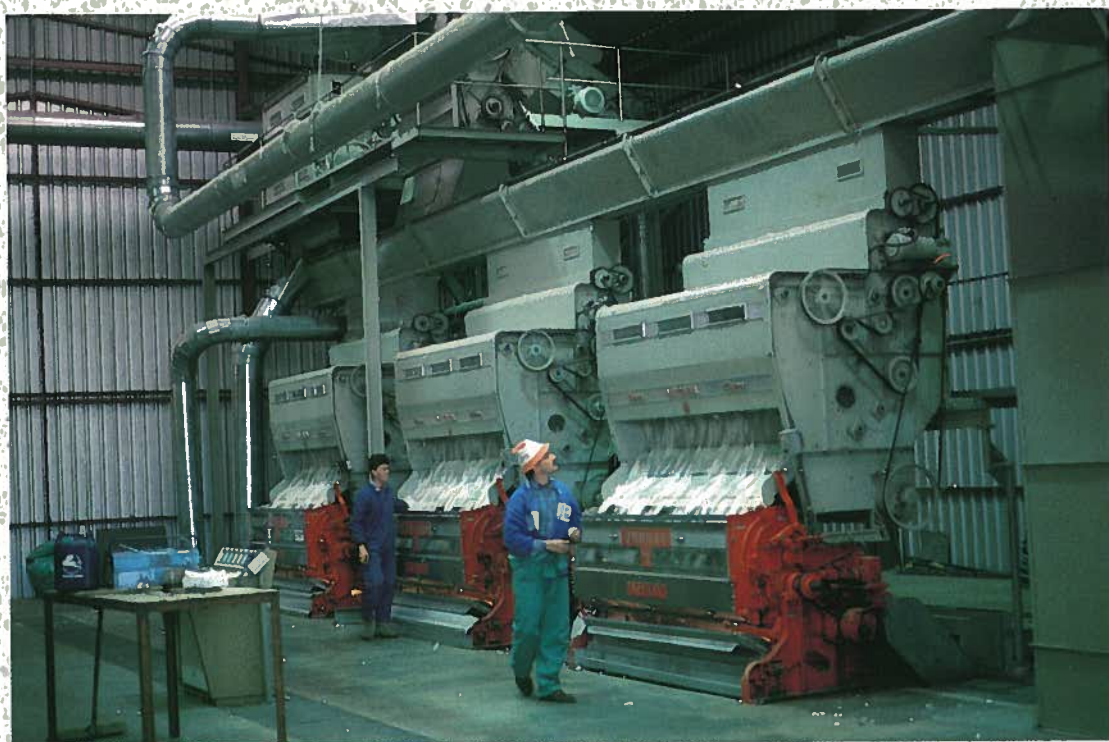


3/98

CURSOS SUPERIORES

TECNOLOGÍA DE LA FIBRA DE ALGODÓN

TOMO II



COMUNIDAD EUROPEA



Consejería de Agricultura y Pesca



TECNOLOGÍA DE LA FIBRA DE ALGODÓN

Tomo II

© JUNTA DE ANDALUCÍA. Consejería de Agricultura y Pesca
Publica: Dirección General de Investigación y Formación Agraria
Servicio de Publicaciones y Divulgación.
Colección: CURSOS SUPERIORES 3/98
Autores: Varios
Fotografía e ilustraciones: Autores
Depósito Legal: SE-3.027/98 Tomo II
I.S.B.N.: 84-89802-39-4
Maquetación e Impresión: Tecnographic S.L., Sevilla

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

ÍNDICE GENERAL

Página

Introducción

Objetivos, organización y desarrollo de los Cursos 7

Índice de autores

..... 9

I Tomo

PRIMERA PARTE: Entorno económico de la producción del algodón

1.- La Producción Mundial y Comunitaria del Algodón. Datos Estadísticos	P. Campagne	15
2. Modelo Económico de la Demanda de Algodón y Textiles. Precios, Consumos y Perspectivas	C. A. Valderrama	31
3.- Precios, Consumo y Competencia de Fibras	P. Ruiz Avilés	45
4.- Principales problemas de la Producción de Algodón en los Países Mediterráneos	K.Kosmidou-Dimitropoulou	53
5.- Análisis Económico de la Producción Española de Algodón	P. Ruiz Avilés	83
6.- La Política del Algodón en España	J. A. Morcillo	101
7.- Reglamentación Comunitaria	J. A. Morcillo	119
8.- La Calidad y los Mercados de Algodón	L. Noëlle	139
9.- El Comercio de la Fibra de Algodón	J. Durban.....	171
10.- La Rentabilidad del Algodón Bruto en España	A. Rodríguez Ocaña, y P. Ruiz Avilés.....	183

SEGUNDA PARTE: Caracterización de la calidad del algodón

1.- Clasificación del Algodón Bruto	A. Borrero.....	203
2.- Métodos de Análisis del Algodón Bruto. Equilibrio higroscópico	L. Barahona.....	209
3.- Sistemas de Clasificación Manual de la Fibra. Longitud y Grado	A. Borrero.....	217
4.- Algodones grises e irregulares. Contaminaciones	L. Barahona.....	225
5.- Consideraciones generales sobre la fibra	L.Verschraege.....	231
6.- Características Físicas y Químicas. Parámetros Físicos de la Calidad	L.Verschraege.....	239
7.- Longitud de la Fibra. Patrones	A. Borrero.....	247
8.- Aspectos diversos de la clasificación de la fibra de algodón en EE.UU. Instrumento HVI	H. R. Smith.....	255
8.1. Estándares ASTM e Internacionales		
8.2. Medida de las características de la fibra		
8.3. Desarrollo de los instrumentos HVI y su uso en la clasificación del algodón		
8.4. Clasificación del algodón en EE.UU		
8.5. Calibración del algodón		
8.6. Uso de las medidas HVI		
9.- Determinación de la calidad del algodón	E. Hequet	279
10.- Instrumentos avanzados para determinación de la calidad	A. Schleth.....	331
11.- Contaminación por pegajosidad	E. Hequet	341
12.- Contaminaciones de la fibra	L.Verschraege.....	359
13.- Influencia del medio ambiente y de las prácticas agronómicas en la calidad de la fibra		
I Parte	L.Verschraege.....	367
II Parte	E. Hequet	370
III Parte	J. Gutknecht.....	388

II Tomo

TERCERA PARTE: Determinantes de la calidad del algodón

1.- Fisiología del Algodón	J. C. Gutiérrez.....	405
2.- Mejora Genética	J. C. Gutiérrez.....	417
3.- Reguladores de Crecimiento. Defoliantes	D. Rodríguez.....	443
4.- Modernas Técnicas Culturales	F. Márquez.....	483
5.- Variedades	A. Borrero.....	491
6.- Sistemas de Cultivo	D. Rodríguez.....	499
7.- Riego del Algodón	L. Mateos.....	519
8.- Plagas	M. Alvarado.....	539
9.- Control biológico de plagas	P. Vargas.....	549
10.- Enfermedades	J. Melero.....	565
11.- Recolección y almacenamiento del algodón bruto	J. L. Calderón.....	579
12.- Manejo del algodón bruto cosechado a máquina	L. Barahona.....	589
13.- Funcionamiento General de una Factoría Algodonera	L. Barahona.....	597
14.- Esquema de una desmotadora	J. L. CFTD.....	605
15.- Tipos de desmotadoras	J. Cano.....	609
16.- Secaderos, Limpiadoras y equipo auxiliar. Subproductos	L. Barahona.....	613
17.- Efectos de los procesos de recolección y desmotado en la calidad de la fibra	L. Barahona.....	621

CUARTA PARTE: Efectos de la calidad del algodón

1.- Características del hilo. Microhilatura	U. Kechagia.....	629
2.- Valor Tecnológico de la Fibra en relación con el Hilo	U. Kechagia.....	643
3.- Factores que inciden en la rentabilidad del algodón y en su calidad	P. Ruiz Avilés.....	657
4.- Efectos de la calidad de la fibra	L. Barahona.....	669
5.- Procesos de Hilatura	E. Carrera.....	673
6.- Estructura de la Industria Textil. Competencia de las Fibras Químicas	E. Carrera.....	709

CLAUSURA

M. Braud.....	737
---------------	-----

ÍNDICE DE AUTORES

Parte I

- Pierre Campagne** *CIAEAM. Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos Montpellier (Francia).*
- Carlos A. Valderrama** *C.C.I.A. Comité Consultivo Internacional del Algodón. Washington (USA).*
- K. Kosmidou- Dimitropoulou** *Hellenic Cotton Board. Atenas (Grecia)*
- Pedro Ruiz Avilés** *C.I.F.A. Córdoba*
- José Alfonso Morcillo Díaz de Cevallos** *Servicio de Cultivos Textiles. M.A.P.A. Madrid*
- Luis Noelle Baucis (†)** *Centro Algodonero Nacional. Barcelona.*
- Jorge Durban** *Centro Algodonero Nacional. Barcelona.*
- Antonio Rodríguez Ocaña** *C.I.F.A. Córdoba.*

Parte II

- L. Verschraege** *Laboratorio de Tecnología Textil. Universidad de Gante. Gante (Bélgica).*
- Eric Hequet** *ICIRAD-CA. Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo. Departamento de Cultivos Anuales. Laboratorio de Tecnología Algodonera. Montpellier (Francia)*
- Justin Gutknecht** *IRCT. Instituto de Investigación de Algodón y Textiles. Montpellier (Francia).*
- Anja Schieth** *Zellweger Uster AG. Uster/Schweiz (Suiza).*
- Adolfo Borrero Fernández** *C.I.F.A. Las Torres y Tomejil. Alcalá del Río (Sevilla).*
- Leonardo Barahona Barcina** *Departamento Algodón. Tabladilla. Sevilla*
- Harvin R. Smith** *ICTRD. Centro Internacional para la Investigación y Desarrollo Textil. Universidad Texas Tech. Lubbock (Texas). USA.*

Parte III

- Juan Carlos Gutiérrez Mas.** *C.A.D.A. Las Torres y Tomejil. Alcalá del Río (Sevilla).*
- Francisco Márquez Portero** *CIFA. Córdoba.*
- Darío Rodríguez García** *CIFA. Las Torres y Tomejil. Alcalá del Río (Sevilla)*
- Juan Fuentes Luna** *Escuela T.S. Ingenieros Agrónomos y de Montes. Universidad de Córdoba.*
- Adolfo Borrero Fernández** *CIFA. Las Torres y Tomejil. Alcalá del Río (Sevilla)*
- Leonado Barahona Barcina** *Departamento Algodón. Tabiadilla. (Sevilla)*
- José Luis Calderón** *Algodonera de Palma S.A. Sevilla.*
- Manuel Alvarado Cordobés** *Servicio de Sanidad Vegetal. Sevilla*
- Manuel Cano Ruano** *Cooperativa Agrícola Cordobesa.de Cultivadores de Algodón. Córdoba.*
- Luciano Mateos** *CIFA-Cordoba*
- José Melero Vara** *C.S.I.C. Instituto de Agronomía y Protección Vegetal. Córdoba.*
- Pedro Vargas Piqueras** *CIFA-Cordoba*
- Jean-Yves Le Bourge** *Compañía Francesa de Desarrollo Textil. París (Francia)*

Parte IV

- Urania Kechagia Michailidou** *Instituto de Investigación de Algodón y Plantas industriales. Síndos (Salónica) (Grecia).*
- Leonardo Barahona Barcina** *Departamento Algodón. Tabiadilla. Sevilla.*
- Pedro Ruiz Avilés** *CIFA- Córdoba*
- Enrique Carreras Gallissá** *E.U.E.T.I.T. Universidad Politécnica de Cataluña. Tarrasa (Barcelona).*
- Michel Braud** *Coordinador de la Red Interregional de Investigación Cooperativa sobre Algodón de FAO. Torxé (Francia)*

Parte III

DETERMINANTES DE LA CALIDAD DEL ALGODÓN

III.1. Fisiología del Algodón	Juan C. Gutiérrez
III.2. Mejora genética.....	Juan C. Gutiérrez
III.3. Reguladores de crecimiento. Defoliantes	Darío Rodríguez
III.4. Modernas técnicas culturales	Francisco Márquez
III.5. Variedades	Adolfo Borrero
III.6. Sistemas de cultivo	Juan Fuentes Darío Rodríguez
III.7. Riego del Algodón	Luciano Mateos
III.8. Plagas del algodonero	Manuel Alvarado
III.9. Control biológico de plagas	Pedro Vargas
III.10. Enfermedades	José Melero
III.11. Recolección y almacenamiento del Algodón bruto	José L. Calderón
III.12. Manejo del Algodón bruto cosechado a máquina	Leonardo Barahona
III.13. Funcionamiento general de una factoría algodonera	Leonardo Barahona
III.14. Esquema de una desmotadora	Jean-Yves Le Bourge
III.15. Tipos de desmotadoras	Juan Cano
III.16. Secaderos, limpiadoras y equipo auxiliar. Subproductos	Leonardo Barahona
III.17. Efectos de los procesos de recolección y desmotado en la calidad de la fibra	Leonardo Barahona

P O N E N C I A S

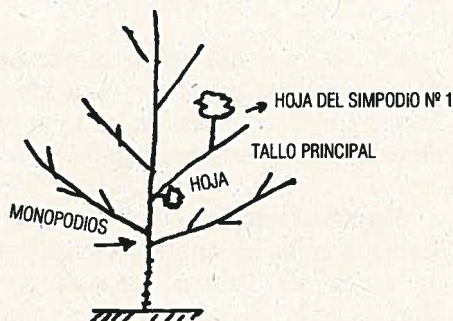
III.1.	Fisiología del Algodón	Juan C. Gutiérrez	405
III.2.	Mejora genética.....	Juan C. Gutiérrez.....	417
III.3.	Reguladores de crecimiento. Defoliantes.....	Darío Rodríguez.....	443
III.4.	Modernas técnicas culturales.....	Francisco Márquez.....	483
III.5.	Varietades	Adolfo Borrero	491
III.6.	Sistemas de cultivo.....	Juan Fuentes, Darío Rodríguez... ..	499
III.7.	Riego del Algodón.....	Luciano Mateos	519
III.8.	Plagas del algodonero.....	Manuel Alvarado.....	539
III.9.	Control biológico de plagas	Pedro Vargas	549
III.10.	Enfermedades	José Melero	565
III.11.	Recolección y almacenamiento del Algodón bruto	José L. Calderón.....	579
III.12.	Manejo del Algodón bruto cosechado a máquina	Leonardo Barahona	589
III.13.	Funcionamiento general de una factoría algodonera.....	Leonardo Barahona	597
III.14.	Esquema de una desmotadora.....	Jean-Yves Le Bourge.....	605
III.15.	Tipos de desmotadoras.....	Juan Cano.....	609
III.16.	Secaderos, limpiadoras y equipo auxiliar. Subproductos	Leonardo Barahona	613
III.17.	Efectos de los procesos de recolección y desmotado en la	Leonardo Barahona	621

calidad de la fibra

III.1. FISIOLÓGIA DEL ALGODÓN

JUAN CARLOS GUTIÉRREZ MÁS

FENOLOGÍA



5° Nudo: Monopodio
 6° " : "
 7°, 8°... : Simpodios

UNIDADES DE CALOR O GRADOS-DÍA.

$$DD_{60} = 60 \text{ } ^\circ\text{F} = 15.5 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Temperaturas umbrales

máx: 38 °C.
 mín: 15.5 °C

Es el Rango de
 Desarrollo sin problemas.

Cálculo de grados-día:

$$\frac{T. \text{ máx} + T. \text{ mín.}}{2} - 15.5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Este cálculo se realiza desde el día de la siembra, ya que germina y crece por acumulación de calor.

Siembra-emergencia:	5-20 días
Emergencia-botones:	27-60 "
Botones- 1ª Cápsula:	20-27 "
1ª Cap. a bola abierta:	45-65 "

Esto va a depender
 de la temperatura
 en la campaña.

La estación de crecimiento en High Plain de Texas es de 140 días, mientras que en California es de 195 días aproximadamente igual a España.

Los grados-día para medir la edad de la planta. Cada 4.6 °C. se dobla la velocidad de crecimiento de la planta. Crece a

doble velocidad a 30.5 °C. que a 20.5 °C. Este principio se mantiene hasta 30.5 °C. El meristemo principal produce un nuevo nudo cada 55 °F. hasta botones (3-5 días). El número de nudos del tallo principal va a depender del número de grados-día o unidades de calor.

Una planta corta de 15-18 nudos reproductivos habrá asimilado de 2.000 a 2.500 unidades de calor, expresados en °F., o sea de 1.110 a 1.390 en °C.

Una planta intermedia de 20-23 nudos habrá asimilado de 2.500 a 3.000 unidades de calor °F. ó 1.390 a 1.670 en °C.

Una planta grande (23-28 nudos), de 3.000 a 4.000 unidades de calor en °F. y de 1.667 a 2.220 en °C.

Al ser más larga la estación de crecimiento, mayor cantidad de unidades de calor y mayor cantidad de nudos, por tanto, mayor capacidad reproductiva. En Texas por ejemplo, la capacidad productiva es menor al tener una estación de crecimiento corta, de 140-145 días.

En California con variedades de tipo Acala

	°F	°C
1° Botón	450 unidades de calor	250
1ª Flor	900 " " "	500
1ª Cap. madura	1.800 " " "	1.000
1ª Cap. abierta	1.900 " " "	1.055

En la actualidad se está estudiando este tema en España. Nuestra media de unidades de calor en los tres últimos años desde el 15 de Abril al 30 de Septiembre es de 1.600 unidades °F. Es decir, estamos en el límite mínimo para el cultivo. En las zonas donde se utiliza el plástico, habría que sumarle las unidades de calor acumuladas bajo el plástico desde fecha de siembra hasta el 15 de Abril.

CRECIMIENTO Y DESARROLLO

DISTRIBUCIÓN EN SIMPODIOS:

- Las cápsulas de primera posición (junto al tallo principal) representan el 60% de la producción, para densidad de 150.000 plantas/Ha.
- Las de 2ª posición constituyen el 20% de la producción.
- Las de 3ª y demás, el 6%.

Un 12-14% se forman en ramas vegetativas o Monopodio.

Para densidades de 200.000 plantas/ha. las cápsulas de 1ª posición podrán constituir el 70-80%.

En definitiva, el 80% DE LA PRODUCCIÓN ESTÁ EN LAS CÁPSULAS DE 1ª Y 2ª POSICIÓN DE LOS SIMPODIOS. Las de 1ª y 2ª son más grandes, pesan más.

Es básico, incrementar la producción de cápsulas en primera y segunda posición. La retención por parte de la planta de estas cápsulas va a depender de:

Tipo de Variedad.- Son más eficientes las variedades de tipo columnar (Deltapine Acala 90, Crema, Cristina (Mª del Mar)... que las de tipo piramidal (Tradicionales).

Altura.- Cuánto más cantidad de nudos del tallo principal, más cápsulas de 1ª y 2ª posición conseguiremos. Es más eficiente el crecimiento en altura que en sentido lateral.

Hay que conseguir en definitiva incrementar el Índice de Cosecha (Harvest Index). Este índice viene dado (expresado en materia seca) por la relación entre el peso de algodón bruto y el peso total de la **parte aérea** de la planta.

En cuanto a la calidad del algodón en relación a la distribución de las cápsulas:

1ª y 2ª posición: - *Fibras más largas* (1ª posición más larga que media y 2ª posición, longitud media)

- *Son más uniformes.*
- Tienen menos proporción de fibra corta.
- Mayor resistencia.
- Mayor micronaire.
- Mayor tamaño de cápsula.

En cuanto a la calidad de la semilla, las cápsulas de 1ª y 2ª posición tiene una mayor germinación en frío. Un buen índi-

ce de germinación en frío (Cool-Index) a 18 °C., induce a un buen vigor. En España se realiza el Warm Index (a 30 °C.). En USA se dan ambos índices. Se considera que el lote es bueno cuando la suma de ambos es mayor de 140.

UNIDADES DE CALOR Y PRODUCCIÓN

La primera flor se produce a 900 °F (500 °C) unidades de calor.

La floración producida entre 900 °F (500 °C) y 1.100 °F (610 °C) unidades de calor puede producir el 23% de la producción.

La ocurrida entre 1.100 y 1.300, el 37 % de la producción.

La ocurrida entre 1.300 y 1.600, el 24 % de la producción.

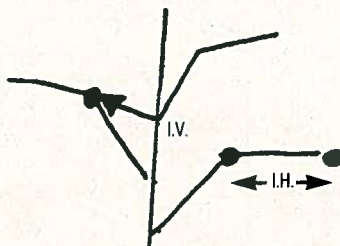
La ocurrida entre 1.600 y 1.900, el 11 % de la producción.

HAY QUE TENER MÁXIMO CUIDADO CON LA FLORACIÓN OCURRIDA ENTRE 900 (500= Y 1.600 (890) UNIDADES DE CALOR para retener la mayor parte de estas cápsulas.

Las cápsulas bajas presentan menor calidad por sombreado. La máxima calidad y cantidad se consiguen entre el 11° y 15° nudo. Es imprescindible favorecer la retención con un buen manejo.

INTERVALOS DE FLORACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL.

Los datos que se dan a continuación son medios, pudiendo estar influidos por medio ambiente y variedad (genético).



I. H. = 6 días.

I. V. = 3 días.

Intervalo Horizontal.- Tiempo que transcurre entre una flor y la siguiente del mismo simpodio: 6 días.

Intervalo Vertical.- Tiempo que transcurre entre flores de la misma posición y simpodios consecutivos: 3 días.

La precocidad es un factor genético y viene dado por el tiempo de maduración de cápsulas y porque toda la floración se haga en intervalo corto de tiempo. Las formaciones columnares disminuyen este intervalo en relación a la piramidal.

UNIDADES DE CALOR POSTERIORES A LA SIEMBRA.

Temperatura mínima de germinación: 12 °C.

Temperatura óptima de germinación: 33-36 °C.

La semilla seca es altamente resistente al frío. Sin embargo, cuando la sembramos y se hidrata, la sensibilidad es máxima, no aguantando temperaturas inferiores a 10 °C.

Las unidades de calor acumuladas (al aire libre) en los 5 días posteriores a la siembra explican el 33% del rendimiento. Así para optar a rendimientos normales, se ha de acumular en estos días un mínimo de 20 (11) U.C. y para optar a rendimientos altos se ha de acumular del orden de 30 (16) U.C.

En nuestra zona se acumularon el los 5 primeros días:

	Siembra 1 Abril	Siembra 1 Mayo
Año 89	3'3	30
Año 90	14'4	22'7
Año 91	1'9	3

Estos datos nos indican que la siembra bajo plásticos es muy conveniente para conseguir este fin.

En USA, dan predicciones de temperatura del suelo para los próximos 5 días.

Emergencia: 7-10 días: Excelente
 11-14 « : Buena
 14-20 « : Mediocre
 > 20 « : Inaceptable

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN EL POLEN

Temperaturas máximas por encima de 32 °C durante varios días antes de la antesis provoca menor fecundación por esterilidad del polen.

Polen recogido a las 13 h. y almacenado a temperatura ambiente durante 24 h. pierde el 95% de viabilidad para la fecundación. No sobrevive a períodos de congelación (-5 °C) durante 4-5 horas.

MAPEO DE LA PLANTA

La planta produce cápsulas hasta que no puede suministrarse más carbohidratos, produciéndose *el cese total* del crecimiento o *Cut-Out* de la planta, estado totalmente fisiológico, y que es bueno que ocurra, pero *en su momento y nudo correspondiente*.

Al Cut-Out se puede llegar de forma natural, fisiológica, o por un stress debido a fertilización, agua de riego, entomológico, etc. Las variedades más precoces producen antes el Cut-Out.

En caso de que haya un exceso de carbohidratos, N, agua y/o insectos que ataquen la parte baja de la planta, se producirá una planta grande, con mucho sombreamiento y habrá caída de botones y cápsulas de abajo. La producción se dará en la parte alta de la planta, provocando mermas de producción y menor precocidad.

El *Mapeo* es un instrumento que podemos utilizar para cuantificar el desarrollo del fruto y la retención (dónde se retiene y porqué).

El mapeo nos va a detectar problemas de retención, que habrá que analizar si son debidos a sombreamiento, insectos, exceso de carbohidratos, o si está cerca del cut-out, para poder actuar rápidamente.

El mapeo se puede hacer durante el cultivo varias veces y se convierte en una referencia para siguientes actuaciones.

Del 9º al 14º nudo reproductivo se da mayor retención de cápsulas. Debe ser al menos del 55-60%.

A partir del nudo 15º, al abscisión es mayor.

A mayor densidad de siembra, se produce más sombreamiento por lo que la retención es menor.

En variedades más precoces la retención ocurre en nudos más bajos (5º al 9º).

Nuestro objetivo debe ser:

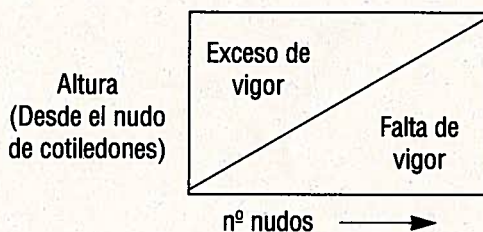
- Retener el 90% de los botones a flores.
- Retener el 50-60% de los botones a cápsulas.

