sean conscientes de sus responsabilidades.