INDICES DEL MAPEO

A) Índice de Vigor

1.- Relación nudos/altura.- Viene marcado por la relación entre el nº de nudos del tallo principal y la altura de la planta.

Se debe hacer para cada variedad y zona la curva ideal.



Ejemplo:

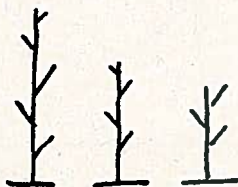
Cristina (M ^a del Mar)	:1'34 m.	→ 19 nudos simp.	→ 29 nudos totales
Tabladilla 16	:1'13	→ 17'7 " "	→ 26'2 " "
C - 310	:1'22	→ 17'2 " "	→ 26'7 " "

2.- Relación de alturas.- Relación entre altura real y altura óptima (Desde el nudo de cotiledones).

$$\frac{\text{Altura real}}{\text{Altura óptima}} = R : \begin{cases} R > 1: \text{Demasiado vigorosa} \\ R < 1: \text{Poco vigorosa} \end{cases}$$

Con este índice debemos llevar a floración con valor lo más cercano posible a 1.

Cada variedad tiene su altura óptima. En la práctica ésta puede estar limitada por el n° de unidades de calor, el número de nudos y el vigor.



Si la planta no llega a la altura óptima, se produce un descenso del rendimiento.

Los índices de vigor sólo se utilizan hasta floración. Para cada variedad se puede utilizar el 1º. El 2º (R. de alturas) para cada variedad y zona.

B) Índice del número de nudos por encima de la flor blanca.

Este índice es el que se utiliza en el Mapeo a partir del inicio de la floración. A partir de este momento el vigor tiene menos importancia; este nuevo índice nos va a ir indicando hasta el final del cultivo, la cercanía del cut-out. Último nudo: el que tiene una hoja expandida de tamaño de 3 cm.

El manejo de este índice se basa en dos instantes que son claves:

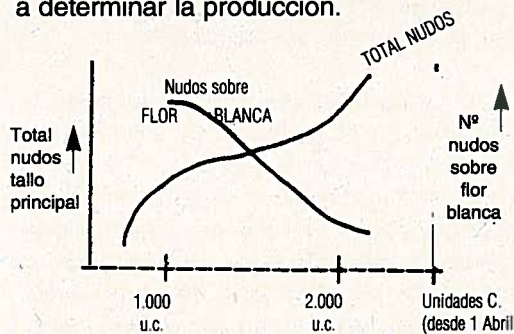
1º Cuando la planta produce la primera flor blanca 500 °C (900 U.C. °F) * debe haber 10-11 nudos desde la inserción de este simpodio, al ápice del tallo principal.

Si hay más, la planta es muy vigorosa, está viciada y hay que frenarla usando reguladores de crecimiento. Si hay menos, tenemos que activarla con agua, N, etc.

2º Cuando al observar la planta en el campo sólo vemos 4-5 nudos sobre la flor blanca, el cut-out es inminente.

A mediados de floración debe haber 8 nudos sobre flor blanca.

Entre la primera flor blanca, que debe estar situada a 10-11 nudos del ápice de la planta, y la flor blanca que aparezca situada a 4-5 nudos del ápice (cut-out inminente), va a estar toda la producción de la planta. Entre estos dos momentos, el número de nudos situados desde el ápice de la planta y las nuevas flores blancas aparecidas, será paulatinamente menor, debido a que la velocidad de formación de nudos es menor que la de aparición de flores blancas. Resumiendo, el manejo de la planta en este tramo, nos va a determinar la producción.



Si el cut-out, se adelanta, cesa el crecimiento pudiendo ocurrir luego, un rebrote.

* Dato a comprobar

En el momento de la recolección debe haber órganos fructíferos en los últimos nudos para evitar rebrotes (90% de retención de botones en los últimos 5 simpodios).

CONSECUENCIAS DE MALA RETENCIÓN

- Poca retención en la parte baja de la planta provoca mayor crecimiento de ésta originando producción tardía, y sombreadamiento.

- poca retención en parte alta de la planta provoca rebrotes. Causas del rebrote:

- a) Cut-Out prematuro debido a: stress hídrico, exceso pix, falta N, araña roja.
- b) Exceso de agua al final de ciclo.
- c) Exceso de N al final de ciclo.

El rebrote no actúa como simpodio, sino como tallo principal.

La retención óptima de cápsulas debe ser del 60% y en los últimos 5 nudos debe ser de botón a flor en torno al 90%.

MANEJO PARA UNA MAYOR RETENCIÓN.

La retención depende fundamentalmente de dos factores: la variedad y sobre todo del manejo que se dé al cultivo.

1) Variedad: Las de menor altura, tienden a retener más en nudos bajos (variedades precoces).

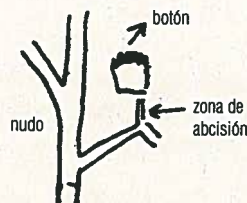
2) Manejo: Los factores más importantes en el manejo del cultivo son:

a) Reguladores: Pix incrementa la retención de las cápsulas. En USA se dice que es conveniente mantener 10 p.p.m. de Pix en la planta en todo momento de su crecimiento. El Pix cobra mayor importancia, cuanto más vigor tiene la planta, y más corto es el periodo de crecimiento. Variedades poco vigorosas y ciclo corto, no lo requieren.

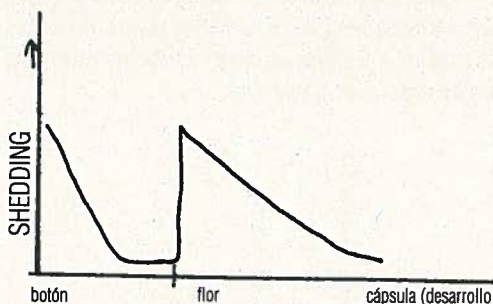
b) Nitrógeno: Si abusamos, originará mayor crecimiento vegetativo, mayor sombreado y menor retención en nudos bajos.

c) Agua: Efectos similares al nitrógeno.

CAÍDA DE FLORES Y FRUTOS (SHEDDING)



Al principio de formación del botón y de la cápsula (recién cuajado) es cuando hay mayor riesgo de caída por mayor producción de etileno y ácido abscísico en competencia con ácido giberélico.



Al crecer la cápsula, se frena la abscisión, por producirse el fenómeno hormonal contrario.

La caída puede ser natural como mecanismo de autorregulación de la planta o puede estar causada por:

- 1.- Stress hídrico o de temperatura.
- 2.- Exceso o falta de agua.
- 3.- Exceso de nitrógeno.
- 4.- Problemas de fotosíntesis (sombreados).
- 5.- Enfermedades: Verticilosis.
- 6.- Insectos.

DENSIDAD DE SIEMBRA.

Densidades mayores, provocan retenciones en la parte alta con producción más tardía. Pasar de una densidad de

50.000 plantas/ha. a 140.000 plantas/ha., supone empezar la retención en un nudo superior, implicando un atraso de unos 7 días. Las altas densidades provocan ahilamiento cuando son pequeñas pero al final de ciclo la altura es menor que en densidades bajas.

Con problemas de salinidad y verticilosis (Marismas) hay que ir a densidades en cosecha de 150.000 plantas.

En suelos arenosos, la densidad debe ser menor respecto a arcillosos en 13.000 - 15.000 plantas/ha.

EFFECTOS DE LA ALTA DENSIDAD.

- Mayor competencia entre plantas provoca menor altura.
- Con respecto a la fructificación, la precocidad disminuye.
- La retención en primera posición, aumenta con mayores densidades:

A 50.000 plantas/ha.: 48% cápsulas retenidas en 1ª posición y 12'5% en ramas vegetativas.

A 150.000 plantas/ha.: 71% en primera posición y 2'1% en ramas vegetativas.

DISTANCIA ENTRE SURCOS

Se trata de un tema muy investigado en USA. Como consecuencia se está pasando de 1 metro (40 pulgadas) a 75 cm. (30 pulgadas) con incrementos de rendimiento comprendidos entre 10-15%.

Esta transformación se está realizando en base a variedades de tipo columnar (mucho crecimiento vertical y poco lateral). En estas variedades la relación entre peso de algodón bruto y peso total de la parte aérea (índice de cosecha o Harvest Index) es mayor:

Variedades antiguas: HI = 0'16
Deltapine 141: HI = 0'30

En la segunda, las ramas son más pequeñas, entra mejor la luz y por tanto la eficacia fotosintética es mayor dando lugar también a mayor retención.

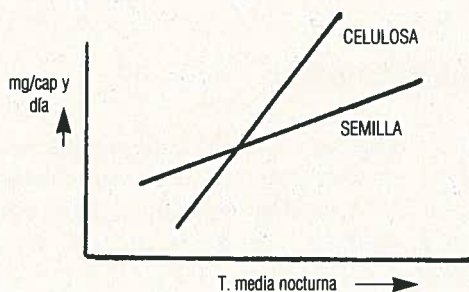
El manejo del Pix en este sistema es fundamental.

TEMPERATURA

Los componentes que regulan la temperatura de la planta son:

- Luz del sol.
- Calor y humedad del aire.
- Flujo de agua en el suelo.

Las altas temperaturas nocturnas, mayores de 26 °C provocan mayor consumo de carbohidratos y mayor respiración, no pudiendo enfriarse la planta por clausura parcial de las estomas, pudiendo ocurrir alguna noche que la temperatura de la planta sea mayor que la del ambiente.



En la madurez de las cápsulas (a final del ciclo) ocurre que a mayores temperaturas nocturnas, va más peso a celulosa (fibra) que a semilla.

El algodón encuentra su óptimo desarrollo en la banda comprendida entre 23'3°C y 32'2°C (abriendo y cerrando estomas). La planta tiende a que su temperatura sea menor que la del ambiente, con su mecanismo de apertura y cierre de estomas.

CONSECUENCIAS DE LAS TEMPERATURAS ALTAS.

1) Durante la noche, la temperatura umbral es de 26'6 °C. Si estas temperaturas altas coinciden con el máximo de la floración (50%) va a ocurrir un Shedding total y absoluto.

2) Un exceso de temperatura provoca empeoramiento de funciones fisiológicas y disminuye el rendimiento/ha.

3) El algodón necesita temperaturas distintas (contraste) de noche y de día. En invernadero, se han tenido plantas con temperatura constante de 29 °C. y han producido flores anormales.

4) Pueden producir esterilidad del polen.

5) La calidad es menos sensible a altas temperaturas que el rendimiento/ha. El micronaire es mayor.

6) Acortan el periodo de maduración de las cápsulas.

CONSECUENCIAS DE BAJAS TEMPERATURAS

El tiempo frío es malo en toda época para todo: crecimiento, caída, maduración cápsulas, etc.

MICRONAIRE.

Durante un tiempo la tendencia del micronaire fue aumentar. En la actualidad se persigue un bajo micronaire pero con buena madurez. En la actualidad, ante bajadas de micronaire a 3'5 - 3'8, lo normal es sospechar que haya problemas de madurez de la fibra.

Secciones de Fibra: alto micronaire y buena madurez



La maduración de cápsulas con temperaturas nocturnas frías provoca falta de madurez de la fibra que se traduce en un bajo micronaire.

En secano el micronaire es siempre mayor.

CAUSAS AMBIENTALES DE BAJAS DE MICRONAIRE

Ejemplos aclaratorios:

1) Stress a mediados del proceso de crecimiento de las cápsulas, acortando su ciclo dando lugar a micronaires de este tipo:

Cápsulas de abajo:	4'6	
« del medio:	3'5	afectadas
« de arriba:	2	

2) Temperaturas bajas y tiempo húmedo y fresco a mediados del proceso de madurez de las cápsulas originan los siguientes tipos de micronaire:

Abajo:	4'8	
Medio:	4	afectadas
Arriba:	3'5	

3) Exceso de carbohidratos en plena floración, con desarrollo posterior normal.

Cápsulas de abajo: 4'4

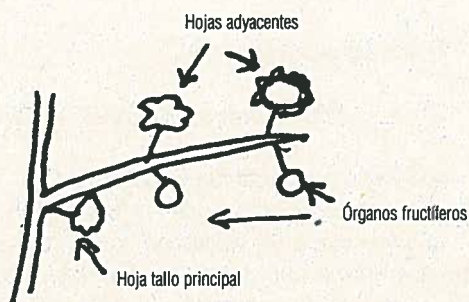
Cápsulas de en medio: no existen, por caída como consecuencia del exceso de carbohidratos (ha habido abscisión)

Cápsulas de arriba: 4'5

Actualmente se premian en USA micronaires comprendidos entre 3'7 y 4'2 con buen índice de madurez.

HOJAS: FOTOSÍNTESIS

La pérdidas de ambos cotiledones en 1ª semana provocan plantas de menor vigor y más tardías. Si ocurre más tarde, el problema es menor.



Las mayores fuentes de carbohidratos son: bracteas, hojas del tallo principal, hojas adyacentes y hojas de la parte alta de la planta. Al total del peso de una cápsula de 1ª posición la hoja adyacente contribuye en un 50%, la del tallo principal con un 35% y bracteas y hojas altas, al resto.

Provisión de Alimentos en Órganos Fructíferos en 1ª Posición

ÓRGANOS SUMINISTRADORES

Estadio	Bractea	H. Tallo Ppal.	H. Adyacente	H. Altas de la Planta
Botón	si*	no	no	no
Botón grande	si	si*	si	no
Cápsula Pequeña	si	si*	si*	no
Cápsula Mediana	si	no	si*	no
Cápsula Grande Maduración	no	no	si	si*

* Constituye la fuente principal de alimentos.

La mayor demanda de carbohidratos ocurre cuando la cápsula tiene 20-30 días de edad.

En cada estadio existen una o dos fuentes principales de carbohidratos: La muestra para análisis foliar ha de ser cogida de la fuente principal.

En general, la mayor fuente de carbohidratos es una hoja recientemente expandida y bien iluminada.

Hoja de 16-18 días: máxima capacidad de fabricar carbohidratos.

A mediados de la estación de crecimiento, la hoja más activa es la situada a 5 nudos de ápice del tallo principal, mientras que la situada en el nudo 13 desde el ápice ya ha envejecido. Las hojas situadas entre ambos debemos procurar que estén sanas.

Hoja de 25 días: Comienza a declinar.

Hoja de 60-65 días: Eficacia prácticamente nula.

Eficacia fotosintética del algodón: 1'3% (alto).

Eficacia fotosintética maíz y sorgo: 3'5% (altísimo).

No hay correlación entre producción y fotosíntesis.

FOTOSÍNTESIS Y MICROCLIMA

La mayor producción de las nuevas variedades se debe entre otras causas a que tienen un mayor Índice de Cosecha (Harvest Index), por tener una mayor eficiencia fotosintética debido a:

- Que la luz llega mejor a sus hojas (Variedades columnares).
- Mayor eficiencia intrínseca de sus hojas.

Estas variedades tienen en general un menor Índice de Área Foliar (Leaf Area Index)

$$LAI = \frac{m^2 \text{ hojas}}{m^2 \text{ suelo}} \quad \text{óptimo: } \left\{ \begin{array}{l} \text{secano: LAI} = 3 \\ \text{riego: LAI} = 5 \end{array} \right.$$

La eficacia fotosintética de las hojas va a depender de:

1) Luminosidad. Un mayor crecimiento vegetativo va a producir sombreos y va a evitar que la luz llegue a partes bajas.

Ejemplo: Datos de luz que llega a un órgano fructífero de primeros simpodios:

11 Julio (Flor): 10% luz inicial
 30 Julio (Cap. media): 6% luz inicial
 10 Agosto (Cap. grande): 4-5% luz inicial
 22 Agosto (Cap. madura): 4% luz inicial

Esta cápsula de primera posición a partir de que es grande va a tener aportes de carbohidratos de hojas de partes altas de la planta. Sin embargo, la de 2ª posición va a tener más problemas porque al ser mediana, sus fuentes de carbohidratos van a estar más sombreadas, a densidades normales.

En orden a conseguir mayor luminosidad la orientación de los líneas N-S es la mejor.

2) Temperaturas. La eficacia fotosintética más alta se da entre 23 y 32 °C. de temperatura. Una fotosíntesis cesa a 55 °C.

3) Evaporación-transpiración. Es muy importante que la hoja pueda enfriarse (evaporación). Constituye un problema el cierre parcial de estomas cuando las temperaturas nocturnas son altas. Con un exceso de humedad relativa, no hay transpiración y la hoja no se enfría. (No es normal en la zona).

4) Intercambio de gases. Transferencia de gases tanto CO₂, como vapor de agua (enfriamiento). En los días de mucho calor, el movimiento de aire (brisas) es muy bueno, porque contribuye a refrigerar las hojas.

RIEGO

Los riegos deben ser de poco caudal y frecuentes. Hay que evitar riegos de alta saturación, que desplazan el oxígeno del suelo y pueden ocasionar problemas de caída.

STRESS HÍDRICO

Poca agua en el suelo.

En la planta al darse un stress ocurre:

- a) Reduce la actividad metabólica.
- b) disminuye la tasa de transpiración.
- c) Disminuye la actividad fotosintética, aunque nunca cesa ni se cierran las estomas, como queda probado en el de secano.

ESTE COMPORTEAMIENTO DE LA PLANTA TRAE CONSIGO:

- 1) Menor número de nudos y menor nº total de ramas fructíferas.
- 2) Mayor retención relativa.
- 3) Caída de botones.
- 4) Menor rendimiento, perjudicando más a éste que a la calidad.
- 5) Disminuye el L.A.I.
- 6) Aumenta el Índice de Cosecha en relación a la biomasa total producida.
- 7) en la fibra:

- Mayor micronaire.
- Menor longitud de fibra.
- Menor elongación.
- Mayor % de fibras cortas.
- Menor homogeneidad.

Para estas situaciones, se puede mantener la eficacia de la fotosíntesis con variedades de

- Mayor longitud de raíz.
- Mayor turgencia que mantendrán mayor actividad fotosintética más tiempo.

La caída de botones después de un riego, ocurre porque se aumenta el metabolismo en la zona de abscisión, cuando previamente ha habido un stress por falta de riego.

FERTILIZACIÓN

Nitrógeno. Sus efectos tienen relación con el número de cápsulas formadas y el LAI. Sin embargo su efecto sobre el peso de las cápsulas es pequeño.

EL DÉFICIT DE N EN SUELO PROVOCA:

- Aumento de precocidad.
- Caída de cápsulas.
- Disminución del LAI.
- Pequeña disminución del peso de fibra y semilla.
- En la fibra: Mayor micronaire y mayor madurez.

CARACTERÍSTICAS NO AFECTADAS:

- Nudo de la 1ª flor.
- Nudo de la 1ª cap. abierta.
- Intervalo de floración.
- Número de semillas por cápsula.

En Texas el aporte N es de 120 UF/ha. y en California de 240. En España la fertilización óptima es 240 en riego.

En la zona del Mississippi, la capacidad de cambio catiónico lo multiplican por 3 y el resultado es el abonado N a aplicar expresado en libras/acre.

La utilización de urea cuando no hay alta actividad fotosintética lleva consigo el riesgo de que se convierta en amonio, tóxico para la planta.

Fósforo. Tiene relación directa con la transferencia de energía. Las micorrizas ayudan a su absorción, dándose en el algodón una alta dependencia de estos órganos para su absorción. Sobre este tema hay pocos conocimientos.

Potasio. Está involucrado en la formación de carbohidratos y en la calidad de la fibra.

REGULADORES. EFECTOS DEL PIX.

- 1) Supresión del alargamiento de las células. Reducción en un 5-10 % del LAI.
- 2) Planta más baja, estrecha y pequeña.
- 3) A dosis de 0,5 l./ha. a principios de floración induce a una reducción total de un 8-15%. A un litro, reducción de un 20%.

4) Su efecto en la retención de cápsulas es diferente según tramos de la planta.

Entre nudos 6 y 12 se incrementa la retención en un 15%

Por debajo, y sobre todo por encima, el incremento de retención es menor.

5) Se incrementa la retención en cápsulas de 1ª posición.

6) No detiene el rebrote.

7) Cuanto más larga es la estación de crecimiento, menos necesidad hay de él. Altas dosis en una estación de crecimiento larga, impide el máximo potencial reproductivo, con pérdidas de rendimiento. Es muy necesario, en variedades de ciclos muy ajustados a la estación de crecimiento.

8) Dosis muy altas (2 l.): Mayor retención en nudos bajos, con disminución de producción.

Dosis medias (1 l.), mayor retención en zona media.

MANEJO PARA INCREMENTO DE CALIDAD DE FIBRA

Longitud. Depende de la variedad y del manejo. La longitud de la fibra consigue a los 16-20 días siguientes a la floración. Ningún factor (stress hídrico, deficiencia en potasa, altas temperaturas), que influya negativamente a partir de esta fecha (cap. aún pequeñas), afectará ya a la longitud.

Micronaire y madurez. Son aspectos menos afectados por la variedad que por el manejo. A partir de 24º día después de la floración, la fibra adquiere espesor por deposición de anillos de celulosa, en la pared secundaria. Esta fecha coincide con máximo grosor de la cápsula.

Resistencia. Con respecto a este parámetro, la variedad tiene más importancia que el manejo. Los efectos del medio ambiente en la resistencia de la fibra no se conocen bien, aunque se sabe que:

- La deficiencia en potasio puede disminuirla, hasta 2 g/tex.

- Procesos físicos y microbianos pueden disminuirla cuando la fibra está expuesta a la intemperie.

III.2. MEJORA GENÉTICA DEL ALGODÓN GOSSYPIMUM HIRSUTUM L

JUAN CARLOS GUTIÉRREZ MÁS

EL GÉNERO GOSSYPIMUM

El género *Gossypium* que incluye a todos los algodones del mundo dispone de 39 especies (Fryxell, 1984) de las cuales 33 son diploides ($n=13$) y 6 tetraploides ($n=26$).

Las especies cultivadas son cuatro, dos diploides procedentes del viejo continente *G. arboreum* y *G. herbaceum* y dos tetraploides procedentes del nuevo continente *G. hirsutum* y *G. barbadense*.

Las especies diploides silvestres no disponen de fibra en la semilla y se encuentran divididas en tres grupos geográficos (Frysell, 1984).

Grupo Australiano: Incluye 11 especies distribuidas algunas en los desiertos centrales y otras en la costa noroeste.

Grupo Afroarábico: Incluye 8 especies y 1 subespecie. Se encuentra ampliamente distribuido entre África y la península Arábiga. una especie se encuentra en las islas de Cabo Verde y las otras se extienden desde el este de África hasta Pakistán.

Grupo Americano: Incluye 12 especies, 10 de las cuales se encuentran en la parte oeste de México (una llega hasta Arizona USA) y las otras dos en Perú e Islas Galápagos respectivamente.

La distribución de las especies diploides puede observarse en la tabla 1.

Las especies diploides están convencionalmente divididas en 7 grupos genómicos, basados en afinidades citológicas (Endrizzi et al, 1985).

Genomio A Se encuentra en las especies asiáticas cultivadas *G. herbaceum* y *G. arboreum*.

Genomio B África.

Genomio C Australia.

Genomio D América

Genomio E Arabia, Somalia y África del Este.

Genomio F 1 especie africana.

Genomio G 1 especie australiana.

En la tabla 1 pueden observarse las distintas especies del género, con su genomio y su distribución geográfica. (Endrizzi et al, 1984.).

Las especies tetraploides son alotetraploides que disponen todas de los genomios A y D como resultado del cruzamiento entre dos especies diploides y posterior duplicación del número cromosómico. Todas disponen de fibra en la semilla y se encuentran en el continente americano.

Las especies silvestres son perennes en el trópico y no pueden soportar heladas.

Tabla 1. Tomada de Endrizzi ET AL (1984)

Especies	Grupo genómico	Distribución
1. Diploides (2n=2x=26)		
<i>G. herbaceum</i> L.	a1	Old World cultigen
<i>G. h. var. africanum</i> (Watt) Mauer	A1	África
<i>G. Arboreum</i> L.	A2	Old World cultigen
<i>G. anomalum</i> Wawr. & Peyr.	B1	África
<i>G. triphyllum</i> (Harv. & Sand) Hochr.	B2	África
<i>G. capitis-viridis</i> Mauer	B3	Islas Cabo Verde
<i>G. sturtianum</i> J H Willis	C1	Australia
<i>G. sturtianum var. nandenwarensis</i> (Derera) Fryx.	C1-n	Australia
<i>G. robinsonii</i> F. Muell	C2	Australia
<i>G. australe</i> F. Muell	-*	Australia
<i>G. costulatum</i> Tod.	-	Australia
<i>G. cunninghamii</i> Tod.	-	Australia
<i>G. nelsonii</i> Fryx	-	Australia
<i>G. pilosum</i> Fryx	-	Australia
<i>G. populifolium</i> (Benth) Tod.	-	Australia
<i>G. pulchellum</i> (C.A. Gardn) Fryx.	-	Australia
<i>G. thurberi</i> Tod.	D1	México, Arizona
<i>G. armourianum</i> Keam.	D2-1	México
<i>G. harknessii</i> Brandg.	D2-2	México
<i>G. klotzschianum</i> Anderss.	D3-k	Galapagos Islands
<i>G. davidsonii</i> Kell.	D3-d	México
<i>G. aridum</i> (Rose & Standl) Skov.	D4	México
<i>G. raimondii</i> Ulbr.	D5	Peru
<i>G. gossypioides</i> (Ulbr.) Standl.	D6	México
<i>G. lobatum</i> Gentry.	D7	México
<i>G. laxum</i> Phillips.	D8	México
<i>G. trilobum</i> (DC.) Skov.	D9	México
<i>G. turneri</i> Fryx.	-	México
<i>G. stocksii</i> Mast. ex Hook.	E1	Arabia
<i>G. somalense</i> (Gurke) Hutch.	E2	Arabia
<i>G. areysianum</i> (Defl.) Hutch.	E3	Arabia
<i>G. incanum</i> (Schwartz) Hillc.	E4	Arabia
<i>G. ellenbeckii</i> (Gurke) Mauer.	-	África
<i>G. longicalyx</i> Hutch. & Lee.	F1	África
<i>G. bickii</i> Prokh.	G1	Australia
2. Alotetraploides (2n=4x=52)		
<i>G. hirsutum</i> L.	(AD)1	America Central
<i>G. barbadense</i> L.	(AD)2	America del Sur y Central America
<i>G. tomentosum</i> Nutt. ex Seem.	(AD)3	Hawaii
<i>G. mustelinum</i> Miers ex Watt	(AD)4	Brasil
<i>G. darwinii</i> Watt	(AD)5	Islas Galapagos
<i>G. lanceolatum</i> Tod.	(AD)	México

* (-) indica que el genomio no ha sido determinado. El estado de las especies de *G. lanceolatum* necesita verificación experimental.

Generalmente son fotoperiódicas y necesitan una larga estación de crecimiento.

ESPECIES CULTIVADAS

G. arboreum *G. herbaceum*

India, Pakistán 4% producción mundial fibra menor de 21 mm.

G. barbadense

Egipto, Perú, Sudán, USA y URSS. 5% producción mundial. Fibra extralarga mayor de 34,9 mm.

G. hirsutum

Más del 90% de la producción mundial. Grandes productores son China, Rusia, USA, India, Pakistán, Brasil, etc. La longitud de fibra es intermedia entre las especies anteriores. En USA las variedades varían de un mínimo de 1 pulgada (25,4 mm.) a 1 3/16 pulgadas o 30,2 mm.

ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DE LOS TETRAPLOIDES CULTIVADOS

Las especies tetraploides como ya se ha dicho anteriormente son anfidiploides naturales que contienen los genomios A y D como resultado de dos especies diploides y posterior duplicación cromosómica.

Gerstel (1953) identificó a *G. herbaceum* como el donante del genomio A y Phillip (1962) a *G. raimondii* como la especie conocida más estrechamente relacionada con la contribución del genomio D. El tiempo y lugar de origen de los anfidiploides ha sido y es tema de discusión ya que *G. herbaceum* no existe en el nuevo mundo. Se piensa que su origen se encuentra antes de la separación de los continentes americano y africano o bien se puede deber a una introducción por el hombre de *G. herbaceum* en América del Sur. Actualmente se admite que el origen de los anfidiploides es monofilético, es decir de origen común (Endrezzi et al 1984) y que tuvo lugar al comienzo del pleistoceno en el norte de Sudamérica

debido probablemente a haber alcanzado esta zona un propágulo africano donante del genomio A (Phillips, 1976).

Actualmente *G. barbadense* crece silvestre en las costas de Perú y Ecuador y quizás en las islas Galápagos. (Lee, 1984). *G. hirsutum* en sus formas silvestres está distribuido en las áreas más áridas de meso América y sur y norte América, siendo las poblaciones silvestres raras y ampliamente dispersas. Todas crecen en alrededores de playas o están confinadas en pequeñas islas (Lee, 1984).

Restos arqueológicos de *G. barbadense* se encontraron en Ancon-Chillón en Perú datados de 2500 a 1750 años AC (Lee, 1984). Este lugar parece ser uno de los lugares donde el algodón fue domesticado. Los restos más antiguos arqueológicos de *G. hirsutum* se han encontrado en México en el Valle de Tehaucan datados de 3500 a 2300 años AC y parecen ser ya formas domesticadas (Smith, Stephens 1971). Según parece *G. hirsutum* fue domesticado en dos o quizás tres áreas separadas (Lee, 1984). Actualmente se admite que el tronco de las modernas variedades upland proceden de un Centro de diversidad cerca de la frontera de México con Guatemala (Hutchinson et al, 1947). Las formas domesticadas de *G. hirsutum* var. *marie galante* parecen derivar de un Centro de origen en el norte de Colombia o por introgresión de *G. hirsutum* con *G. barbadense*. (Stephens, 1967). El tipo *punctatum* de *G. hirsutum* el más ampliamente distribuido de las formas silvestres de *G. hirsutum* parece disponer de un origen diferente de las variedades upland y del tipo *marie galante*.

Centrándonos en *G. hirsutum* las formas silvestres habitan en general regiones donde la lluvia es estacional, ocurriendo la mayor parte de las veces en verano (Lee, 1984).

Estos algodones son arbustos o pequeños árboles perennes con la 1ª rama fructífera en el 15º nudo o superior, con tamaño de fruto pequeño y son gene-

ralmente fotoperiódicos, necesitando días cortos para florecer.

La pérdida de la sensibilidad a días cortos y posterior paso a día neutro permanece en el tiempo y lugar como un misterio (Lee, 1984) pero parece que ocurrió en latitudes tropicales o cerca de ellas. Parece ser que al principio de la domesticación los algodones perennes eran los utilizados dentro de la agricultura de subsistencia pasándose a formas anuales al pasarse a una agricultura más intensiva. Hutchinson et al (1947) opinan que el algodón se fue introduciendo en zonas de mayor altitud en meso América teniendo como resultado una selección para que el fruto se formara durante una parte del ciclo vegetativo disminuyendo con esto la sensibilidad a días cortos.

TIPOS DE ALGODÓN

G. hirsutum L.

Dentro de la especie se encuentran en la actualidad material cultivado y silvestre.

Podemos considerar tres grandes zonas dentro de *G. hirsutum*

- **Marie galante.** Es perenne y se encuentra en las costas del mar de las Antillas y en Brasil como forma cultivada (algodón Moco). Fue la base de los primeros cultivos antillanos.

- **Punctatum.** Es anual y se encuentra en el golfo de México del Yucatán a la Florida y en las Bahamas. Pertenece a este tipo el algodón Hopi de Arizona.

- **Latifolium.** Es anual y originaria de México y Guatemala. Actualmente se cultiva en Brasil. Parece ser que esta raza fue el origen de los modernos algodones upland.

ORIGEN DE LAS VARIEDADES UPLAND

La mayor parte del algodón cultivado en la actualidad corresponde al denomi-

nado tipo upland americano o sus formas derivadas (Niles, 1980).

Este tipo de algodón parece que procede de la raza *latifolium* e hizo su aparición a mediados del siglo XVIII en el sureste de los Estados Unidos, debido probablemente a introducciones de origen mexicano (Phillips, 1976). El algodón *Sea Island* (*G. barbadense*) fue igualmente introducido en las regiones costeras de South Carolina del Sur y Georgia aproximadamente en 1785 (Brown, Mare, 1958). El algodón *hirsutum* introducido era normalmente de semilla con borra de color verde frente al tipo *Sea Island* que era de semilla desnuda, de forma que en su tiempo uno era conocido como el de semilla verde (con borra) y el otro como de semilla negra (desnuda). Probablemente por ser cultivado más al interior el algodón de semilla verde fue conocido con el nombre de *upland* (tierra alta) frente al *Sea Island* que era *Low land* (tierra baja). Los primeros stocks de semillas llegados a los Estados Unidos de semilla verde de procedencia mexicana eran denominados «Georgia green seed» (Hutchinson et al, 1947). Similares stocks fueron llevados por aquel tiempo al sudeste de Asia, llegando a ser conocidos estos algodones como «Cambodias» (Lee, 1984). Posteriormente en el siglo XIX fueron introducidos en los Estados Unidos formas mexicanas de semilla verde. Estos algodones llegaron también a conocerse como *upland* y se les dieron nombres como Mexican, Mexican Bur, Banana cluster, Río Grande y Alvarado (Brown, Mare, 1958).

Los cruces entre todos los tipos introducidos produjeron la explosión del algodón *upland*, que es la base de la actual industria del algodón (Lee, 1984). A partir de entonces el algodón *upland* se fue extendiendo a zonas cada vez más al Oeste de los Estados Unidos formando el hoy denominado Cotton Belt y fue llevado a todos los países donde actualmente se cultiva. El algodón, cultivo nativo de los trópicos y subtropicos ha pasado a ser cultivado en su mayor parte en zonas templadas, ha sido necesario una deriva en la

adaptación de la planta para hacer esto posible, sobre todo en lo que respecta al fotoperiodo (fryxell, 1984).

GEOGRAFÍA DEL ALGODÓN *G. hirsutum* TIPO UPLAND

Actualmente el algodón se cultiva en más de 30 millones de hectáreas en más de 40 países llegando a los 43°N en Rusia (Ukrania) y a los 45°N en China (Manchuria).

En comparación poco algodón se cultiva en el hemisferio Sur, donde llega a los 30°S en Australia y al Norte de Argentina. Más del 50% del algodón de todo el mundo se cultiva por encima de los 30°N y más del 60% en condiciones de riego (Niles, Feaster, 1984).

El algodón en los Estados Unidos crece por debajo de la isoterma que da 200 días libres de helada (Waddle, 1984) llegando a los 37°N en el Valle de San Joaquín en California.

La cosecha requiere más de 160 días por encima de los 15°C inactivándose la planta a esta temperatura mínima (Waddle, 1984). Las limitaciones geográficas del cultivo del algodón están climáticamente determinadas por la longitud de la estación de crecimiento, temperaturas y días de sol. La estación de crecimiento varía de unas zonas a otras, necesiéndose pues variedades adaptadas al nº de días entre siembra y recogida.

En los Estados Unidos la estación de crecimiento varía según la zona del Cotton belt.

High Plains de Texas	120-150 días
Sudeste	130-170 “
Oeste	180-210 “

En España la estación de crecimiento supera en algo a los 200 días, siendo importante reducirla por la presencia de lluvias de otoño que perjudican enormemente la calidad de la fibra de algodón.

ESTRUCTURA DE CRECIMIENTO DEL ALGODÓN UPLAND

El algodón es una planta indeterminada, de forma que el tallo principal nunca termina en una inflorescencia sino que produce un nuevo nudo cada 2-3 días.

La planta dispone de dos tipos de ramas con crecimiento diferente:

- ramas vegetativas o monopodios
- ramas fructíferas o simpodios

El punto de crecimiento de la rama fructífera termina en una flor y todo el desarrollo posterior se hará a partir de la yema axilar que está en la base de la hoja que acompaña a la flor. Este desarrollo le da una apariencia de zig-zag.

Las ramas vegetativas, normalmente se localizan en los nudos inferiores del tallo no disponen en general de fruto y su crecimiento se realiza en base a la primera yema del nudo del tallo principal.

Los botones florales se forman en los simpodios a partir del 5º al 8º nudo, siendo necesario temperaturas máximas por encima de los 26°C.

La germinación se produce cuando la temperatura del suelo se encuentra por encima de los 18°C. La duración desde la emergencia hasta la aparición del 1er botón floral depende de la variedad siendo de unos 30 días para las variedades precoces y de unos 50 para las más tardías. Desde la aparición del 1er botón a la 1ª flor hay una duración de unos 22 días.

Se necesitan alrededor de 24 días para que la cápsula esté perfectamente formada y será necesario que transcurran de 24 a 40 días más para que la cápsula esté madura y abra.

La flor es completa disponiendo de parte masculina (androceo) con unas 100 anteras o filamentos de longitud variable (Columna estaminal) y parte femenina (ovario, estilo y estigma).

El ovario tiene 4 o 5 carpelos o lóculos conteniendo cada lóculo 8 a 12 óvulos que pueden desarrollarse a semilla. El estigma se encuentra por encima de las anteras con 5 lóbulos cada uno contactado con un lóculo del ovario.

La parte externa de la flor se compone de cáliz (5 sépalos), 3 brácteas y 5 pétalos que se encuentran todos unidos en la base.

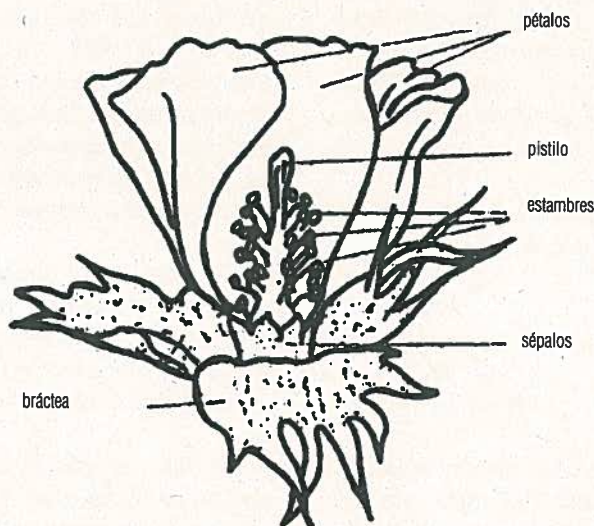
Los pétalos de la flor en el material upland es normalmente color crema. Las flores abren durante la mañana y normalmente la polinización ocurre en unas pocas horas. La fertilización en el óvulo normalmente tiene lugar de 24 a 30 horas después de la polinización.

El óvulo desarrollado pasa a semilla y el ovario forma una cápsula.

El color crema de los pétalos pasa a rosa después de 24 horas y posteriormente se cae.

La producción de nudos, botones y flores continúa mientras que las condiciones sean favorables de forma que el número de

órganos fructíferos hojas y entrenudos se incrementa exponencialmente. La demanda de estos órganos de crecimiento por carbohidratos y nitrógeno se incrementa exponencialmente llegando a ser la competición por estos elementos inevitable limitando esto el número de cápsulas que la planta puede llevar. Cuando nos acercamos al límite la competición es más severa se incrementa la caída de botones y pequeñas cápsulas y se reduce el grado de producción de nudos y flores llegando éste a ser nulo (Cut-Out). Cuando el Cut out llega cesa la producción de botones y cápsulas y squares y esto se produce normalmente cuando las cápsulas maduras empiezan a abrir. Puede existir después un 2º ciclo de fructificación. Esta competición interna permite al número de cápsulas influenciar en el grado de producción de botones y por lo tanto permite un mecanismo de feed back para el control del desarrollo. Si existe una mayor caída de cápsulas la producción de botones se mantiene a un mayor grado dando al cultivo un potencial de compensación. De esta forma el cultivo puede alcanzar similares rendimientos por diversas rutas aunque el tiempo necesario puede variar y pueda ser limitado por el agua y la temperatura.



Flor de algodón sin algunos pétalos

GENÉTICA CUANTITATIVA

ACCIÓN GÉNICA (MEREDITH, 1984)

La acción génica y el sistema de reproducción genética proveen la información necesaria para acoger la mejor estrategia de selección para la citada población.

En genética cuantitativa la acción génica se describe como:

efectos aditivos = efecto medio de los genes.

dominancia = interacción de genes alélicos.

epistasia = interacción de genes no alélicos.

Una revisión de varios estudios de acción genética puede observarse en la tabla.

La mayoría de los estudios se han realizado utilizando cruzamientos dialélicos.

Para comprobar los diferentes estudios se le ha dado el componente aditivo el valor 100 y la dominancia se expresa como % del componente aditivo.

Tabla 2. Tomada de Meredith (1984).

VALOR RELATIVO DE LOS COMPONENTES ADITIVOS Y DE DOMINANCIA Y GRADO DE DOMINANCIA

Trait	Aditivo (D)	Dominancia (H1)	(H1/D)1/2	Referencia
Producción de fibra	100**	42**	0.64	Al-Rawi and Kohel(1969)
	100	270**	1.64	Verhalen et al. (1971)
	100**	83	0.91	White and Kohel (1964)
Fibra %	100**	35	0.59	Al-Rawi and Kohel(1969)
	100**	3	0.18	Ramey and Miller (1966)
	100**	0	0.00	White and Kohel (1964)
Tamaño de cápsula	100**	53**	0.73	Al-Rawi and Kohel(1969)
	100**	12	0.34	Ramey and Miller (1966)
	100**	12	0.35	White and Kohel (1964)
Longitud de fibra	100**	59**	0.77	Al-Rawi and Kohel(1970)
	100**	20	0.44	Ramey and Miller (1966)
	100	34	0.58	Verhalen and Murray (1969)
Resistencia de fibra	100**	64**	0.80	Al-Rawi and Kohel(1970)
	100**	3	0.17	Ramey and Miller (1966)
	100*	54*	0.73	Verhalen and Murray (1969)
Finura de fibra	100	116**	1.08	Al-Rawi and Kohel(1970)
	100**	5	0.22	Ramey and Miller (1966)
	100	136*	1.16	Verhalen and Murray (1969)

*,** Indica la significación a niveles 0,05 y 0,01 de probabilidad, respectivamente.

Se puede observar que:

- Existen 14 componentes aditivos significativos.
- Existen 8 componentes significativos por la dominancia.

- En sólo tres de los casos uno para rendimiento y dos para finura de fibra fue el tamaño del componente de la dominancia superior al componente aditivo.

La relación $\left(\frac{\text{dominancia}}{\text{aditividad}} \right)^{1/2}$

indica el grado de dominancia de forma que si es:

- menor que 1 dominancia parcial
- igual a 1 dominancia
- mayor que 1 superdominancia

La dominancia parcial suele ser la tendencia normal con la excepción del rendimiento y finura que tienen dominancia o superdominancia.

Como conclusión a todo lo anterior se puede decir que se observa aditividad en todos los caracteres estudiados siendo el % de fibra y el tamaño de cápsula los más importantes.

La dominancia adquiere gran importancia en el rendimiento y finura.

HETEROSIS

Si consideramos la heterosis definida como

$$H = 100 \times \left(\frac{F1 - \text{media padres}}{\text{media padres}} \right)$$

en la Tabla 3 pueden observarse una serie de datos, procedentes de diversos autores de este carácter respecto al rendimiento, componentes del rendimiento y calidad de fibra. El componente que más heterosis manifiesta es el rendimiento con un 18% de media.

Entre sus componentes el más importante es el número de cápsulas con un 13'5% seguido del peso de la cápsula con un 8'30% de media.

La heterosis para los caracteres de fibra ha sido notablemente inferior que para el rendimiento.

La fuerte heterosis para el rendimiento puede crear expectativas favorables a los mejoradores para la obtención de híbridos.

Tabla 3. Tomada de Meredith (1984)

HETEROSIS PARA EL RENDIMIENTO, COMPONENTES DEL RENDIMIENTO Y PROPIEDADES DE LA FIBRA										
Componentes del rendimiento							Propiedades de la fibra			
Producción	Fibra %	Nº de cápsulas	Peso de cápsulas	Índice de semillas	Semillas/cápsula	Índice de fibra	Longitud	Resistencia	Finura	Referencia
5.5	2.7	9.0	7.1	9.7	6.0	1.4	2.8	5.6	1.4	Al-Rawi and Kohel (1969-1970)
3.5	0.6	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	Baker and Verhalen (1973)
14.0	1.6	-	-	-	-	-	1.9	0.5	0.2	Baker and Verhalen (1975)
9.6	1.1	4.1	13.4	1.5	2.0	2.8	2.8	0.2	0.0	El-Adl and Miller (1971)
18.8	2.0	33.9	5.4	3.0	-	5.5	1.2 ^m	0.0*	-	Kime and Tilley (1947)
26.0	1.7	-	8.5	-	-	-	2.8 ^m	-1.0	-1.0	Lee et al. (1967)
20.4	0.7	10.3	7.3	3.9	2.3	4.6	-	-	-	Marani (1963)
19.6	1.6	6.2	8.8	3.8	1.1	6.7	1.1	0.3	1.6	Marani (1968a, 1968b)
22.7	1.1	-	13.4	1.5	-	-	2.8	0.2	0.0	Meredith and Bridge (1972)
16.7	2.0	-	9.1	0.2	-	-	2.4	-1.3	-1.5	Meredith et al. (1970)
19.6	0.0	-	5.6	-	-	-	0.0 ^m	-2.3	1.3	Miller and Lee (1964)
27.5	1.5	-	8.9	-	-	-	3.6	3.3	-	Miller and Marani (1963)
-	-	-	-	-	-	-	2.8	-4.7	-2.9	Quinseberry (1975)
14.9	2.5	6.0	5.7	-	-	-	-	0.0*	-0.1	Thompson (1971)
33.0 ^a	-	25.0	7.0	-	12.0	-	-	-	-	Tumer (1953)
18.0	1.5	13.5	8.3	3.4	4.7	4.2	2.0	0.1	0.0	Media
8.21	0.71	11.38	2.69	3.10	4.5	2.12	1.18	2.46	1.30	Error típico

^a Producción de algodón bruto, los demás producción de fibra.

^m Longitud medida como UHM, los demás como 2,5% Spanlength

* Resistencia expresada en Índice Pressley, las demás en unidades Tex.

INTERACCIÓN GENOTIPO-AMBIENTE

Además de la acción génica el fenotipo de un determinado genotipo es influenciado por el ambiente. La detección de interacción genotipo-ambiente significativa indica que todos los genotipos no responden igual a cambios en el ambiente. La magnitud de la interacción es muy importante para el mejorador porque da información acerca de la adaptación de

un determinado cultivar. La magnitud relativa de los componentes del genotipo, del error y de la interacción es útil en la determinación del mejor método en un programa de mejora.

La razón de varios componentes de la interacción con el componente del genotipo para varios caracteres de rendimiento y de fibra puede observarse en la tabla (Abou El Fittouh et al, 1969).

Tabla 4. (Tomada de Meredith, 1984).

RELACIÓN DE VARIOS COMPONENTES DE INTERACCIÓN CON COMPONENTES GENOTÍPICOS PARA EL RENDIMIENTO, COMPONENTES DEL RENDIMIENTO Y PROPIEDADES DE LA FIBRA*

Estimated Components	Yield components				Fiber properties		
	Yield	Lint%	Boll size	Seed index	Length	Strength	Fineness
Cultivares (σ^2)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cult. x años (σ^2_{gy})	0.22	0.22	0.00	0.02	0.01†	0.00	0.11
Cult. x localidades (σ^2_{gl})	2.32	0.17	0.03	0.02	0.13	0.01	0.26
Cult. x años x localidades (σ^2_{gyl})	1.26	0.72	0.10	0.08	0.25	0.04	1.42
Error (σ^2_e)	2.83	0.95	0.08	0.08	0.53	0.12	1.47

* Datos de Abou-El-Fittouh et al. (1969)

* Designación del componente entre paréntesis

Estos datos están obtenidos del National Variety Test de los Estados Unidos; utilizándose 4 cultivares procedentes de las diversas regiones algodoneras. Puede observarse una alta importancia para rendimiento de la interacción genotipo-localidad o genotipo-ambiente y genotipo-año-localidad. Para otros componentes del rendimiento y para caracteres de calidad de fibra no se muestran grandes interacciones excepto para el micronaire (finura).

Estos caracteres, rendimiento y finura de la fibra eran los que mostraban mayores componentes de la dominancia en los estudios de acción génica.

Si los datos anteriores se asocian por zonas o regiones algodoneras de los Estados Unidos (ver Tabla 5) el tamaño de la interacción baja mucho para el rendimiento.

Tabla 5. (Tomada de Meredith, 1984).

RELACIÓN DE COMPONENTES DE LA INTERACCIÓN DEL RENDIMIENTO DE FIBRA CON COMPONENTES DE GENOTIPO

Componentes estimados	Región				
	Eastern	Delta	Central	Plains	Western
σ^2	1.00**	1.00**	1.00**	1.00**	1.00**
σ^2_{gy}	0.09*	0.21*	0.21*	0.28*	0.11
σ^2_{gl}	0.20**	0.57**	0.65**	0.58**	0.11
σ^2_{gyl}	0.48*	0.57**	0.83*	2.15**	0.22*
σ^2_e	1.97	1.59	2.97	4.77	0.38
n=	9	15	12	12	4

*, ** Componentes designados significativo a los niveles de 0,05 y 0,01% respectivamente.

x Datos tomados de Abou-El-Fittouh et al. (1969).

= n es el número de genotipos en el análisis para cada región.

Si se reduce aún más el espacio geográfico la importancia de la interacción tiende a ser pequeña excepto para algunos test en el que se utilizaba secano y regadío.

En los diferentes test que cita Meredith (1984) generalmente para rendimiento a nivel estatal o regional revelan poca interacción genotipo-año y genotipo-localidad y generalmente una alta interacción triple genotipo-año-localidad. Muchos investigadores creen que esta interacción triple están relacionadas con factores impredecibles como, tiempo, manejo del cultivo, enfermedades y plagas.

Como resumen a todo lo anterior podemos decir que los componentes de la interacción del rendimiento son importantes a nivel de grandes áreas, pero inferior para zonas reducidas y que en general las interacciones para la fibra son menores que para el rendimiento.

HEREDABILIDAD

Se define la heredabilidad como el % de la variabilidad fenotípica atribuida a la herencia.

$$\text{heredabilidad} = \frac{\sigma^2_g}{\sigma^2_f} \times 100$$

σ^2_g = varianza genética.

σ^2_f = varianza fenotípica.

La heredabilidad definida en sentido amplio se refiere a la varianza genética total pero definida en sentido estricto incluye solamente la varianza genética aditiva. La heredabilidad en sentido estricto se utiliza para realizar estimaciones del progreso de selección.

Estimaciones de la heredabilidad para rendimiento, componentes del rendimiento y propiedades de fibra pueden observarse en la tabla adjunto citada por Meredith (1984).

Tabla 7

HEREDABILIDAD ESTMADA PARA RENDIMIENTO, COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y PROPIEDADES DE LA FIBRA									
Rendimiento	Fibra %	Peso de cápsulas	Índice de semillas	Semillas/cápsula	Índice de fibra	Propiedades de la fibra			
						Longitud	Resistencia	Finura	Referencia
0.59	0.90	0.77	0.87	0.81	-	0.79	0.90	0.68	Al-Jibouri et al. (1958)
0.66	0.90	0.51	0.87	0.78	0.34	0.90	0.86	0.67	Miller et al (1958)
0.52	-	0.60	-	-	0.34	0.56	0.86	0.08	Al-Rawi and Kohel (1969,1970)
0.29	0.28	-	-	-	-	0.46	0.52	0.52	Baker and Verhalen (1975)

La heredabilidad para el rendimiento varía desde el 29 al 66%, siendo mayor para los componentes del rendimiento, con la excepción del número de semillas por cápsulas. Las características de la fibra disponen generalmente de más altos valores.

Un aspecto importante para el mejorador es determinar cual es el mejor tipo de ambiente para evaluar genoplasma. Qui-

semberly et al (1980) determinó la heredabilidad y respuesta a la selección para rendimiento en tres localidad de Texas y observó que la heredabilidad y la respuesta a la selección era bastante mayor en uno de ellos.

Feaster et al (1980) observan similares resultadas en algodón Pima (G. barbadense). Durante muchos años los cultivares

seleccionados en el Delta del Missisipi han sido competitivos con otros seleccionados en otros ambientes de los Estados Unidos, sin embargo cultivares seleccionados en otros ambientes no competían con los del Delta en esta zona (Meredith, 1984).

Parece claro que los mejoradores necesitan realizar la selección en ambiente donde la variabilidad genética esté bien expresada.

ASOCIACIÓN DE CARACTERES

Si la correlación genética entre dos caracteres es alta cambios en un carácter conllevan a cambios consiguientes en el otro.

Generalmente en algodón las correlaciones genotípicas y fenotípicas van en la misma dirección estando las magnitudes altamente correlacionadas (Meredith, 1984).

Probablemente ningún gen cualitativo o cuantitativo opere independientemente de los demás genes, de forma que en la mayoría de los objetivos de mejora genética conlleva dos o más características unidas.

En la tabla adjunta puede observarse las correlaciones genotípicas entre el rendimiento en diferentes caracteres por diversos autores (Meredith, 1984).

Tabla 6. (Tomada de Meredith, 1984).

CORRELACIÓN GENOTÍPICA ENTRE RENDIMIENTO DE FIBRA Y OTROS CARACTERES

Rendimiento y otros caracteres	Miller and Rawlings (1967 a)	Meredith and Bridge (1971)	Fotiadis and Miller (1973)	Scholl and Miller (1976)
Fibra %	0.90(0.12)	0.70(0.14)	0.79(0.09)	0.84(0.08)
Peso de cápsula	0.14(0.23)	-0.43(0.22)	-0.14(0.15)	-0.04(0.14)
Índice de semilla	-	-0.45(0.15)	-0.62(0.12)	-0.28(0.15)
Longitud de fibra	0.02(0.20)	-0.47(0.18)	-0.18(0.14)	-0.36(0.13)
Resistencia de fibra	-0.69(0.74)	-0.54(0.17)	-0.46(0.15)	-0.36(0.14)
Alargamiento de fibra	0.71(0.19)	0.03(0.20)	0.02(0.18)	0.38(0.16)
Micronaire	0.42(0.17)	0.42(0.19)	0.62(0.12)	0.54(0.12)

* Error típico entre paréntesis calculado por el método de Mode y Robinson (1969).

Puede observarse una alta correlación entre el rendimiento y % de fibra de signo positivo, igualmente otra correlación positiva importante es el rendimiento con el micronaire.

Existen una serie de correlaciones negativas importantes como son entre el rendimiento y la longitud y resistencia de la fibra.

MÉTODOS DE MEJORA

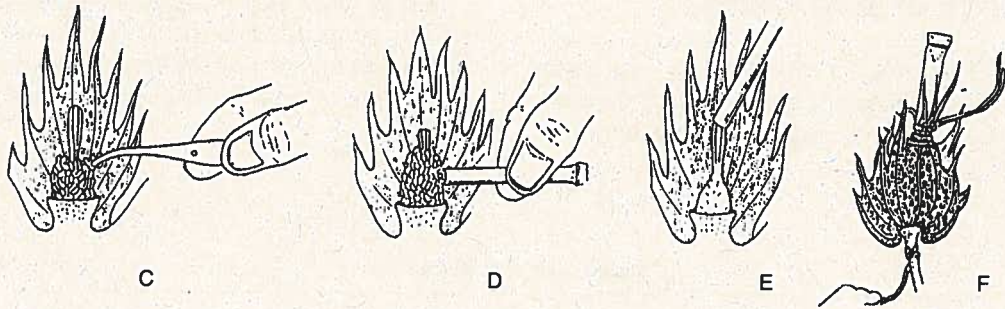
ALOGAMIA

El algodón se considera normalmente como una especie parcialmente alógama, variando su alogamia desde un 0 hasta un 50%. (Niles, Feaster, 1984).

El polen es pesado y pegajoso y no es transportado por el viento siéndolo sólo por insectos siendo los principales abejas silvestres, *Bombus* y *Apis mellifera*.

El control de la polinización es relativamente simple. La autopolinización se consigue con cualquier instrumento que pueda cerrar la corola (Bolsas, clips etc). La hibridación es igualmente fácil de conseguir. La emasculación se realiza elimi-

nando la columna estaminal, normalmente el día anterior a la floración o bien la mañana del mismo día, antes de que abra la flor y se derrame el polen. El polen del parental masculino es colocado en el estigma de la flor emasculada y se cubre posteriormente para impedir posibles contaminaciones y desecaciones ambiental. Con una buena polinización se pueden conseguir de 18 a 25 semillas por cápsulas (Niles, Feaster, 1984).



FUENTES DE VARIABILIDAD (NILES, 1980).

a) Modernas variedades upland americanas

Es el material más comúnmente usado en los Estados Unidos por el mejorador y ha sido el caso utilizado en España. Este material es fácil de obtener y no presenta problemas de manejo. Generalmente los materiales a cruzar son similares respecto a hábito de crecimiento, fructificación, características de fibra y semilla por lo que las segregaciones son fácilmente predecibles dependiendo el grado de segregación de la diversidad genética de los parentales.

En la actualidad parecen que existen limitaciones genéticas dentro del material convencional. Según parece 17 fuentes proveyeron el germoplasma básico de las variedades Upland de los cuatro tipos mayores de este material en el mundo. Coker, Stoneville, y Deltapine provienen de un antecesor común, la variedad Bohemian que data de 1860. Las varietades

de Acala tienen otro origen debido a introducciones directas de México en 1907. (Niles, 1980)

b) Variedades upland americanas obsoletas

Probablemente quede poca variabilidad residual para rendimiento en este tipo de variedades debido a la presión de selección que ha existido sobre este carácter. Este germoplasma puede ser útil para otros caracteres para las que no haya sufrido una selección tan fuerte.

c) Variedades upland no americanas

Material procedente de Europa, Asia y África difundido desde los Estados Unidos.

Ha sufrido presión de selección para adaptación a determinados ambientes específicos dando lugar a tipos diferentes a los normales americanos del Cotton belt. Este material puede ser útil por su hábito de crecimiento, propiedades de fibra y resistencia a ciertas enfermedades.

d) Stock primitivo de *G hirsutum*

Numerosas colecciones se han realizado en el presente siglo para acumular diversidad genética procedente de América Central y México, el presunto centro de variabilidad de la especie. Este material es normalmente fotoperiódico y no florece o lo hace escasamente en condiciones de día largo de las zonas templadas. El uso de este material se está incrementando en los últimos años especialmente por los mejoradores americanos que trabajan con resistencia a plagas, enfermedades y resistencia a condiciones de stress.

e) Especies de *Gossypium*

Las especies silvestres presentan variabilidad muy útil para mejorar calidad de fibra, resistencia a frío, a enfermedades y plagas por lo que su uso en cruces interespecíficos está tomando importancia para los mejoradores como fuente de variabilidad.

MÉTODOS DE MEJORA

Los métodos de mejora que se han usado y los que están usando en la actualidad son:

- a) Selección intravarietal.
- b) Cruzamiento y selección.
- c) Retrocruzamiento.
- d) Selección recurrente y pool de genes.
- e) Híbridos intraespecíficos.
- f) Híbridos interespecíficos.
- g) Ingeniería genética.

a) Selección intravarietal

La selección dentro de variedades previamente existentes ha sido un método muy usado en algodón y fue la principal técnica utilizada en establecer genotipos adaptados del material introducido en los Estados Unidos. Evidentemente para realizar selección intravarietal hay que partir de suficiente variabilidad genética.

En el material upland un ejemplo de selección de este tipo ha sido el desarrollo de la serie Stoneville que procedía de un progenitor común y del que se realizaron las primeras selecciones en 1916. (Niles, Feaster, 1984).

En España la selección intravarietal ha sido ampliamente usada al principio de la implantación del algodón en nuestro país y posteriormente como es el caso de la variedad Promese obtenida por selección dentro de Coker 201 utilizando como criterio de selección un mayor % de fibra.

La principal ventaja del método es la de contar con un punto de partida de una variedad o población base con características generalmente bien equilibradas, de forma que el objetivo de la selección conlleva el mejorar una o dos características manteniendo el resto en el mismo nivel (Arturi, 1984).

b) Cruzamiento y selección

Actualmente el cruzamiento en genotipos seguido de posterior selección en generaciones segregantes es el método más utilizado en la mejora del algodón. El atractivo del método es que normalmente el cruzamiento amplía la variabilidad genética dentro de la cual el mejorador puede realizar la selección. En la mayoría de los casos el método de selección genealógica o pedigrí es el usado comenzando las primeras selecciones en F2.

En ciertas circunstancias se puede usar el método masal en el que la selección se deja para generaciones posteriores permitiendo a la selección natural actuar en las sucesivas generaciones.

En general puede decirse que los métodos de mejora que se utilizan normalmente son los propios de las especies autogamas con varias adaptaciones para satisfacer específicas circunstancias. De hecho en el algodón el establecimiento de líneas puras no es normal, la mayoría de las variedades comerciales representan una mezcla de líneas relativamente

homocigóticas o derivan de una sola línea en la que se mantiene un modesto grado de variabilidad (Niles, 1980).

En general en el método genealógico se realizan generalmente selecciones de plantas individuales hasta F4 o F6, es decir hasta que la homocogosis alcanza un cierto nivel práctico (Arturi, 1984).

Si el material proviene de cruzamientos compuestos, es decir con más de 2 parentales la F1 no es uniforme, presenta variabilidad genética y ésta puede aprovecharse para eliminar tipos inferiores. (Arturi, 1984).

c) Retrocruzamiento

Este método ha sido usado para introducir características útiles en una determinada variedad sobre todo para resistencia a plagas y enfermedades e introducción de características como el carácter sin glándulas (glandless) y otras características morfológicas y fisiológicas que estén bajo control genético simple o bien cuando la heredabilidad es alta.

Es un método igualmente muy usado posteriormente a la realización de hibridaciones interespecíficas.

d) Selección recurrente y pool de genes

La selección recurrente no ha sido utilizada en gran extensión en la mejora del algodón. Algunos estudios han demostrado la efectividad de la mejora recurrente para incrementar la frecuencia de genes favorables y retener variabilidad genética. (Bilbro, 1961), así como para romper bloques de ligamento e incrementar la recombinación genética (Miller y Rawling, 1967, Meredith y Bridge 1971).

Miller y Raeling (1967) utilizaron la selección recurrente para mejorar el rendimiento y Meredith y Bridge (1973) para incrementar el % de fibra.

Richmond (1954) estudió el uso de la

selección recurrente para mejorar resistencia de fibra en un híbrido triespecífico.

Pools de genes han sido establecidos por diversos autores bien utilizando el cruzamiento natural o bien utilizando genes de androesterilidad para facilitar el cruzamiento (Niles y Feaster, 1984).

En estas poblaciones después de varias generaciones de intercruzamiento la población dispone de amplia variabilidad genética y está lista para iniciar la selección. Esto mismo se ha realizado en la Pee Dee Experiment Station de South Carolina para desarrollar una serie de líneas que mejoren notablemente la asociación entre rendimiento y resistencia de fibra (Culp y Harrel, 1974).

e) Híbridos Interespecíficos

Como se vio anteriormente la heterosis entre cruzamiento de *G. hirsutum* ha sido estudiada por diversos autores (Meredith, 1984) observándose que en general el rendimiento dispone de altos valores de heterosis que pueden hacer interesante el desarrollo de híbridos.

No ocurre lo mismo con la fibra, en general los híbridos entre material upland dan valores de fibra muy estables comparados con sus parentales y no muestran heterosis apreciable.

Meyer (1973) detalló los mecanismos de utilización de la esterilidad citoplásmica para la producción de híbridos de algodón desarrollando líneas CMS (cytoplasmic male sterility) con citoplasma *G. harknesii* denominadas Des Hams 16 y Des Hams 277 (líneas A). Igualmente desarrolló líneas restauradoras de fertilidad (líneas R) por introducción de 1 gen dominante o un homocigoto recesivo procedente de cromosomas de *G. harknesii*.

Estas líneas se denominan Des Haf 16 y Des Haf 277 (este material parece que dispone de un segmento de cromosoma de *harknesii*). Las líneas androestériles son mantenidas mediante cruzamiento

con líneas hermanas normales de *G. hirsutum* (líneas B). Weaver y Weaver (1977) modificaron la teoría de Meyer manifestando estos autores que la restauración de la fertilidad estaba controlada por un par de genes con dominancia incompleta o en algunos casos un único gen dominante. Weaver y Weaver (1977) encontraron así mismo que el algodón Pima (*G. barbadense*) disponía de un factor o factores que incrementaba grandemente la expresión de la restauración. A este factor lo denominaron E (Enhancer).

Weaver (1980) transfirió este factor de fertilidad de Pima a algodón upland lo cual hace posible la producción de híbridos entre material upland con adecuada fertilidad.

Actualmente la producción de híbridos entre material upland no es algo extendido a excepción de la India, donde se cultivan 1'75 millones de acres de algodón híbrido sin usar androesterilidad citoplasmática sino androesterilidad génica usando los genes ms5 ms6 del Dr. Weaver de la Universidad de Georgia y utilizando la polinización a mano (Ali Soomro, 1984).

Existen una serie de firmas comerciales trabajando en el tema aunque el futuro inmediato no es muy optimista debido a:

- Falta de restauración de genética que mantengan la restauración bajo diferente ambientes sobre todo con alta temperatura.
- Falta de buenas combinaciones que dispongan de líneas CMS y R.
- Método económico para transferir el polen mediante insectos vectores. Los polinizadores naturales pueden faltar y las abejas no dan una adecuada polinización.

f) Híbridos interespecíficos

Es ampliamente conocido que el híbrido interespecífico *G. hirsutum* por *G. barbadense* en F1 produce plántulas con mayor vigor, alto crecimiento vegetativo, alta producción y alta calidad de fibra.

Palomo y Davis (1980) citan que el híbrido interespecífico NX-1 producía un

rendimiento del 35% más que Acala 1517-75 y un 40% más que Mc Nair 220. Ahora bien el vigor híbrido entre *hirsutum* y *barbadense* está normalmente asociado a un excesivo crecimiento vegetativo y a una madurez tardía lo cual hace que su adaptación esté limitada solamente a áreas de larga estación de crecimiento. Feaster y Turcotte (1980) han lanzado un germoplasma que puede ayudar a reducir el problema anterior ya que se han obtenidos tipos de *barbadense* precoces y de poca altura que podrían ser usados en híbridos F1 con *hirsutum*. Podemos decir que la transferencia de las excelentes propiedades de fibra de *G. barbadense* al germoplasma de *hirsutum* han interesado siempre al mejorador, si bien esta fuente de mejoramiento no ha brindado los resultados esperados. Como se ha dicho anteriormente el híbrido F1 es fértil y productivo pero a partir de las siguientes generaciones se obtienen combinaciones inferiores. Se admite, sin embargo que la mejor calidad de los algodones Acala proviene de introgresiones con material Pima.

Actualmente las hibridaciones interespecíficas tienen como finalidad más práctica la transferencia de características de valor económico de una especie generalmente silvestre a una cultivada como forma de incrementar la variabilidad de *G. hirsutum*, dado que como ya se ha dicho anteriormente parece que existen limitaciones en el material convencional.

La fertilidad entre las diferentes especies es altamente variable y solamente unos 2/3 de los híbridos producidos disponen de una F1 fértil (Niles, 1980). La forma de introducir variabilidad a *G. hirsutum* mediante el cruce interespecífico puede ser de diversas formas:

- Cruzamiento entre especies Tetraploides de genomio AD. Es el caso anteriormente citado de *hirsutum* por *barbadense*.
- Cruzamiento entre dos especies diploides, posterior duplicación cromosómica y cruzamiento con *G. hirsutum*. El cruce entre especies asiáticas con genomio A y posterior duplicación cromosómi-

ca producirá un tetraploide AD que podría ser cruzado con facilidad con *G. hirsutum* de esta forma cualquier gen de las especies originales de los genomas A o D puede ser transferido directamente a cultivares upland (Stewart, Stanton, 1988).

Un ejemplo de este híbrido denominado ATH (*arboreum* por *Thurber*) por *hirsutum*. Este trihíbrido ha sido utilizado para introducir resistencia de fibra *G. hirsutum*. La fertilidad normalmente baja en un principio fue mejorándose en sucesivas generaciones.

- Cruzamiento de *G. hirsutum* por una especie diploide produciéndose un triploide que es rápidamente pasado a hexaploide con colchicina.

El problema que se plantea con este tipo de cruzamiento es la hibridación entre *hirsutum* y el diploide dado que existen barreras fisiológicas y el cruzamiento es difícil. El cultivo «in vitro» de óvulos puede resolver el problema (Stewart, Hsu, 1978). Una vez obtenido el hexaploide éste rápidamente reducirá su número cromosómico a la condición tetraploide y podrá ser cruzado de nuevo con *G. hirsutum*.

Ejemplos de características a transferir procedente de material exótico.

- Citoplasma de determinadas especies en núcleo de *G. hirsutum*. Caso de androesterilidad citoplasma con citoplasma de *harknesii*.

- Resistencia a roya procedente de *anomalum* y *arboreum*.

- Resistencia a xanthomonas. Muchos de los genes presentes hoy en *hirsutum* proceden de *barbadense*, *herbaceum*, *arboreum* y *anomalum*.

Otras características potencialmente útiles en *hirsutum* procedentes de especies silvestres son (Stewart, 1989).

- Bracteas caducas (que se caen) en *armourianum*, *harknesii* y *turberi*. Este carácter reduciría el número de impurezas en el algodón bruto y podría mejorar el control de los insectos.

- Bracteas pequeñas en material mexicano y australiano.

- Una característica que se encuentra en las especies australianas es la no existencia de gopol en semilla y sí en la planta.

- Bracteas, cáliz y anteras rojas y el resto de la planta verde.

- Ajuste osmótico. Una planta silvestre de algodón upland recolectada por Stewart en Australia disponía de un alto ajuste osmótico (Oosterhuis et al 1987).

g) Ingeniería genética

Mediante ingeniería genética se está produciendo resistencia a plagas a partir de un gen procedente de *Bacillus thuringiensis* (BT) que codifica para una proteína que es tóxica para muchos lepidópteros. El vector que se utiliza para la introducción del gen es el virus del mosaico de la coliflor (CAMV) (Fillati et al, 1989).

Otras características que se están introduciendo en algodón mediante ingeniería genética es la resistencia a ciertos herbicidas como es el glifosato (Roundup) y el Bromoxynil (Buctril). El gen de resistencia a glifosato se ha obtenido de *Salmonella typhimurium* de la cual se seleccionó un mutante que disponía de una enzima alterada (EPSP sintasa) que confiere resistencia al herbicida. (Fillati et al, 1989). La resistencia a bromoxynil se ha obtenido se ha obtenido de la bacteria del suelo *Klebsiella ozaenae*. En ambos casos se utiliza como vector para la introducción del gen *Agrobacterium tumefaciens* (Fillati et al, 1989). Estos autores han desarrollado un sistema de transferencia con *Agrobacterium* cultivando secciones de hipocotilo de plántulas de algodón de 6-7 días con *Agrobacterium*. Uno de los problemas más importantes que dispone la ingeniería genética en algodón es conseguir la regeneración de la planta. En el algodón la regeneración es un problema varietal, de forma que sólo un número limitado de variedades regenera con cierta facilidad. Actualmente se están utilizando una serie de líneas hermanas de Coker (Trolinder, 1989). Según Fillati

et al (1989) con Coker 315 y con el sistema desarrollado por ellos consiguen un 60% de plantas que producen callo.

En la actualidad se están evaluando otros métodos para introducir genes favorables en el algodón mediante ingeniería genética como es el método de aceleración de partículas (microproyectiles de DNA que se introducen en la pared celular).

CARACTERÍSTICAS A MEJORAR.

A) RENDIMIENTO.

La producción de fibra es básicamente una función de:

$$\text{N}^{\circ} \text{ de cápsulas/m}^2 \times \text{Peso de cápsula} \times \text{peso fibra/semilla.}$$

Parece ser que la mejora del rendimiento en los últimos años ha sido debido sobre todo al primer componente, es decir a incrementar el número de cápsulas por unidad de superficie (Niles, 1980), aunque en otros programas la mejora del rendimiento ha sido debida a una disminución del nº de semillas por cápsulas con un incremento del peso de fibra por semilla (Lint Index).

En comparación con las antiguas variedades upland las modernas parecen disponer de cápsulas más pequeñas, semillas más pequeñas, superior % de fibra y un incremento de la profilacia (mayor nº de cápsulas). (Niles, 1980). El rendimiento se ha ido incrementando sucesivamente a lo largo de los años de forma que según Meredith y Bridge (1983) que analizaron el progreso genético desde 1961 a 1981 han encontrado un progreso del 0,7% anual.

Manning (1963) manifestó incrementos en rendimiento durante 12 generaciones en un cultivar africano efectuándose la selección para los tres componentes número cápsulas/planta, semillas/planta y fibra/semilla.

La heredabilidad del rendimiento y sus componentes ha sido vista anteriormente variando ésta desde un 0,29 a un 0,66% según los diversos autores (Meredith, 1984), siendo el carácter que mayor heredabilidad disponía el % de fibra.

Existen como anteriormente se ha visto una alta correlación entre rendimiento y % de fibra, de un 0,7 a 0,9 (Meredith, 1984) y según Bridge et al (1971), la mejora en el rendimiento en los últimos 40 años se ha debido a un incremento del % de fibra. La mayoría de los mejoradores aún practican el seleccionar plantas por alto % de fibra en el F2 y las primeras generaciones.

Un alto % de fibra está normalmente asociado con semilla pequeña y está relacionada con un menor vigor, circunstancia ésta por la que hay que intentar alto % de fibra con la semilla lo más grande posible. Un alto % de fibra está normalmente asociado con fibra más gruesa.

Para la mejora del rendimiento se ha utilizado normalmente el método genealógico seleccionando plantas con un óptimo balance entre los tres componentes.

Como anteriormente se ha mencionado también ha sido utilizada una mejora recurrente (Miller y Rawling, 1967) (Meredith y Bridge, 1973).

La existencia de heterosis ha motivado que los mejoradores se interesen por la producción de híbridos intraespecíficos entre materiales upland si bien como ya se ha visto aún no se ha llegado a resultados concluyentes.

B) CALIDAD DE FIBRA

La calidad de la fibra es un carácter complejo que viene definido por una serie de propiedades individuales de las cuales las más importantes son:

a) Longitud (2,5 Span Length) medida del 2,5% de las fibras más largas (coincide con la medida del pulling).

b) Longitud (50% Span Legth) medida del 50% de las fibras.

c) Uniformidad. Cociente de b/a.

d) Resistencia. Esfuerzo requerido para romper las fibras (medido en gr. de fuerza).

e) Finura (micronaire). Medida del paso del aire por las fibras que se relaciona con la finura y la madurez.

f) Madurez

g) Elongación. Medida de la elasticidad de las fibras antes de romperse.

Otras características deben ser tenidas en cuenta a la hora de establecer la calidad, entre las más importantes cabe establecer:

- Impurezas.
- Pegajosidad (Stickiness)
- Producción de Neps (Nepping potential).
- Propiedades superficiales (Surface properties).

Configuración

Propiedades de fricción.

- Tintado (dye affinity)

A la hora de la mejora genética las propiedades que el mejorador ha utilizado principalmente son la *longitud*, *finura* y *resistencia*.

Cabe pensar que en un futuro el resto de las características mencionadas tendrán que ser tenidas en cuenta por el mejorador (Gannaway, 1988).

La definición de «Fibra satisfactoria» depende de quien la defina, para el agricultor ésta debe de provenir de un cultivar de alto rendimiento, circunstancia ésta que no tiene la misma importancia para las fábricas textiles.

En nuestro caso particular el mejorador debe tender a unir los dos aspectos intentando producir variedades que satisfagan las necesidades del agricultor y la industria.

La mayoría de los caracteres de calidad de fibra como ya hemos visto anteriormente están negativamente asociados al rendimiento y además con la precocidad (Miller, 1965, Murray y Verhalen 1969, Culp y Harrell 1974, Culp 1982) por lo que la deseada combinación de alto rendimiento, madurez temprana y alta calidad de fibra es difícil aunque no imposible de conseguir.

Aunque a la calidad de fibra se le está dando cada vez más importancia, dado que los nuevos rotores (maquinaria de hilado) requieren fibra más fina, más resistente y uniforme, los mejoradores se encuentra aún poco motivados, probablemente por el miedo que les produce el que la mejora de la calidad de las variedades actuales lleve a una reducción de los rendimientos. La calidad de fibra tiene una importancia indudable en los programas de mejora de *G. barbadense*, como es el caso de las variedades Pima y del algodón egipcio. Se tiende a incrementar la uniformidad de la fibra, a una mayor resistencia y a fibra algo más gruesa. Como se sabe un alto % de cultivares de tipo Pima disponen de fibra de 36,5 mm. de longitud (Niles y Feaster, 1984). Entre los cultivadores upland el material Acala es el que dispone de mayor calidad de fibra, son las más largas y más resistentes dentro del material comercial y obviamente la calidad recibe una gran importancia dentro de los programas de las variedades Acala.

Como vimos en el apartado de Genética cuantitativa la mayor porción de variabilidad genética para las propiedades de fibra era debido a efectos aditivos, se observó además valores relativamente altos de la heredabilidad.

Debido a esto ciertos autores han manifestado que el cruzamiento entre líneas y posterior selección (Culp y Harrell, 1973) era un buen método de selección, igualmente Meredith y Bridge (1971) sugirieron el método genealógico como el más adecuado para la mejora de la calidad. Estos mismos autores indica-

ron que el método de retrocruzamiento también podría ser útil en la mejora de la calidad debido a la alta heredabilidad de los caracteres de calidad pudiéndose utilizar el parental de mayor rendimiento como variedad o parental recurrente. Meredith (1977) obtuvo mejoras de rendimiento y resistencia a través de retrocruzamiento, sin embargo Culp (1982) no era partidario de usar este método para la mejora de la resistencia.

El comportamiento del rendimiento con la resistencia, longitud y finura de la fibra fue asumido por Culp (1982) de forma que establecía que la correlación negativa entre rendimiento y resistencia está parcialmente causada por ligamiento. Similar comportamiento existe entre rendimiento y longitud y entre rendimiento y % de fibra. Debido a que recombinaciones nuevas de genes ligados pueden solamente recurrir a segmentos de cromosomas heterocigóticos y al ser el algodón parcialmente alógamo poca oportunidad de nuevas recombinaciones pueden esperarse a partir de F2.

Debido a esta circunstancia Hanson (1959) recomendaban varias generaciones de cruzamiento al azar para romper asociaciones indeseables. La variedad de *G. barbadense* Pima S-1 fue desarrollada por Feaster y Turcotte (1965) por un cruzamiento múltiple entre Sea Island, Pima, Tanguis y Stoneville seguida de selección.

A través de introgresión de genes de *barbadense* en *hirsutum*, el ligamento genético ha sido roto y se ha conseguido mejorar el rendimiento de los algodones upland extralargos.

La mejora de la calidad en algodón upland de longitud intermedia (medium staple) se ha conseguido a través del trihíbrido ATH (*arboreum thurberi hirsutum*). Se realizó mejora recurrente en descendencias del cruce del trihíbrido para mejorar el rendimiento y se lograron incrementos del 29,7% (Miller y Rawling, 1967 b).

Mejora simultánea para rendimiento y resistencia de fibra se inició en 1946 en la

Pee Dee Experiment Station de Florence South Carolina (Culp y Harrell, 1974), estos autores utilizaron el principio de múltiples cruzamientos dándose la circunstancia que la mayoría de los éxitos se lograban cuando nuevo germoplasma de alto rendimiento era introducido dentro de cada ciclo de mejora y selección. Se mantenían poblaciones de alta heterogocidad permitiendo la rotura de los ligamentos y a su vez una amplia varianza genética que permitía una amplia selección por rendimiento de nuevos tipos fisiológicos (Meredith, 1984).

Culp y Harrell (1973) presentaron los resultados de 25 años de mejora para incrementar rendimiento y calidad en South Carolina habiendo desarrollado líneas que consistentemente igualaban a los testigos en rendimiento mientras producían fibras con un 12% más de resistencia y un 3% más largas que el testigo comercial.

Los trihíbridos TH-108, TH-171 y otras líneas extralargas como AHA-6-1-4, Earlystaple y Sea Island fueron cruzadas y han dado lugar por el método de cruzamientos múltiples al material PD, como es el caso de las líneas PD-4381, PD-8623, PD-4548 que reúnen rendimientos y calidad (Culp 1982).

Utilizando el material PD Culp y Green (1988) han cruzado este material con cultivares comerciales y han obtenido progresos en transferir genes de extraresistencia dentro de un material comercial. Estos autores sugieren que el material PD es una excelente fuente de genes de resistencia que puede ser utilizado para mejorar la resistencia de los algodones upland. Otras líneas que combinan alta longitud de fibra y resistencia han sido liberadas por Texas Agricultural Experiment Station en 1985 en Lubbock como es el caso de la CA-3003 a la CA-3007 que provienen de selecciones de la CA-2153 que a su vez proviene de un cruce múltiple entre (Lambright 28 por CA-491 por Pima (*G. barbadense*)). (Gannaway, 1989).

El trihíbrido HAR (*hirsutum arboreum raimondii*) también ha sido utilizado para mejorar calidad de fibra. Sus posibilidades fueron exploradas con detenimiento por el IRCT de Francia en Costa de Marfil y en Argentina en la Estación Experimental Saenz Peña se utilizó en su programa de cruzamientos obteniéndose la variedad Chaco 510. (Arturi, 1984).

Respecto al futuro de los algodones upland respecto a la calidad podemos decir o utilizar lo dicho por Gannaway y Dever (1989) el algodón del futuro requiere un incremento de la resistencia, de la longitud y de la madurez así como una correspondiente disminución de la finura. Igualmente debemos tender a una reducción en el contenido de fibras cortas, menos impurezas ajenas a la fibra (non lint content) y una atención especial a la pegajosidad (stickiness).

Según Deussen (1989) la demanda para mayor calidad de productos textiles y las nuevas tecnologías conllevan a una reorientación de las propiedades de la fibra. Se necesitarán mayores cantidades de algodón que a su vez dispongan de madurez y micronaire, por debajo de 4 y con fibras de resistencia por encima de 28 gr/tex.

En el futuro la ingeniería genética puede ser la gran solución a la mejora de la calidad de fibra. Actualmente una serie de laboratorios buscan los genes responsables de la síntesis de la celulosa y otros genes que confieren diversas propiedades a la fibra (Trolinder, 1989) (Johnson et al, 1989).

C) PRECOCIDAD

En muchos programas de mejora se le ha dado mucha importancia a lograr mayor precocidad. El motivo en general depende del lugar y de los objetivos a conseguir. En USA la resistencia o escape a plagas y enfermedades y el logro de menos input en el cultivo (fertilizantes, agua, energía) ha sido uno de los factores más importantes. En otros

lugares del mundo la estación de crecimiento determina en gran parte la precocidad como es el caso de los países del este de Europa. Este es el caso de nuestro país con las lluvias de Septiembre-Octubre.

La precocidad incluye una serie de componentes más o menos separados aparentemente sujetos a manipulaciones genéticas de forma que pueden ser manejados conjunta o separadamente.

La precocidad incluye una serie de componentes como pueden ser:

- Rápida germinación.
- Rápido cubrimiento.
- Fecha de floración y progresión de la floración (VFI, HFI).
- Retención de cápsulas.
- Maduración de cápsulas.
- Maduración de la cosecha.

Si se seleccionan genotipos demasiado precoces esto puede suponer una enorme pérdida de rendimiento y calidad por la correlación negativa entre estos caracteres y la precocidad. La progresión de la floración en los sucesivos nudos y en las fructíferas (VFI y HFI) varía considerablemente y está sujeto a diferentes modificaciones en un programa genético.

La floración puede ser acelerada por selección del nudo de la 1ª rama fructífera y reduciendo el intervalo de floración. La selección para rápida floración generalmente produce plantas de reducida estatura, reducido crecimiento vegetativo y un incremento de la determinancia. Si la modificación del crecimiento y hábito de fructificación es alta el rendimiento y la calidad de la fibra se reducen considerablemente.

El periodo de maduración de las cápsulas puede variar de 45 a 65 días dependiendo de la variedad y de las condiciones ambientales, es posible seleccionar efectivamente para reducir el periodo de maduración.

D) CALIDAD DE LA SEMILLA.

Tradicionalmente la semilla de algodón ha constituido un subproducto de la fibra cuyo precio es solamente de 1/4 a 1/3 del valor de la fibra.

Tres principales caracteres el uso final de la semilla de algodón, aceite, proteína y gospol.

Parece ser que hasta la fecha no ha habido programas de mejora para incrementar el aceite o la proteína aunque algunas investigaciones indican que existe variabilidad genética que permite mejora (Kohel, 1978).

Desde hace algún tiempo se ha desarrollado una considerable investigación para el desarrollo de variedades de algodón en los que la semilla no disponga de glándulas, es decir sea baja en gospol. (glandless).

Como se sabe este carácter es tóxico para los animales no rumiantes y confiere propiedades indeseables al aceite de algodón.

Actualmente se puede producir variedades sin glándulas seleccionando para el homocigoto recesivo $gl2gl2\ gl3\ gl3$ (Miller, 1978).

A pesar de haberse desarrollado líneas sin glándulas de rendimiento similar a las variedades comerciales hasta la fecha la producción de este tipo de cultivos ha sido muy limitada (Niles y Feaster, 1984).

Otros caracteres de interés en la calidad de la semilla pueden ser:

- Eliminación de ciertos ácidos grasos.
- Incremento del contenido en Lisina.
- Incremento de resistencia a micotoxinas.
- Resistencia del tegumento de la semilla a la rotura.
- Reducción de borra en semilla.

E) ADAPTACIÓN A LA MECANIZACIÓN.

En general la tendencia a la mejora del algodón es hacia una disminución del tamaño de la planta, si bien el grado de modificación está determinado por el potencial productivo y el método de recogida.

Para este tipo de recogida con maquinaria Stripper las plantas suelen ser pequeñas, cápsulas formando fructificación compacta y tipo resistente a tormentas.

Para la recogida con husillos no parece interesar modificar demasiado la estructura de la planta utilizándose un tipo de planta con fructificación dispersa a lo largo de las ramas.

Existen en la actualidad variedades comerciales que satisfacen estas características y en la mayoría de los programas de mejora se tiene muy en cuenta el hábito de fructificación que debe ir encaminado al tipo de cultivo y recogida mecánica que se realiza en cada zona.

La forma de la cápsula puede ser modificada con cierta facilidad.

Actualmente se han establecido una serie de tipos semienanos con reducido crecimiento vegetativo y rápida fructificación adaptados a surcos estrechos y altas poblaciones (Niles, 1980).

F) RESISTENCIA A ENFERMEDADES.

La mejora de la resistencia a determinadas enfermedades es uno de los objetivos de mejora en la mayoría de las regiones algodoneras del mundo.

Una serie de enfermedades afectan de forma general al algodón en todas las áreas algodoneras otras están restringidas a ciertas áreas.

Vamos a enumerar en un sucinto resumen las más importantes:

1) Caída de plántulas (Damping Off).

La caída de plántulas en pre o post emergencia es debido a un complejo de hongos que incide grandemente en las áreas templadas del cultivo del algodón. Este complejo del que forman parte *Rhizoctonia*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Phytium* etc produce la muerte precoz de la planta en sus primeras fases de desarrollo.

Según Borland y Bird (1975) no parece efectivo buscar resistencia a esto patógenos individualmente, sino que parece que la mejor forma de escapar a estos organismos es buscando no deterioro de la semilla en condiciones de germinación a bajas temperaturas. Este método se ha utilizado en el programa M.A.R. (Multi adversity resistance) en el que uno de los principales caracteres de selección es el no deterioro por hongos de la semilla en germinación a bajas temperaturas (13,3 °C durante 8 días) (Bird, 1982).

El programa MAR ha dado lugar a variedades Tamcot (El Zik, Thaxton, 1989).

Este mismo sistema ha sido utilizado por Bourland (1988) desarrollando en la Missisipi Agricultural and Forestry Station las líneas Miscot una de cuyas características es su menor incidencia de caída de plántulas.

2) *Fusarium oxysporum*

La resistencia a este patógeno se ha detectado en Upland, Sea, Island, Hopi, *G. barbadense*, *G. herbaceum* y *G. arbo-reum*.

La resistencia a fusarium está altamente asociada a ciertos nematodos (*Meloidogyne incognita*) y se han realizado programas de mejora para solucionar a la vez ambos aspectos, existiendo en la actualidad cultivares resistentes.

3) *Verticillium dahliae* Kleb.

Esta enfermedad es probablemente la de mayor incidencia económica para el

cultivo del algodón en el mundo, dado que se encuentra extendida por la mayoría de las áreas algodoneras de la zona templada y por la circunstancia de no haberse encontrado resistencia genética sino tan sólo a niveles de tolerancia en ciertos tipos de material.

La tolerancia a la enfermedad está altamente relacionada con la temperatura de forma que podemos decir que a bajas temperaturas hasta el material más tolerante cae ante el patógeno y con altas temperaturas (alrededor de los 30 °C) hasta los materiales más susceptibles no manifiestan síntomas.

Hasta la fecha se ha detectado tolerancia en *G. barbadense*, en otras especies del género y dentro de *hirsutum* algunos cultivares más tolerantes como es el caso de las variedades Acala y Delcot 311 y 344.

Se ha detectado igualmente altos niveles de tolerancia en *G. hirsutum* var. *Mexicanum*. La mejora a verticilosis se ha encontrado con que la mayoría del material con tolerancia estaba asociado a maduración tardía, bajo rendimiento, bajo % de fibra y excesivo desarrollo vegetativo. Esta asociación parece en la actualidad rota existiendo variedades con tolerancia que puede competir con las comerciales en suelos de mediana infestación.

4) *Xanthomonas malvacearum* (Bacterial blight).

Esta bacteriosis es probablemente la enfermedad mejor conocida en algodón.

Se han detectado numerosos genes de resistencia que en combinación confieren resistencia o inmunidad a las diferentes razas del parásito.

5) *Phymatotrichum omnivorum* (root rot).

Parece ser que no existe resistencia al parásito aunque se ha observado efectivi-

dad al seleccionar por atrasamiento de la muerte de la planta y este principio ha sido aplicado en la mayoría de los programas relacionados con la enfermedad (Niles 1980). Bird et al (1977) manifestaron la existencia de una parcial resistencia genética y se recomendaba su uso acompañado de una serie de técnicas culturales para reducir el nivel de inóculo.

6) *Puccinia acabata* (Roya, Cotton rust).

No se ha encontrado resistencia genética en material *hirsutum* o *barbadense* pero si altos grados de resistencia en otras especies del género como es el caso de *anoma-*

lum y *arboreum*. En la actualidad existen variedades resistentes.

G) RESISTENCIA A PLAGAS

Al igual que para el caso de las enfermedades una serie de plagas atacan al algodón y son objetivo de mejora en la mayoría de los países productores.

Actualmente se conoce que una serie de caracteres morfológicos, fisiológicos y bioquímicos confieren resistencia a determinadas plagas por lo que se han realizado y continúan realizándose programas de mejora para introducir estas características en material comercial.

carácter	resistencia a:
pubescencia (H1)	Jásidos (Empoasca p)
glabro (Sm ₁ , Sm ₂ , Sm ₃)	Heliothis, gusano rosado (<i>pectinophora gossypiella</i>)
Alto gosispol sin nectarios (ne ₁ ne ₂)	Heliothis Heliothis, Jásidos, Ligus, Gusano rosado.
bractea frego (fg)	Picudo (<i>Anthomonus grandis</i>)
Hoja okra (L)	Picudo
Hoja y tallos rojos	Picudo
Alto tanino	Heliothis
Precocidad (Short season varieties)	Picudo

El concepto MAR (Multy Adversity resistance)

Bird (1972) teorizó la existencia de genes de mono y multiresistencia confiriendo resistencia a un único agente o adversidad o bien confiriendo resistencia a escape para más de un agente.

Con la idea de buscar multiresistencia Bird inició su programa en 1963 en College Station (Texas) seleccionando conjuntamente para no deterioro de semillas por hongos en germinación a baja temperatura, resistiendo a *Xanthomonas*, *Fusarium*,

Verticillium y *Phymatotrichum* (root rot).

El programa ha ido ampliando objetivos introduciendo resistencia a plagas, resistencia a sequía, mayor rendimiento y calidad de fibra.

El método se encuentra explicado por Bird (1982) y trata de obtener variedades de algodón con amplia resistencia a enfermedades, plagas, sequía y con un buen rendimiento y calidad de fibra.

Desde 1963 el programa MAR ha creado, procesado y evaluado 5 pools.

Los pools se establecen realizando cruzamientos entre líneas parentales y líneas Mar avanzadas para conseguir variabilidad genética y eran seguidos de evaluación y selección (El Zik, Thaxton, 1989). Los pools van del MAR 1 al MAR 5 y en cada uno de ellos se han ido liberando variedades. Cada pool disponía de mayores niveles de multirresistencia, mayor rendimiento, precocidad, resistencia a sequía y calidad de fibra que el anterior.

El pool MAR 1 produjo las variedades Tamcot SP-21, SP-23 y SP-37.

Las últimas variedades liberadas provienen del pool 4 y son Tamcot CAB-CS, Tamcot CD-3H y Tamcot GCNH.

En MAR 5 uno de los objetivos fundamentales es mejorar la calidad de fibra sobre todo la resistencia habiéndose obtenido la variedad Tamcot HO95 que reúne amplia resistencia a plagas, resistencia a sequía, buen rendimiento y una muy aceptable calidad de fibra (EL Zik, 1988).

BIBLIOGRAFÍA

- ABOU EL FITOUH HA, J O RAWLING and P A MILLER 1969. Genotype by environment interaction in cotton. Their nature and related environmental variables. *Crop Sci*/9: 377-381.
- ALI SOOMBRO B 1984. Multidisciplined approach to cotton breeding. Perspective review. *The Pakistan Cottons Vol 28 no 3* 173-211.
- ARTURI M J. 1984. EL Algodón. Mejoramiento genético y técnica de su cultivo. Editorial Hemisferio Sur. Argentina.
- BILBRO J D. 1961. Comparative effectiveness of three methods in modifying coarseness of cotton fiber. *Crop Sci* 1: 313-316.
- BIRD L S 1972. Inter relationships of resistance and escape from multydisase and other adversities. *Proc Beltwide Cotton Prod Res Confs* pp 92-97.
- BIRD L S 1982. The M.A.R. (Multy adversity resistance) System for genetics improvement of cotton. *Plant Disease* 66: 172-176.
- BOURLAND F M; BIRD L S. 1975. *Proc Beltwide Cotton Prod Res Conf* p 36.
- BOURLAND F M. 1988. Refistration of Miscot 7913-51, Miscot 7913-83 and Miscot 7913-84 germplas m Lines of cotton. *Crop Sci* 28: 200-201.
- BROWN H B, WARE J O. 1958. Cotton. Mc Granw-Hill Book Company 565 pp.
- CULP T W, D C Harrel 1973. Breeding methods for improving yield and fiber quality of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L). *Crop Sci* 13: 686-689.
- CUPL T W, D C HARREL 1974. Breeding quality Cotton on the Pee Dee Experiment Station Florence S C. *USDA Publ ARS S-30*.
- CULP T W 1982. The present state of the art and science of cotton breeding for fibre quality of upland cotton. *Proc Beltwide Cotton Prod Res Confs* pp 99-110. *Natl Cotton Council Memphis Tennessee USA*.
- DEUSSEN H. 1989. Cotton fiber properties for high speed spinning. *Beltwde Cotton Prod Res Confs*. 104-105.
- ENDRIZZI J E - E L TURCOTTE, J R KOHEL. 1984. Qualitative Genetics, Cytology and Cytogenetics. In *Cotton*. R J Kohel and C W Lewis: Ed. American Society of Agronomy, Madison, Wiscosin USA.
- ENDRIZZI J E, L TURCOTTE, R J KOHEL.

- 1985, Cytology and evolution of *Gossypium*. *Advances in Genetics* vol 23: 271-375.
- EL ZIK K M. 1988. Advances and future direction in the Multy adversity resistance (MAR) cotton improvement program. South Texas cotton improvement and marketing conference. Corpus Christi, Texas.
- EL ZIK K M, P M THAXTON. 1989. Genetics improvement for resistance to pests and stresses in cotton. In Intergrated Pest management system and cotton production. R E Frisbie and K M El Zik, and L T Wilsom. Ed. A Wilsom. Ed. A Wiley-Interscience publication.
- FEASTER CV, EL TURCOTTE. 1962. Genetics basis of varietal improvement of Pima cotton. USDA, ARS publication no ARS 34-31. USDA Maryland USA.
- FEASTER C V, EL TURCOTTE. 1980. Registration of Americam Pima cotton germplasm. *Crop Sci* 20: 831-832.
- FILLATTI J, C MC CALL, L COMAI, J KISER. 1989. Genetics engineering of cotton for herbicide and insect resistance. *Beltwide Cotton Prod Res Confs*.
- FRYXELL P A 1984. Taxonomy and germplasm resources. In cotton. R J Kohel and C F Lewis (ed). *American Society of Agronomy*. Madison Wiscosin USA.
- GANNAWAY J R. 1988. Breeding the satisfactory Fiber. *Western Cotton Production Conference*. Las Cruces, New Mexico. pp 33-35.
- GANNAWAY J R DEVER. 1989. Registration of nine cotton germplasm Lines. *Crop Sci* 29: p. 99
- GANNAWAY J R DEVER. 1989. Breeding quality cotton for the 21 st Century. *Western Cotton Production Conference*. Altus Oklahoma. page 38.
- GERSTEL D U. 1953. Choromosomal translocations in interspecific hybrids of the genus *Gossypium*. *Evolution* 7: 234-244.
- HANSON W D. 1959. The breakup of initial linkage blocks under selected mating system. *Genetics* 44: 857-868.
- HUTCHINSON J B, R A SILOW, S G STEPHEN 1947. *The evolution of Gossypium and the differentiation of the cultivated cottons*. Oxford University Press London.
- JOHNSON GW, M W PETERSEN, P F UMBECK. 1989. Quality improvement of cotto fiber through genetics engineering; potentials and problems. *Beltwide Cotton Prod Res Confs*.
- KOHEL R J 1978. Survey of *Gossypium hirsutum* L germplasm collections for seed oil per centage and seed characteristics. *USDA-ARS-S 187*.
- LEE J A. 1984. Cotton as a world Crop. In *Cotton* R J Kohel and C W Lewis *American Society of Agronomy*. Madison, Wiscosin USA.
- MANNING H L 1963. Realized yield improvement from 12 generations of progeny selection in a variety of upland cotton. In W D Hanson and H F Robison (eds) *Statistical genetics and plant breeding*. NAS-NRC-982.
- MEREDITH W R, R R BRIDGE 1971. Breakup of linkage blocks in cotton *Gossypium hirsutum* L. *Crop Sci* 11: 695-697.
- MEREDITH WR, RR BRIDGE. 1973. Recurrent selection for lint percent within a cultivar of cotton. *Gossypium hirsutum* L. *Crop Sci* 13: 698-701.
- MEREDITH WR, RR BRIDGE, 1983. Genetics contributions to yields gain. *Am Soc of Agron*. Madison Wis.
- MEREDITH W R Jr 1977. Backeross breeding to increase fibre strengt of cotton. *Crop Sci* 17: 172-175.
- MEREDITH W R 1984. *Quantitative Genetics*. In *Cotton* R J Kohel and C W Lewis. *American Society of Agronomy*, Madison Wiscosin USA.

- MEYER V G. 1973. A study of reciprocal hybrids between upland cotton and experimental lines with cytoplasm from seven other species. *Crop Sci* 13 439-444.
- MILLER P A 1965. Correlate response to selection for increased yield and fiber tensile strength in cotton. Proc 17 th Cotton Impr Conf Natl Cotton council Memphis Tennessee USA.
- MILLER P A, J O RAWLING 1967 a. Breakup of initial linkage blocks through intermating in a cotton breeding population. *Crop Sci* 7: 199-204.
- MILLER P A, J O RAWLING 1967 b, Selection for increased lint yield and correlated responses in upland cotton. *Crop Sci* 7: 637-640.
- MILLER P A. 1978. Proc Conf on glandless cotton: its significance status and prospects ARS-USDA and Natn Cottonseed Pros Ass.
- MURRAY J C, L M VERHALEN 1969. Genetics studies of earliness, yield and fibre properties in cotton. *Crop Sci* 9: 752-755.
- NILES G A 1980. Plant breeding and improvement of the cotton plant. Outlook on agriculture vol 10: 152-158.
- NILES G A, FEASTER C V. 1984. Breeding. In cotton R J Kohel and C W Lewis. Ed. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin USA.
- NDUNGO V, DEMOL J, MARECHAL R. 1988. Lámélioration du cotonnier *Gossypium* Agronomiques de Glomboux, vol 23.
- OOSTERHUIS DM. WULLSSCHLEGER S D, STEWART J M. 1987. Osmotico adjustment in commercial and wild types of cotton. *Agronomy Abstr* p 97.
- PALOMO A, DAVIS DD 1980. Response of an interspecific cotton hybrid to different nitrogen rates and plant spacing. Proc Beltwide Cotton Prod Res Confs. page 83. Natl Cotton Council Memphis. Tennessee USA.
- PHILLIPS L L. 1962. Segregation in new allotetraploids of *Gossypium*. Multivalent formation in new world asiatic and new world American hexaploids. *Amer J Bot*: 324-9.
- PHILLIPS L L. 1976. In Evolution of crops Plants. N W Simmonds Ed. Long man: 196-200.
- RICHMOND T R. 1954. Recurrent selection in a three -species cotton hybrid. Proc. Seventh Cotton improvement Conf, Greenville -Stoneville, Miss.
- SMITH CE, SG STEPHENS, 1971. Critical identification of Mexican archaeological cotton remains. *Econ Bot* 25: 160-168.
- STEPHENS S G 1967. Evolution under domestication of the New World cotton (*Gossypium* spp) *Cienc Cult (Sao Paulo)* 19: 118-134.
- STEWART J and C L HSU 1978. Hybridization of diploid and tetraploid cottons through in ovulo embryo culture. *J Hered* 69: 404-408.
- STEWART J, M STANTON. 1988. Scrcgeening for resistance in the Asiatic cotton. Cotton Research Meeting. Arkansas. pp 131-132.
- STEWART JM 1989. Cotton germplasm work at the University of Arkansas. Cotton research meeting. Arkansas. pp 75-79.
- TROLINDERSR N L. 1989. The role of biotechnology in cotton improvemente. Beltwide Cotton Prod Res Confs. 636-637.
- WADDLE B A 1984. Crop Growing Practices. In Cotton R J Kohel and C W Lewis. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin USA.
- WEAVER D B and J B WEAVER Jr 1977. Inheritance of pollen fertility restoration in cytoplasmic male-sterile upland cotton, *Crop Sci* 117: 497-499.
- WEAVER J B Jr 1980. Prima fertility enhancer factor: inheritance and use in hybrid cotton production. Proc Beltwide Cotton Prod Res Confs page 82. Natl Cotton Council, Memphis, Tennessee USA.

III.3. REGULADORES DE CRECIMIENTO Y DE FOLIANTES

DARÍO RODRÍGUEZ GARCÍA

1. INTRODUCCIÓN

Sabemos que en una misma especie vegetal, las variedades de ciclo más largo suelen ser las más productivas; pues esto mismo sucede en el algodón.

Desde la aparición del cultivo del algodón en España, siempre se ha tratado de conseguir que el ciclo del desarrollo de las plantas fueran lo más corto posible, sin pérdidas del potencial productivo, ni de la calidad de la fibra.

Este mismo problema lo tienen en todos aquellos países del mundo con comarcas algodoneras, ya que muchos de ellos por su situación geográfica están en zonas climáticas limítrofes de las que poseen las condiciones ambientales necesarias para el desarrollo correcto del cultivo. Éstas son : tener un período de tiempo soleado y sin heladas que llegue a durar 4,5 meses al año; y que en este período, las temperaturas medias de las máximas se mantengan por encima de los 25°C.

Nuestras comarcas algodoneras especialmente en Andalucía —que es la región de mayor superficie dedicada a este cultivo—, está situada casi en el límite geográfico del área natural donde se presentan condiciones climáticas óptimas para el cultivo del algodón. Se sitúa entre Algodón más cálido (G), y Algodón menos cálido (g) en la costa.

Extremadura está aún en peores circunstancias, pues los otoños casi siempre son lluviosos desde principios del mes de Septiembre, y como consecuencia al presentarse las lluvias, las temperaturas bajan, y el desarrollo o maduración de las plantas de algodón se detienen; siendo

más dilatada la época de recolección. Si además las temperaturas óptimas para la nascencia se retrasaran hasta mediados de Mayo, el ciclo útil del cultivo se queda muy corto de tiempo.

Tan sólo la zona levantina es la única de España sobradamente apta para el cultivo del algodón de ciclo largo.

Para lograr conseguir el acortamiento del ciclo se han realizado muchos trabajos de investigación en todos los países cultivadores de algodón, estudiando técnicas que condujeran a conseguir aquel objetivo.

Buscando este fin, nosotros iniciamos el estudio del uso de siembra protegidas con plásticos, en la campaña de 1980—81, y hemos continuado en años sucesivos; consiguiendo el desarrollo que todos conocemos.

Algunos años anteriores se había iniciado el estudio del uso de los defoliantes, encaminados, no a facilitar la recogida mecánica que entonces se iniciaba en España, sino a conseguir mayor soleamiento de las plantas que forzosamente produciría un adelanto en la apertura de las cápsulas maduras.

2. INICIACIÓN AL ESTUDIO DE LOS REGULADORES

Gene Guinn de Phoenix, Arizona, es un estudioso de la fisiología de las plantas. En 1980 hace un estudio amplísimo del efecto de las hormonas contenidas o aplicadas a las plantas del algodón, y especialmente cómo influyen en la floración, fructificación y maduración de las cápsulas. En aquel trabajo menciona la

existencia de una hormona producida por el mismo organismo vegetal, que era la responsable de la formación de flores; la había denominado «*florigen*» anteriormente Chailakhayan en 1968.

Dicha hormona estaba formada por dos grupos de sustancias que denominaron a) «*Giberelinas*», las que inducen a la formación de tallos y su crecimiento y b) «*Anthesinas*» las que inducen a la formación de botones florales.

Posteriormente se empezaron a usar y estudiar los efectos de algunas de las sustancias químicas y orgánicas sintetizadas, semejantes a las aisladas de las plantas, y que se están usando en modificar el desarrollo natural de otros cultivos.

Casi todas estas sustancias que se están usando como modificadores del normal desarrollo de los tejidos vegetales, son las que se conocen bajo el nombre de «*reguladores de crecimiento*».

Cada sustancia actúa de forma totalmente diferente, y produce efectos distintos, dependiente de diversos factores, entre otros: la especie, y más aún, variedad vegetal; estado de desarrollo en que se encuentren sus órganos vegetativos; concentración aplicada, etc.

Siguiendo las agrupaciones hechas por Gene Guinn, citaremos como hormonas reguladoras las siguientes:

a) **Auxinas:** Formado por un grupo de sustancias orgánicas que producen alargamiento de las células de los tallos y a la vez ocasionan otros efectos.

De todas las más conocidas son:

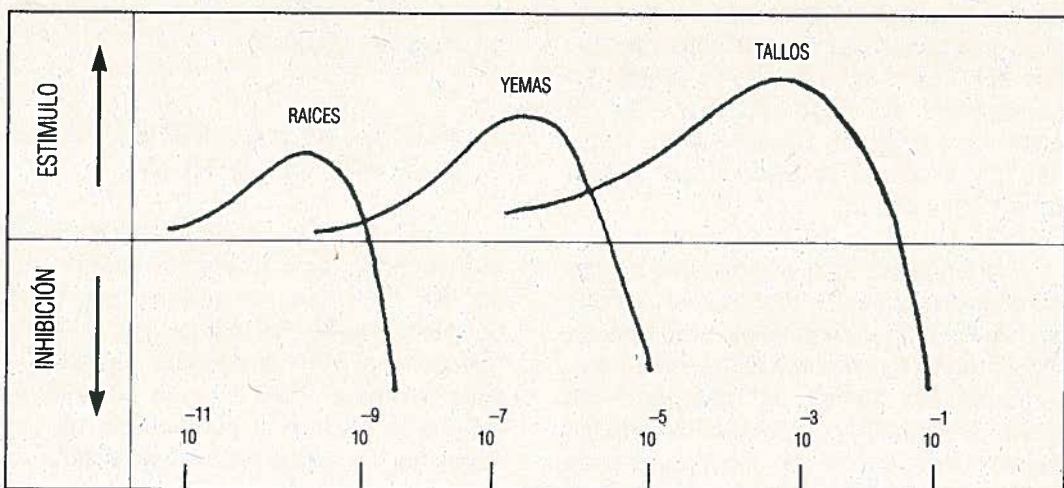
– **IAA**, de composición= ácido 3-indol acético; usado como inhibidor de la caída de hojas y flores. Estudiado por Addicott y Lynch (1955) comprobando que el momento de aplicación, según el estado de desarrollo de las plantas, era más importante que la concentración del producto aplicado, para producir los efectos buscados.

Es usado en otras especies como enraizante.

Del mismo modo Leopold (1955) encontró unas concentraciones de IAA a las que respondían las raíces, yemas y tallos de las plantas favorablemente en su crecimiento; y otras en las que en lugar de favorecer el desarrollo de las células las inhibe. Por lo tanto cada variedad o cada órgano tiene una respuesta diferente.

En el Gráfico Nº1 podemos comprobar el cambio de sentido en los efectos que produce una variación de concentración en las auxinas aplicadas.

Gráfico Nº 1. Concentración de I.A.A. en Moles (Leopold 1955)



Este estudio nos sirve para tomar, una idea de lo variable que es la respuesta de las plantas a los reguladores de crecimiento, según su concentración.

– N.A.A. de composición: ácido α -naltalenacético; de efectos semejantes al I.A.A. según Rubistein Leopold en 1963. Negi y Sinch (1956) estudiaron en algodón que con una concentración de 10 p.p.m. producía un incremento de un 10% en el número de cápsulas que maduraban; y si la concentración se elevaban a 20 p.p.m. el número normal de cápsulas disminuía.

b) **Citokinas**, sustancias orgánicas tipo purinas, aisladas de las plantas, u obtenidas por síntesis y que tienen efectos *inhibidores* de la abscisión, o caída de las flores o frutos; o por el contrario lo favorecen, en función del momento o lugar de aplicación. Addicott (1979). Estimulante crecimiento radicular, estado actual.

c) **Gibberalinas**. Sustancias promotoras del crecimiento de las plantas, y que también varían sus efectos según sea la especie, variedad u órgano vegetativo a la que lo apliquemos. (Pe. a la fresa adelantada la floración, al almendro la retrasa).

Fue aislada en el arroz, al observar unas deformaciones en el crecimiento de las plantas por el japonés Kurosawa; y sintetizada por un inglés, Cross, bastantes años después.

La aplicación más conocida es para estimular el crecimiento de las plantas en días de frío, o tras una helada evitar la caída de los botones florales.

En el algodón se aplica para aumentar la cosecha, favoreciendo el enraizamiento pero se ha de usar en el momento y concentración adecuadas, pues de no ser así puede producir caída de las cápsulas, porque aumenta y estimula la producción de etileno por la planta, y este compuesto químico favorece la maduración y abscisión de los frutos.

Mientras Addicott 1970, demostró que esta sustancia favorece la asimilación de nutrientes; Morgan y Durhan demostraron que favorecía la producción de etileno. Otro contrasentido de los que estamos acostumbrados a ver, cuando analizamos el efecto de estas sustancias.

d) **Etileno**. Ya mencionado; es un potente promotor de las hormonas de maduración y *abscisión* de frutos. Posiblemente sea debido a que estimula la formación de las enzimas de *pectinasa* y *celulasa*, y éstas son las que destruyen las paredes de las células y producen la caída de los frutos. (Abeles y otros. 1971). Produce una inhibición del transporte de auxinas de crecimiento y promueve la abscisión (Morgan y Durham. 1975).

e) **Tiba**, de composición= Ácido triyodobenzoico. Produce un incremento de la cosecha de hasta un 16% (Freytag y Coleman 1973). Inhibía el transporte de auxinas I.A.A. y disminuye la concentración de etileno, por lo tanto, en principio, puede ser un buen regulador de crecimiento con incremento de cosecha.

f) **C.C.C.** de composición= cloruro de cloroetil trimetil amonio (cloromequat). Se usa por primera vez en la India por Singh (1970), tratando de reducir la altura del algodón *Gossypium arboreum*, cosechado en Punjab. Consiguio con 40 p.p.m. en *G. hirsutum* aumentar la cosecha hasta un 45% y en el *G. arboreum* un 34% con concentraciones de 160 p.p.m.

Con este producto conseguía proporcionar una resistencia a la sequía en la planta de algodón, no común.

Entre otros investigadores que estudian el CCC son: Thomas (1964 a 75), Zur (1970 a 72) y El-Baz (1971) que comprueban con 50 g/ha, la planta retiene el crecimiento toman las plantas un color verde intenso, lo que indica que se favorece la fotosíntesis; disminuyen las longitudes de los entrenudos, y no afecta para nada a la cosecha final. Narani y otros (1973) cuando aplicaba 50 g/ha, al princi-

pio de la floración, se retenía el crecimiento en altura de las plantas y la longitud de las ramas laterales, y *no afectaba para nada, ni a la cosecha final, ni a la calidad de la fibra obtenida*. Por el contrario cuando aquella concentración la aumentaba a 100 g de CCC/ha, había una disminución de cosecha porque estaba actuando este producto como estimulador de la abscisión de las cápsulas, con caída de una gran número de ellas.

Este último regulador lo introducimos nosotros en los campos de algodón en 1984, cuando tratábamos de estudiar el comportamiento de los aminoácidos consiguiendo mayor cosecha en el algodón, pero procurando evitar que el desarrollo del cultivo se hiciera incontrolable, con el consiguiente peligro de alargar el ciclo, y no poder realizar la recolección en una fecha temprana, lejos de las lluvias de otoño.

Los altos precios de los Aa, hacían prohibitivo el usar el Mepiquat como regulador de crecimiento, para contrarrestar el efecto de los Aa, y por esto se decidió introducir el Cloromequat para alcanzar una reducción en la excesiva vegetación.

Esta idea nos sirvió para profundizar en el conocimiento del uso y los efectos

del CCC aplicado en el cultivo del algodón en España; y desde aquellas fechas hasta hoy hemos recogido una serie de estudios de comportamientos de cosechas, y análisis de la calidad de la fibra obtenida, que posteriormente desarrollaremos.

En la campaña de 1980-81, se inició también el estudio del uso del primer regulador de crecimiento específico para el algodón; que salió al mercado mundial un año antes. Este es el Mepiquat cloruro, conocido con el nombre comercial de PIX.

El estudio de este regulador se inicia en Sevilla, y posteriormente, al año siguiente, se estudia en Murcia; aunque se cambia ligeramente la forma de aplicación y se cambia también la variedad utilizada en cada comarca; así en Sevilla sería la Coker 310 y en Murcia la Acala SJ-2.

Las aplicaciones que se realizan en Sevilla son dos, distanciadas 18 días; y en Murcia se hace una tercera aplicación 15 días después. En ambas localidades se inicia la primera aplicación cuando aparecen las primeras 6 o 8 flores en una hilera de 10 m. de siembra, que son en realidad las normas indicadas por la firma productora.

De aquellos estudios se obtuvieron los resultados del Cuadro Nº 1.

Cuadro Nº 1

Tratamientos	Sevilla (Coker 310)		Murcia (Acala SJ-2)	
	Kg/ha	Precocidad %	Kg/ha	Precocidad %
PIX al principio de floración (1 l.)+0,5 l. 15 días después	3.390	48	4.446	38
PIX, 18 días después del primer tratamiento (1 l.)+0,5 l. 15 días	3.292	50	4.687	38
PIX, 15 días después del 2º tratamiento (0,5 l.) +0,5 l. 15 días despues.	—	—	4.693	42
Testigo	3.763	52	4.685	41
C. V. %	16,82	—	8,2	—
M.D.S.	0,05	N.S.	N.S.	N.S.
	0,01	—	—	—

Estos fueron los resultados de los primeros estudios realizados en España, sobre el uso del regulador Mepiquat cloruro, que nosotros conocíamos; y en ellos sólo se usa el regulador sin estar ayudado por un defoliante, y no se sabe si el uso ha sido correcto.

Puede verse que no obtienen ningún resultado positivo; ni aumentan la precocidad que era lo que se estaba buscando, ni aumentan la producción.

Posteriormente, con el estudio continuado de este y otros reguladores, observamos personalmente lo que otros investigadores irían publicando (Gausman y Nam Kern, 1976-79), sobre los efectos desfavorables que presentan las plantas que han recibido un regulador a destiempo, y/o han sufrido antes o posteriormente a la aplicación, alguna anomalía o estrés, bien sean causadas: por un ataque de insectos no dominado a tiempo; por una falta de agua en un momento crítico de su desarrollo fisiológico, que coincidía con la aplicación del regulador (Hoskinson y otros 1980. Tennessee); o por falta de nitrógeno suficiente disponible, en la zona radicular de las plantas, durante la producción de las cápsulas. (Kerby y otros 1982, California).

Algunas de estas anomalías sufrirían los ensayos realizados en Sevilla y Murcia.

3. ESTUDIO DEL EFECTO DE LOS REGULADORES SIN INFLUENCIA DE LOS DEFOLIANTES

Desde 1986 iniciamos un estudio encaminado a averiguar los efectos que podrían ocasionar, sobre la cosecha final y calidad de la fibra, diferentes dosis de Cloromequat (46% CCC) aplicados sobre las plantas en diferentes momentos de la floración, y sin posterior

aplicación de defoliantes. (Rodríguez G.D. 1987-88-89).

Se ha desarrollado hasta el presente dicho ensayo y deberá continuar hasta obtener una constante en el comportamiento. (Cuadro Nº 2).

Hemos dividido las épocas de aplicación en tres: una, al inicio de la floración (es decir 6 a 8 flores en 10 m. lineales) con dosis de 100, 200, 300, 600 y 900 cc/ha; otra, a mediado de la floración (es decir cuando aparecen las cápsulas incipientes, al caerse la corola de flor madurada), con dosis semejante a la anterior; y la tercera, cuando las primeras cápsulas ya han llegado a un grosor superior a 3 centímetros de diámetro. Esta última época de aplicación, sólo se hace en este último año.

Los resultados del Cuadro nos muestran que la producción se hace diferente. En 1986 no están bien conseguidos los resultados del ensayo, porque se eleva a 16 el coeficiente de variación, por lo tanto han habido factores ajenos al ensayo, que han producido gran variación entre repeticiones.

En 1987, dentro de un alto coeficiente de variación el 14,6%; se hace significativa la diferencia hasta el nivel 0,01 (99%) con 173 kg/Ha; comprobando que a medida que aumentamos la concentración del CCC, aplicado a mediado de la floración, disminuye la cosecha obtenida.

En 1988, volveremos a encontrar diferencias significativas al nivel 0,01 siendo los resultados de las cosechas escalonadamente descendentes, a medida que se aumenta la concentración aplicada de CCC, al principio de la floración. No presentando esta disminución cuando se aplica a mediado de floración, posiblemente porque se ha aplicado tarde y no ha producido ningún efecto la dosis menor, ni incluso la dosis mayor.

Cuadro Nº 2. Dosis y Épocas de Aplicación del CCC (Rinconada)

Época	Dosis cc/ha.	Producción kg/ha.				Rendimiento % en Fibra			
		1.986	1.987	1.988	1.989	1.986	1.987	1.988	1.989
Principio Floración	100	5.526	4.011	3.221	4.235	36.42	39.62	35.92	38.58
	200	-	4.311	-	-	-	39.65	-	-
	300	-	-	3.154	4.010	-	-	36.29	38.50
	600	-	-	3.053	4.031	-	-	35.66	38.33
	900	-	-	2.716	4.175	-	-	35.16	38.46
Mediada floración	100	4.857	4.900	-	-	37.47	39.91	-	-
	200	5.157	4.619	-	-	36.77	39.71	-	-
	300	3.890	4.500	3.380	4.375 E	37.22	39.85	-	38.71
	500	5.084	4.079	3.609 E	4.130	36.95	39.43	36.79	38.42
	900	-	-	-	4.280	-	-	36.79	38.54
Con cápsulas de >3 cm Ø	500	-	-	-	4.256	-	-	-	38.70
	1.000	-	-	-	3.915	-	-	-	38.85
	1.500	-	-	-	3.785	-	-	-	38.50
Testigo	0	-	4.508	3.173	4.108	-	39.66	37.25 E	38.75 E
C.V.	%	16	14.69	8.2	7.32	2.3	1.24	1.9	1.6
M.D.S.	0.05	N.S.	114 Kg/ha.	309	431	N.S.	N.S.	0.818	N.S.
	0.01	-	173 «	416	-	-	-	1.102	-

Cuadro Nº 3. Dosis y Épocas de Aplicación del CCC (Rinconada)

Época	Dosis cc/ha.	Finura (Micronaire)				Resistencia HVI			
		1.986	1.987	1.988	1.989	1.986	1.987	1.988	1.989
Principio floración	100	4.32	4.62	4.8	3.8	94.1	90.30	27.8	27.6
	200	-	4.44	-	-	-	-	-	-
	300	-	-	4.8	3.9	-	-	28.5	27.4
	600	-	-	4.9	4.4	-	-	28.3	27.7
	600	-	-	4.9	4.3	-	-	28.9	27.8
Mediada floración	100	4.50	4.62	-	-	95.7	91.86	-	-
	200	4.40	4.50	-	-	95.3	89.40	-	-
	300	4.10	4.38	4.9	3.9	95.9	93.52	28.2	27.2
	500	4.32	4.52	4.9	4.1	96.4	80.78	27.7	28.2
	900	-	-	-	4.1	-	-	-	27.5
Con cápsulas de >3 cm	500	-	-	-	4.0	-	-	-	28.2
	1.000	-	-	-	4.0	-	-	-	29.2
	1.500	-	-	-	3.9	-	-	-	28.1
Testigo	0	-	4.62	4.6	4.0	-	90.78	26.62	27.1
C.V.	%	4.1	4.28	3.93	6.3	1.6	3.10	3.2	3.5
M.D.S.	0.05	N.S.	N.S.	N.S.	0.3	N.S.	N.S.	0.68	N.S.
	0.01	-	-	-	0.4	-	-	1.47	-

En 1989 vuelve a presentarse la disminución de cosecha, en proporción al aumento del regulador, pero solamente cuando se aplica el CCC con cápsulas en crecimiento. Se observa bien claramente los efectos producidos por los aumentos de CCC a niveles que son, en materia activa de 47% x 1,5 l. = 70,5 g/Ha.

– Respecto a las calidades de fibra; **en rendimientos** se hace diferente en 1,10%. éstos disminuyen respecto al testigo, casi en la misma cadencia que lo hacía la producción; a mayor concentración menos rendimiento (Cuadro nº 2).

– En este cuadro hemos usado dos unidades de medidas de *resistencia* a rotura de la fibra. Los dos primeros años, utilizamos el *índice Pressley*, dado en miles de libras por pulgadas cuadradas; y en los dos últimos en *índice de Stelometer* con galga 1/8. Entre estas medidas no hay correspondencia, pero podemos indicar que son índices de fibra en resistencia excelentes: Pressley mayor que 92, y Stelometer mayor de 25. Por lo tanto en todos los años dan calidades excelentes de fibra, y no tiene influencias negativa en este parámetro el mayor o menor uso de este regulador.

Tan sólo un año ha salido el análisis estadístico positivo; pero con pequeñas variaciones, que incluso se ve favorecida la resistencia de la fibra que recibe el regulador, frente al testigo.

En este estudio hemos analizado con la ayuda de los Gráficos Nº2 los resultados de conteos y mediciones hechos sobre 36 plantas elegidas al azar en cada tratamiento.

Respecto a *la altura*, se precisa una incidencia en la mayor reducción de ésta con el aumento de concentración en cada época; y siempre es mucho menor talla, que el testigo.

Las producciones son prácticamente iguales aunque se nota una ligera bajada al aumentar la concentración al inicio de la floración. No significativa.

La influencia sobre **la caída natural de las hojas** presenta un comportamiento semejante al testigo.

La apertura de cápsulas es casi el 100% en todos los tratamientos frente a un 91% en testigo.

– Si realizamos estudios comparativos entre el uso del Cloromequat y el Mepiquat sin posterior uso de defoliantes, podremos observar como se comportan uno y otro en iguales condiciones del cultivo y sobre el mismo terreno.

Ya hemos mencionado anteriormente algunos ensayos de investigación que se están haciendo en todo el mundo a este respecto; no encontrando diferencias en el uso de estos reguladores.

Hasta 1984, no aparece un estudio realizado por Namken y Hilman en Texas, en el que comparaban el comportamiento del CCC y el PIX. Utilizan dos variedades NcNair 220 y D-30, de ciclo más corto. Emplean tres concentraciones de CCC (25, 50 y 75 g/ha) con la primera variedad y (12,5, 25 y 50 g/Ha) con la segunda. En ambos casos utilizan 50 g/ha de PIX, y dejan un testigo.

El análisis de los resultados muestra que en el caso de la variedad NcNair 220, no hay diferencias significativas, ni en la producción, ni en el análisis de los parámetros de calidad de la fibra.

En el caso de la variedad D-30 (ciclo más corto), obtiene diferencia significativa al 0,05%, en la 1ª cogida, siendo las más precoces las plantas tratadas con 12,5 g de CCC y con PIX, retrasándose algo más los de alta concentración en CCC. No obstante la cosecha final de fibra y la calidad de ésta no presentó diferencias significativas.

Nosotros hemos realizado un trabajo, la campaña de 1989-90, tratando de analizar comparativamente el comportamiento de ambos reguladores. En este estudio se ha utilizado la misma concentración de

Mepiquat (75 g/ha = 1,5 l. de PIX), aplicado en tres épocas al inicio de la floración, al medio de ésta y con la aparición de las primeras cápsulas. En los mismos momentos y en parcelas elegidas al azar entre las anteriores, se han aplicado: 0,3 l/ha = 14 g/ha; 0,6 l/ha = 28 g/ha; y 1,0 l/ha = 47 g/ha de *Cloromequat*, dejando una parcela testigo. (Rodríguez G.D. 1989).

Los resultados del análisis de datos obtenidos están en el Cuadro Nº 4. En este se pueden ver los siguientes resultados:

– **Producción.** No presenta diferencias significativas; con un coeficiente de variación de 8,16% que nos hace bastante fiables los resultados. No obstante se ve algo afectada la producción con máxima concentración (excesiva a nuestro entender) de g/ha de cloromequat.

– **La Precocidad.** No son significativas las diferencias; y presentan un menor coeficiente de variación (5,83%). Pero se ve algo elevada en el 7% cuando recibe la mayor concentración de *Cloromequat*, compensando, de este modo aparte, la pérdida de producción frente al testigo.

– **El Rendimiento.** Tampoco presenta diferencias significativas en este parámetro y el coeficiente de variación (1,53%) nos demuestra que efectivamente no hay diferencias algunas entre los tratamientos.

– **El Índice de semilla.** o peso de 100 semillas, si presenta diferencias significativas frente al testigo, en 0,39 g/ha al 0,01 (99%). A la vista de estos resultados todos los tratamientos hacen que las semillas aumenten ligeramente de peso, a excepción de una aplicación tardía del *Cloromequat*, que se queda igual al testigo.

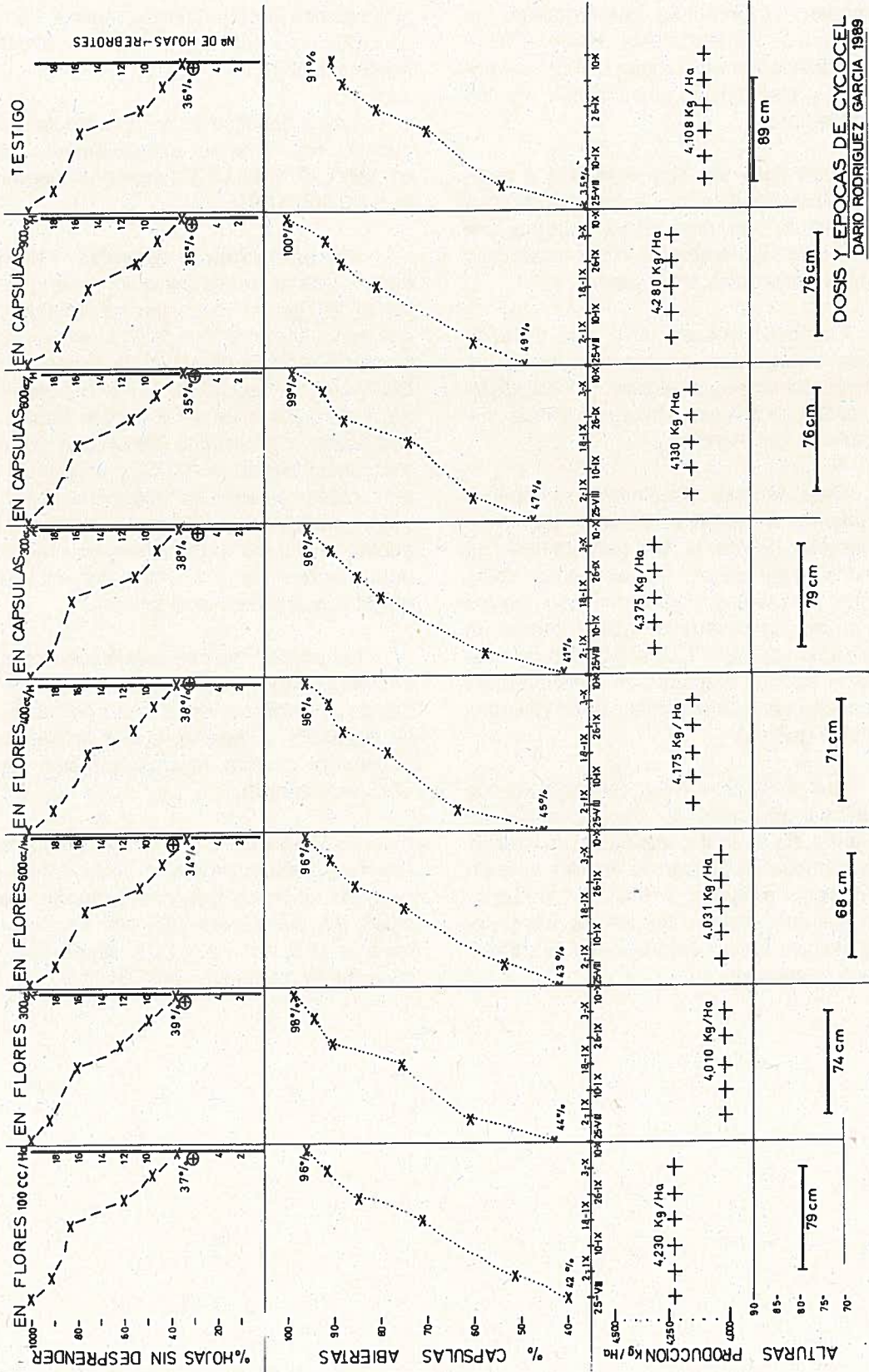
Cuadro Nº 4. Tres épocas de aplicación de PIX y CCC

1989

		Producción kg/ha.	Precocidad %	Rdato %	Índice semilla g/100	Long. Fib pulgada	Finura Micronaire	Resistencia Stim/1/8
Principio floración	1,5 l Pix	4.335	76	38,92	11,66	1,21	4,5	29,4
	0,3 l CCC	4.010	79	38,50	10,20	1,16	3,9	27,4
Mediada floración	1,5 l Pix	4.151	76	38,54	11,66	1,18	4,6	29,3
	0,6 l CCC	4.130	79	38,42	10,50	1,14	4,1	28,2
Con cápsulas de 3 cm Ø	1,5 l Pix	4.119	75	38,67	11,44	1,18	4,7	28,8
	1,0 l CCC	3.915	85	38,85	9,68	1,17	4,0	29,2
Testigo	–	4.110	77	39,13	9,69	1,15	4,0	27,1
C.V.	%	8,16	5,83	1,53	5,86	1,68	7,64	3,74
M.D.S.	0,05	N.S.	N.S.	N.S.	0,73	0,02	0,38	1,25
	0,01	–	–	–	0,39	0,03	0,51	1,69

REGULADORES DE CRECIMIENTO Y DE-FOLIANTES

Gráfico n°2: Dosis y Épocas de Cycocel.



DOSIS Y EPOCAS DE CYCOCEL
DARIO RODRIGUEZ GARCIA 1989

- **La longitud de la fibra, la finura y la resistencia**, también presentan diferencias significativas, aumentando los valores de los parámetros frente el testigo. Incluyendo en la mejor calidad de longitud y resistencia, y haciéndose menos fina la fibra.

Pero entre los dos productos a estudiar podemos citar que la longitud de fibra y la finura son mayores los tratados con Mepiquat. Sin embargo, en la resistencia no hay diferencia entre ellos.

Como consecuencia, y a la vista de este trabajo de un solo año, podemos decir que ambos productos se comportan prácticamente igual a la regulación de crecimiento del algodón.

Para apreciar visualmente el comportamiento en el desarrollo de la planta de algodón, frente a los tratamientos de estos reguladores, hemos hecho estas fotos en plantas elegidas al azar, en las que con un desarrollo, incluso menor en las tratadas con CCC, el número de cápsulas es más elevado y la precocidad es mayor en este último caso, como ya vimos en los gráficos.

En el Gráfico N° 3, analizamos los valores obtenidos en conteos sobre 36 plantas de cada tratamiento, comparando las épocas de aplicación de Mepiquat en principio, mediado y final de floración, frente aplicaciones tardías de Cloromequat con altas concentraciones. Encontramos lo siguiente:

- *En altura* se produce una buena regulación con el Mepiquat, pero en las aplicaciones tardías hay que llegar a 1,5 l. de CCC. para conseguir reducir la altura frente al testigo.

- *Las producciones* se ven afectadas cuando se aumenta excesivamente la concentración del CCC llegando a perder más de 300 Kg/Ha.

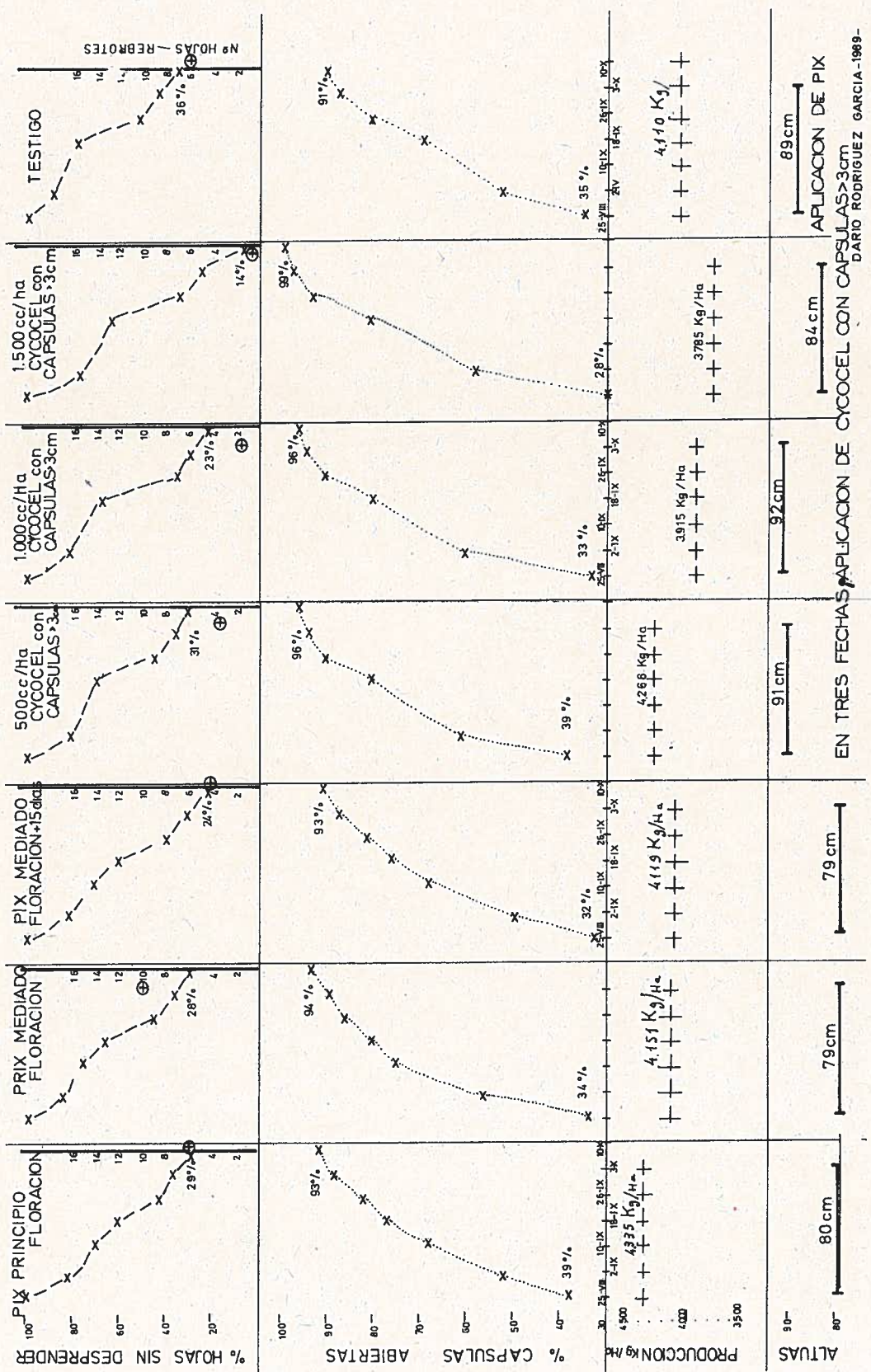
- **Las aperturas de cápsulas** tienen unos porcentajes de iniciación semejantes al testigo en todos los tratamientos; que están sobre el 32 - 39%; siendo más bajos en el caso de alto tratamiento con CCC, que no llega al 29%. Por el contrario, los porcentajes de aperturas finales, casi llegan a la totalidad (99%), con máxima concentración de CCC, y muy próximas están el resto de tratamientos con este producto; quedándose algo por debajo (93%) los tratamientos con Mepiquat, aunque siempre están por encima del 91% que presenta el testigo.

- Estudiando los porcentajes de **hojas sin desprender**, vemos con mayor tendencia a defoliarse en el caso de recibir un regulador, y llegando casi a defoliarse totalmente cuando la concentración de CCC es excesiva.

- La aparición de **rebrote** presenta una respuesta parecida al de la defoliación, de tal modo que prácticamente no existe rebrote con los 70,5 g/ha de cloromequat (1,5 l/ha de CCC); siendo muy parecida la respuesta con 1,01 l/ha.

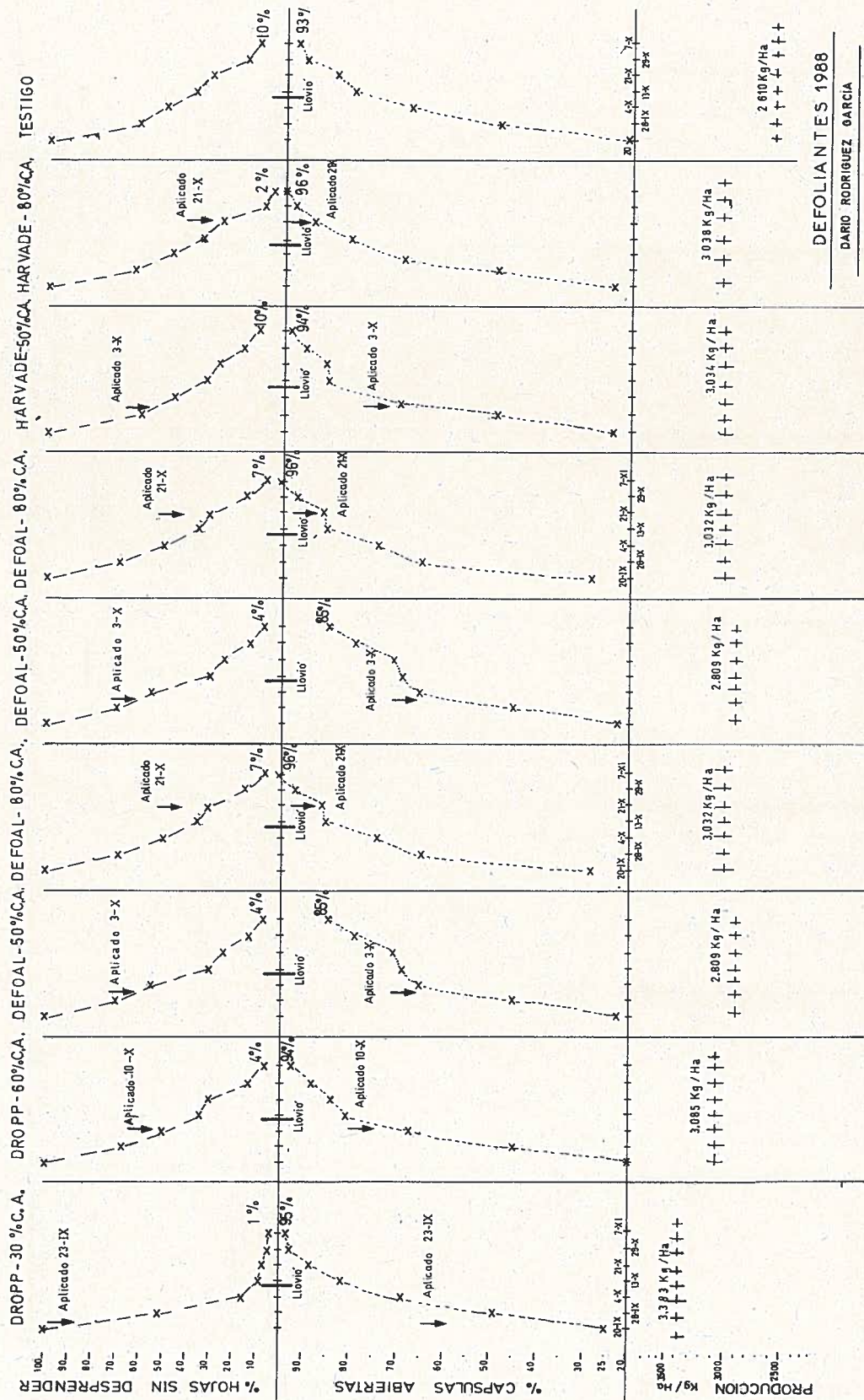
REGULADORES DE CRECIMIENTO Y DE-FOLIANTES

Gráfico nº 3



EN TRES FECHAS APLICACION DE CYCOCEL CON CAPSULAS > 3cm
 DARIO RODRIGUEZ GARCIA-1989-

Gráfico nº 4



DEFOLIANTES 1988
DARÍO RODRÍGUEZ GARCÍA

4. USO EXCLUSIVO DE DEFOLIANTES

Se están usando en España los defoliantes desde los años 1975 o 1976, época en que apenas está mecanizada, en un 2 o 3%, la recolección del algodón nacional. La idea de usar el defoliante estaba orientada a favorecer el soleamiento de las plantas una vez caídas las hojas, para que se acelerara la apertura de las cápsulas. Con el aumento de la recolección mecanizada del algodón, que se consigue llegar (con la puesta en práctica del primer plan quinquenal) al 14,7% en 1983; y desde entonces el desarrollo en el uso de los defoliantes en España ha sido muy considerable, y siempre en aumento. Llegando en el 1991 hasta el 85% de la superficie total.

Para estudiar el efecto que pudieran producir los defoliantes aplicados sobre la cosecha final, y sobre la calidad de la fibra, hemos desarrollado en los dos años 1988 y 89 dos trabajos que se complementan. (Rodríguez G.D., 1988-89).

En 1988 estudiamos exclusivamente el uso de los defoliantes, usados comercialmente, con una sola aplicación, adelantada al estado de madurez, y otra en el momento oportuno (Cuadro N° 6). Este año se obtuvieron diferencias significativas sólo en la producción de Kg/Ha; y presentado esta diferencia la disminución en el uso del Clorato Magnésico (Defoal) con el 50% de cápsulas abiertas, frente a todos los demás tratamientos.

En el Gráfico N° 4 se pueden observar las reacciones que presentan las plantas, con cada defoliante, tanto desprendiendo las hojas, como abriéndose

las cápsulas; unas reaccionando inmediatamente, y otras, notándose la reacción a los 7 o 14 días después de aplicado el defoliante.

Merece llamar la atención el rápido **desprendimiento de las hojas** con el Dropp (30% cápsulas abiertas), con la casi defoliación en las dos semanas posteriores, frente a la curva de caída natural de las hojas en el Testigo.

También se debe observar el detenimiento que produce en la apertura de cápsulas una aplicación temprana de Clorato Magnésico, que al continuar seguidamente esta apertura, no pasa del 85% de las cápsulas producidas. No alcanzando siquiera el 93% de cápsulas abiertas que presenta la parcela testigo; luego con esto se comprueba que se ha detenido la maduración y apertura natural de las cápsulas.

En la campaña 89 se han utilizado los defoliantes en los estados de madurez adecuados, pero estudiando a la vez el efecto que produciría una segunda aplicación de defoliante, o desecante sobre el adelanto de recolección y el posible rebrote que se presente. Esta práctica está muy difundida entre los agricultores. (Cuadros N° 6 y 7).

Vemos que con la 2ª aplicación de Paraquat no hay diferencias significativas ninguna, ni incluso en precocidad, como se podría suponer; pues aunque tengan el 84% de apertura frente al 80% los de una sola aplicación, las producciones se ven algo mermadas en las aplicaciones de este desecante, aunque esta disminución no presenta una diferencia significativa. No afecta a la calidad de la fibra.

Cuadro nº 6

Tratamientos		Producción kg./ha. 1988	Producción kg./ha. 1989	Precocidad
Dropp 30% C.A.		3.383	4.740	82
« + Paraquat		—	4.504	84
« + Defoal		—	4.520	84
« 60% C.A.		3.085	—	—
Defoal 50% C.A.		2.809	—	—
« 80% C.A.		3.032	—	—
Hervade 50% C.A.		3.034	4.780	80
« + Paraquat		—	4.630	78
« + Hervade		—	4.975	80
« + -80% C.A.		3.038	—	—
Testigo		2.650	4.610	80
C.V. %		9.4	8.06	4.84
M.D.S.	0,05	421 kg./ha.	N.S.	N.S.
	0,01	—	—	—

Cuadro nº 7

Tratamientos	Rendimiento		Índice Semilla		Resistencia	
	1988	1989	1988	1989	1988	1989
Dropp-30% C.A.	37,06	38,04	12,65	10,57	28,3	28,83
« + Paraquat	—	38,41	—	10,26	—	27,92
« + Defoal	—	38,58	—	10,41	—	27,81
« -60% C.A.	37,06	—	13,00	—	28,6	—
Defoal-50% C.A.	36,75	—	12,92	—	28,2	—
« -80% C.A.	36,95	38,66	12,87	11,07	28,6	29,75
Hervade-50% C.A.	36,95	38,29	13,07	11,17	27,6	27,93
Hervade + Paraquat	—	38,54	—	10,96	—	28,55
Hervade + Hervade	—	38,66	—	10,85	—	28,45
Hervade-80% C.A.	36,62	—	12,75	—	27,0	—
Testigo	36,62	38,62	12,72	10,60	27,0	29,5
C.V. %	1.4	1.29	2.3	3.94	3.5	4.36
M.D.S.	0.05	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
	0.01	—	—	—	0.658	—

Respecto a la aparición de rebrotes, debemos recordar el Gráfico N° 3, en el que anotábamos los conteos medios de 36 plantas por tratamientos.

Tan sólo las que tenían altas concentraciones de Cloromequat eran las que apenas presentaban rebrotes. En los Gráficos 5 y 6, también se recogen los rebrotes contados en los ensayos que se han aplicado los defoliantes sin regulador; y todos superan a 1,2 hojas por planta, que es el conteo mínimo que teníamos en las parcelas tratadas con 1,5 l/ha. de Cloromequat.

Los tratamientos entre los defoliantes que menos efecto producen deteniendo los rebrotes, son el Clorato Magnésico y el Dimethipim aplicados solos, si posteriormente se aplica un herbicida o un desecante, el rebrote se detiene.

El número de defoliantes usados en otros países son los mismos que los usados por nosotros, aunque además utilizan el ácido arsénico, y otros compuestos orgánicos a base de carboxilato de dicloroisotiazole de potasio o TD. También se usan en más proporción que en España los organofosforados de Tributyl fósforo tritio (Def) y Tributyl fósforo-Tritioato (Folex).

A parte de estos defoliantes, y comportándose como desecantes también se usan el paraquat y el dicamba.

Pensando en que cualquier compuesto químico orgánico o inorgánico que induzca o produzca en última instancia etileno, favorecedor de la maduración y de la apertura de cápsulas, y además sea tóxico para el crecimiento de la planta con las cápsulas ya maduras, podría ser un

desecante; y en definitiva producirá una defoliación dejando las plantas de algodón en buenas condiciones para ser recolectado con cosechadoras. Basado en esta teoría se están empleando productos de Etileno para acelerar la maduración y apertura de cápsulas.

5. REGULADORES Y DEFOLIANTES COMBINADOS

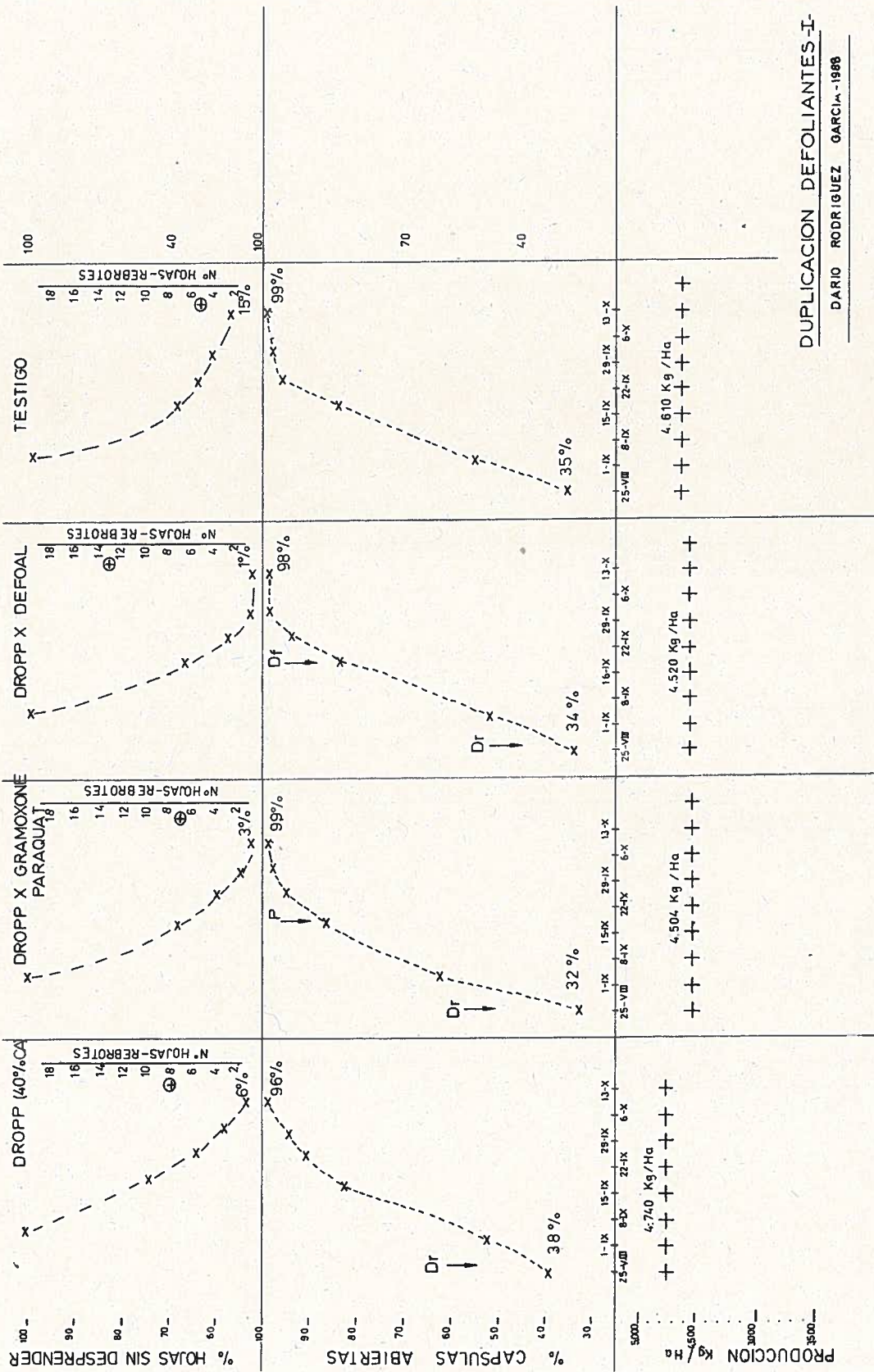
Nosotros hemos estudiado los defoliantes de más uso comercial, combinándolos con los reguladores. Estudiando y comprobando, en 1982, (Cuadro N° 5), que el uso de estos agroquímicos no puede ser anárquico. La impaciencia natural que tiene el agricultor algodonero, al comprobar que se terminan los calores de verano, y su algodón no esté en condiciones de recolectarse, hacen que al llegar a sus manos los defoliantes, que liberan de las hojas a las plantas de algodón, los están deseando utilizar, para acelerar la apertura de las cápsulas. Esto les lleva a aplicarlo a las plantas cuando no han llegado las cápsulas a su plena madurez; y como son las hojas las fábricas sintetizadoras de los compuestos orgánicos que forman el tejido de las cápsulas, al hacerlas desprender de las plantas, el aporte de materia orgánica desaparece. Las cápsulas no tienen el proceso normal de maduración, ni la formación hormonal de etileno que es en definitiva, uno de los responsables de la maduración y apertura de las cápsulas.

El primer estudio de este tipo lo iniciamos en 1982, y prácticamente hasta hoy, todos los estudios los realizamos combinando el (o los) reguladores de crecimiento, y los defoliantes a estudiar.

Cuadro nº 5

Tratamiento		1.982			1.983	
		Rinconada		Utrera	Rinconada	Utrera
Con PIX	Dropp	IF	2.129	2.769	Tabladilla 100)	
		2F	2.989	2.567	2.345	2.108
	Defoal	IF	2.520	3.312		
		2F	2.958	2.725	2.506	2.331
	Testigo		2.467	3.500	2.378	2.207
	Sin PIX	Dropp	IF	2.138	2.956	
2F			2.454	3.662	2.751	—
Defoal		IF	2.521	3.350		
		2F	2.697	3.875	2.959	—
Testigo			2.639	4.350	2.929	—
C.V. %			12,9	—	13,46	5,03
M.D.S.	0,05		417 kg/ha	788 kg/ha	509 kg/ha	137 kg/ha
	0.01		573	—	—	—

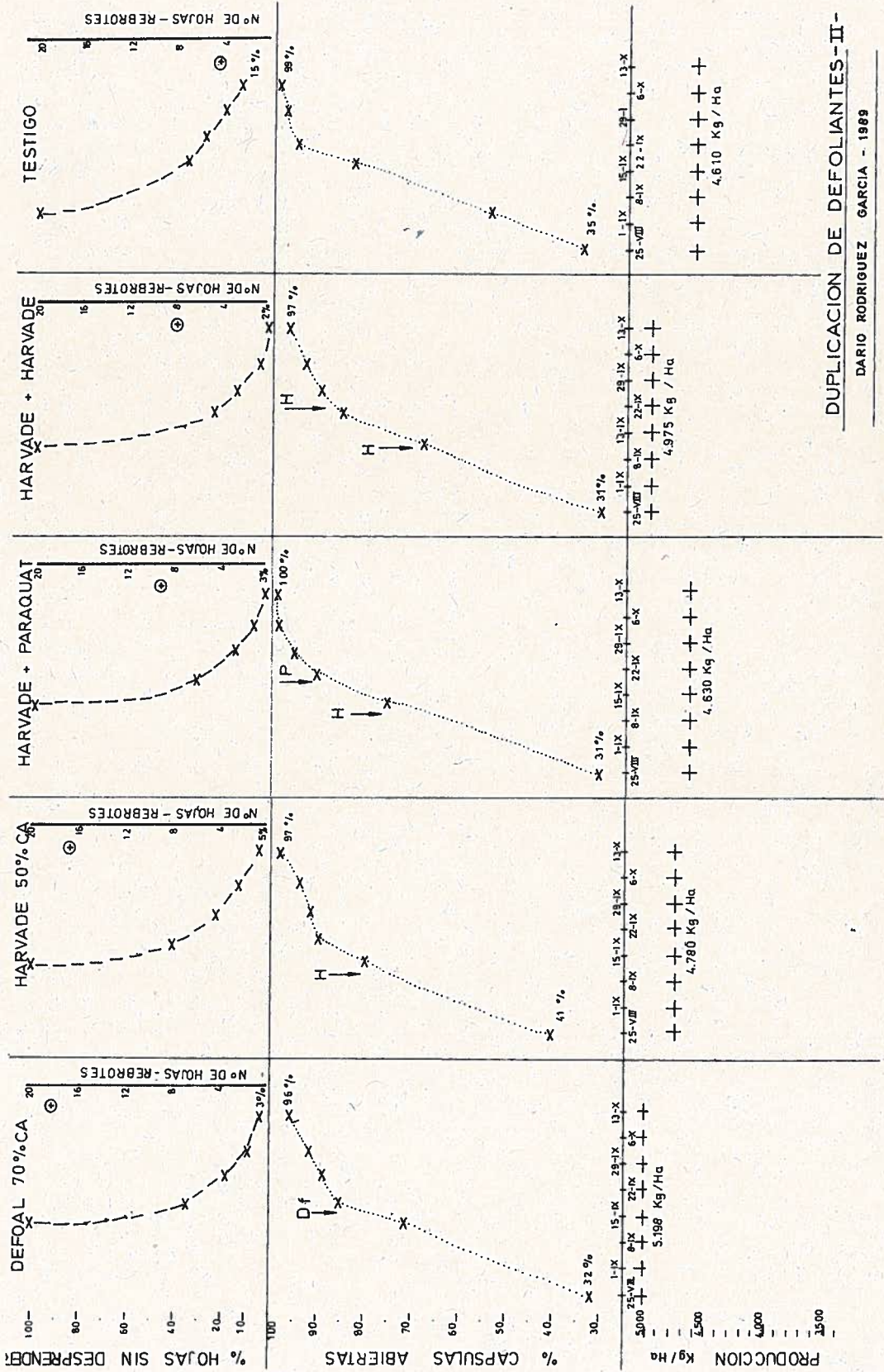
Gráfico nº 5



DUPLICACION DEFOLIANTES-I-

DARIO RODRIGUEZ GARCIA - 1986

Gráfico nº 6



DUPLICACION DE DEFOLIANTES-II-

DARÍO RODRÍGUEZ GARCÍA - 1989

El primero, y muchos de estos estudios, se han simultaneado en el Valle Inferior del Guadalquivir (Rinconada), y el Bajo Guadalquivir (Marisma).

Los estudios de este primer año lo hicimos en Rinconada, sobre la variedad Coker-310; y en la Marisma (Finca El Torbiscal) tratamos de estudiar además de la Coker 310, la variedad Jerez y Tabladilla 100; ambas de ciclo más corto.

El ensayo consistió en comparar como se comportaban los defoliantes: Tiazuron 80% (DROPP) y Clorato de Magnesio al 57% (DEFOAL), combinados con el regulador mepiquat (PIX), o usados individualmente. Durante 2 años.

En el primer año se introdujo una variante, consistente en aplicar los defoliantes en dos fechas, según el estado de maduración de las cápsulas. Una aplicación cuando aún no se hubiera alcanzado el estado de maduración recomendada por la casa comercial productora del defoliante, es decir 12 o 15 días antes; y la otra aplicación, en el momento oportuno de madurez de la cosecha, y con la dosis recomendada.

En este año se notó enormemente la diferencia significativa que representaba la pérdida de cosecha en las parcelas, aplicado el defoliante con anterioridad a la fecha correcta (Cuadro Nº 5). Llegando a ser esta diferencia significativa en Rinconada hasta un nivel de 99% (0,01), en 573 kg/ha, y en Utrera al (0,05) 95% en 788 kg/ha. (Rodríguez G.D. 1982).

Se puede deducir de este estudio, que el uso del PIX no ha sido adecuado, pues también ha hecho disminuir la cosecha frente al testigo en 750 kg/Ha, lo cual será debido a alguna anomalía en el cultivo, o haberse aplicado en un momento de estrés hídrico, por falta de los riegos adecuados.

Estas diferencias se siguen manteniendo en 1983; y se sobrentiende, por las

cosechas tan bajas que presentan, que deben haber sufrido alguna anomalía en el desarrollo fisiológico. En este segundo año, en Utrera todo se trató con PIX y no tuvimos posibilidad de comparación con testigos sin el regulador.

En ambos casos también hay diferencias significativas al 0,05, siendo menores las cosechas de las parcelas tratadas con PIX. (Rodríguez G.D. 1983).

Se pueden observar que los defoliantes considerados individualmente no presentan diferencias significativas entre ellos, ni con el testigo. El coeficiente de variación es medianamente alto, luego el ensayo es bastante fiable, pues había diferencias entre repeticiones, no siendo totalmente uniforme.

Hemos añadido un histograma (Diagrama Nº 1) del 1º año 1982, donde se pueden apreciar con una ligera visual, el comportamiento tan claro de la pérdida de cosecha en la variedad Coker 310 en ambas localizaciones; y el comportamiento tan anómalo de las variedades Jerez y Tabladilla, que tienen un ciclo más corto, y el efecto de pérdida de cosecha con el tratamiento temprano no siempre se da. Presentando incluso pocas diferencias las producciones de las parcelas testigo, en las que sólo se puede ver el efecto del PIX. No hay diferencias en la variedad Tabladilla, lo que indica que no ha sufrido tanto como las otras, el posible stress padecido por la plantación.

Desde 1984 y hasta 1988, estos campos de ensayos los realizamos en varias localizaciones más, e incluimos comparativamente el otro regulador de crecimiento ya mencionado Cloromequat. (CCC). (Rodríguez G.D. 1984-85-86).

En 1984 se incluye otro defoliante, el Tributilfosforotritioito (FOLEX), sal orgánica fosforada, de uso en pruebas desde 1978.

En las producciones (Cuadro Nº 8) presenta este año diferencias significativas siendo en realidad el testigo el que se va quedando por debajo en producción en ambas localidades. También la asociación del CCC con el Folex, no ha resultado satisfactoria; la diferencia es de 292 kg/ha, y el coeficiente de variación está dentro de lo admisible.

Siguiendo con producciones en el 85, vuelve a presentar diferencias significativas en 312 kg/ha, lo que hace el testigo ser el menor de todos los demás; y estos en conjunto son semejantes entre sí.

En el año 86 solamente en Rinconada y la Marisma se hacen significativas las diferencias en la producción; siendo el testigo sólo inferior a todos los otros campos tratados además en PIX, con Defoal y Folex; este ensayo presenta un coeficiente de variación algo bajo, luego es bastante representativo de la realidad en el campo.

En este año 86, en la Marisma el testigo se queda muy por debajo de los tratados, luego empieza a notarse el acortamiento del ciclo producido por la combinación de los dos fitorreguladores (Rodríguez G.D. 1987).

En 1987 ponemos en estudio un defoliante enviado por la casa Penwalt, compuesto orgánico a base de diclorotiazole, denominado TD-2225, y que se ensaya en la Marisma, obteniendo efectos parecidos a los otros defoliantes.

Este mismo año recibimos el Dimetipin, compuesto orgánico conocido por el

nombre de HARVADE, que al parecer cubre el lugar que se escapa al Dropp cuando las temperaturas mínimas durante la aplicación no superan los 16º C. (Rodríguez G.D. 1988). Reduciendo la producción ligeramente al asociarlo con Pix en la Marisma, aunque no presenta diferencias significativas con los otros defoliantes.

En 1988, se ensaya en Extremadura el uso del Clorato sódico al 72%, que se comercializa en España bajo el nombre de DEFOL; tiene efectos más desecantes que defoliante y se usa en el momento de madurez total, pues una aplicación más prematura ocasiona una desecación de la planta y no hay apertura de las cápsulas.

No hemos utilizado el Tributifosfotritiato o DEF, por no encontrarlo en el mercado español a lo largo de todos los años que duraron los trabajos.

El resto de los años, que dura el ensayo, no presentan diferencias significativas, posiblemente por la sequía de los otoños que han permitido recolectar todo el algodón producido, e incluso en la parcela testigo en su totalidad, por haber abierto todas las cápsulas.

El estudio de la calidad de la fibra lo realizamos algunos parámetros, los más importantes, que se muestran en los Cuadros Nº 9, 10 y 11. En estos se recogen los rendimientos en % de fibra sobre algodón bruto; Finura de la fibra, medida por el Índice de Micronaire; y Resistencia a la rotura de la fibra, medida en Índice de Pressley (.000 libras/pulgada²) en los 4 primeros años, hasta 1988 en que se usa el Índice de Stelometer con galga 1/8.

(Cuadro nº 8) Reguladores y Defoliantes Combinados
Producciones en kg/ha.

	1984		1985				1986				1987				1988	Media
	Ricda.	Utrera	Ricda.	Marisma	Córdoba	Andújar	Ricda.	Marisma	Córdoba	Andújar	Ricda.	Marisma	Andújar	Córdoba	Ext.	
Con PIX	Dropp	1.963	2.340	5.513	4.026	5.238	-5.202	3.459	3.885	2.392	4.221	3.885	4.221	2.392	-	-
	Defoal	1.816	2.560	4.550	4.143	5.252	-	5.158	-	4.562	3.967	-	3.967	4.562	-	-
	Defol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.714
	Folex	2.065	-	4.394	4.043	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	TD 2225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.443	-	-	-	-
	Harvade	-	-	-	-	-	-	5.280	3.294	-	-	-	-	-	-	-
	Dropp	1.910	2.230	5.439	4.856	5.620	3.262	5.073	3.358	4.442	3.695	3.358	3.695	4.442	-	-
	Defoal	1.979	2.360	5.279	5.293	5.433	3.300	4.483	-	4.439	3.767	-	3.767	4.439	-	-
	Defol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Folex	1.776	-	5.318	5.184	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TD 2225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.307	-	-	-	-	
Harvade	-	-	-	-	-	-	-	5.115	3.391-	-	-	3.391-	-	-	-	
Testigo	1.526	1.918	4.956	3.475	5.219	3.489	4.791	3.393	4.700	2.989	3.393	2.989	4.700	3.152	-	
C.V. %	13,3	9,1	9,74	14,06	7,3	4,54	9,5	14,41	8,65	3,54	23,7	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	-
	0,05	292 K/ha.	312 K/ha.	391	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	-
M.D.S.	0,01	-	780	N.S.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

El **rendimiento** en el primer año 84, la diferencia significativa al 0,05 está con 1% por lo tanto se ven iguales rendimientos, tanto el testigo como todas las tratadas con CCC. y PIX, siendo el máximo la parcela que recibe DROPP además de PIX.

El año 85, también se presentan diferencias significativas en los rendimientos del algodón con algún tratamiento, frente al testigo; no hay diferencias entre sí de los tratados. Hubo pérdidas de rendimiento con los tratamientos.

En 1986 tan sólo el testigo mantiene mayor rendimiento pero es normal, debido a que ha producido menos cosecha que el resto de los tratamientos.

Solamente en 1988 y en el campo de Extremadura es donde vuelve a presentar diferencias en menores rendimientos los algodones tratados frente al testigo, posiblemente por estar en stress la planta al aplicarle el regulador.

La finura, o índice de Micronaire, sólo presenta diferencias significativas al 0,05 (95%) en Rinconada y Andújar del 86, los algodones tratados con CCC que son más finos; y en Extremadura en el 88 que hace al tratamiento con PIX más fino que el testigo. En el resto de los años no hay diferencias.

La resistencia, o índice de Pressley o de Stelometer; sólo presenta diferencias al 0,01 en el 84, que pierden resistencia frente a los testigos, los algodones tratados. Pero considerados los tratados, no presentan diferencias entre sí. En 1986, en la Marisma tiene peor calidad el testigo frente a todos los tratamientos. Respuesta semejante tienen los algodones de la Rinconada en 1987.

Durante los tres años intermedios desde 1985 a 87, hemos realizado un análisis del comportamiento de la posible precocidad que pudieran presentar los tratamientos realizados con la combinación de los reguladores y defoliantes. Tan sólo se ha hecho una recolección al final de cada campaña; y para analizar los porcentajes de la apertura de las cápsulas, el % de hojas sin desprender, y por último la altura media adquirida por las plantas; se han realizado conteos cada 8 o 10 días desde que el número de cápsulas abiertas permitían la aplicación de los defoliantes más adelantados. Es decir, desde que aparecían un 25 o 30% de las cápsulas abiertas. Hemos elegido por azar 10 plantas de cada repetición; es decir 60 plantas, y sobre ellas se ha ido obteniendo los puntos que dibujando las curvas aparecen en el Gráfico Nº 7. (Rodríguez G.D. 1985-86-87).

En todos éstos se pueden observar que las alturas de las plantas testigo, son siembras mayores que las tratadas, ya sea con uno u otro regulador. En estas plantas testigos los porcentajes de hojas sin desprender son elevadísimos 34 y 35% (excepto el año 87 que hubo un otoño muy seco y se desprendieron todas las hojas).

Todos los defoliantes ocasionan una fuerte caída de hojas, observando el descenso en las curvas tras las aplicaciones, excepto al Harvade que se le queda un 25 y 28% de hojas sin desprender.

La apertura de cápsulas apenas se aprecia diferencias en precocidad frente a los testigos. Solamente aventaja en apertura de 100% de cápsulas, los campos tratados con CCC y Folex o Defoal en el año 85. El resto de los tratamientos son semejantes a los testigos.

Cuadro nº 9. Rendimiento % de Fibra

	1984		1985				1986				1987				1988		Media
	Ricda.	Utrera	Ricda.	Marisma	Córdoba	Andújar	Ricda.	Marisma	Córdoba	Andújar	Ricda.	Marisma	Córdoba	Andújar	Ext.		
	36,5	39,8	37,47	38,50	-	-	39,0	-	-	37,58	-	-	-	39,39	34,58		
	35,5	39,8	38,32	38,10	-	-	38,41	-	-	-	-38,98	-	-	-	-		
Con Pix	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35,39	-	
	35,5	-	38,23	37,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TD 2225	-	-	-	-	-	-	-37,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Harvade	-	-	-	-	-	-	38,51	37,53	-	-	-	-	-	-	-	-	
	35,1	39,7	37,33	38,06	-	-	39,0636,70-	39,10	-	-	-	-	-	-	-	-	
	35,0	39,8	37,70	37,96	-	32,80	38,76-	-	38,42	-	-	-	-	-	-	-	
Con CCC																	
	34,8	-	-37,65	38,25	-	32,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	38,83	37,16	-	-	-	-	-	-	-	-	
Testigo	35,0	40,5	37,43	39,80	-	33,85	38,75	37,35	-	-	-	38,70	-	36,26	-		
C.V.%	2,36	1,2	2,39	2,13	-	1,89	1,5	1,71	-	-	-	1,54	-	2,03	-		
	0,98	0,69	N.S.	1,19	-	N.S.	N.S.	N.S.	-	-	-	N.S.	-	0,82	-		
M.D.S.	-	-	-	1,74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,10	-		

REGULADORES DE CRECIMIENTO Y DE-FOLIANTES

Cuadro nº 10. Finura o Micronaire

	1984		1985				1986				1987				1988	Media
	Ricda.	Utrera	Ricda.	Marisma	Córdoba	Andújar	Ricda.	Marisma	Córdoba	Andújar	Ricda.	Marisma	Andújar	Córdoba	Ext.	
Con Pix		3,85	4,10	3,37	-	-	-	4,31	3,81	-	4,15	3,9	-	4,15	3,9	
	Dropp	4,0	3,85	4,10	3,37	-	-	4,31	3,81	-	4,15	3,9	-	4,15	3,9	
	Defoal	3,8	3,67	4,23	3,25	-	-	4,36	-	-	4,25	-	-	4,25	-	
	Defol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	
	Folex	3,6	-	4,35	3,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	TD 2225	-	-	-	-	-	-	-	-	3,75	-	-	-	-	-	
Con CCC	Harvade	-	-	-	-	-	-	4,30	3,75	-	-	-	-	-	-	
	Dropp	4,0	3,65	3,78	3,57	-	-	4,36	3,80	-	4,33	-	-	4,33	-	
	Defoal	3,8	3,62	3,68	3,47	-	3,95	4,26	-	-	4,32	-	-	4,32	-	
	Defol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Folex	3,7	-	3,64	3,37	-	3,87	-	-	-	-	-	-	-	-	
	TD 2225	-	-	-	-	-	-	-	-	3,75	-	-	-	-	-	
Testigo	HD	-	-	-	-	-	-	4,21	3,75	-	-	-	-	-	-	
		3,6	3,77	4,21	3,0	-	4,02	4,53	3,9	-	4,27	4,4	-	4,27	4,4	
		13,7	5,9	6,91	10,98	-	3,30	0,94	6,62	-	4,27	6,25	-	4,27	6,25	
M.D.S.	0,05	N.S.	0,32	N.S.	-	0,04	N.S.	N.S.	N.S.	-	N.S.	0,29	-	N.S.	0,29	
	0,01	-	0,43	-	-	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-	N.S.	

Cuadro nº 11. Resistencia

	1984		1985		1986				1987				1988	Media
	Ricda.	Utrera	Ricda.	Marlisma	Córdoba	Andújar	Ricda.	Marlisma	Andújar	Córdoba	Ext.			
Con Pix	Dropp	92,6	96,3	93,31	94,77	-	-	92,9	87,61	-	89,93	22,2	-	
	Defoal	90,5	94,8	94,98	96,30	-	-	92,9	-	-	89,65	-	-	
	Defol		-	-	-	-	-	-	-	23,1	-	-	-	
	Folex	92,8	-	93,70	94,52	-	-	-	-	-	-	-	-	
	TD 2225	-	-	-	-	-	-	-	86,08	-	-	-	-	
	Harvade	-	-	-	-	-	-	93,28	86,23	-	-	-	-	
	Dropp	91,6	94,1	93,22	94,72	-	-91,30	87,66	-	88,73	-	-	-	
	Defoal	92,1	95,7	93,92	95,62	-	89,80	90,61	-	-89,78	-	-	-	
	Defol	92,1	95,7	93,27	94,65	-	89,25	-	-	-	-	-	-	
	Folex													
Con CCC	TD 2225	-	-	-	-	-	-	-	85,9	-	-	-	-	
	HD	-	-	-	-	-	-	92,30	85,50	-	-	-	-	
Testigo	101,2	95,0	95,92	91,20	-	90,22	90,63	87,2	-	89,58	23,2	-		
C.V. %		2,1	1,4	1,57	1,65	-	1,57	1,84	1,95	-	3,99	5,42	-	
		2,9	1,9	1,74	4,02	-	N.S.	2,46	N.S.	-	N.S.	N.S.	-	
M.D.S.		3,11	-	-	6,48	-	-	-	-	-	-	-	-	

Tampoco se aprecian diferencias en el porcentaje de cápsulas abiertas al inicio de los conteos.

6 INTERACCIÓN DE REGULADORES Y DEFOLIANTES CON ABRIDORES

Desde el principio del estudio de los reguladores de crecimiento, los fisiólogos del algodón han tratado de acelerar la apertura de las cápsulas una vez maduras. Con el estudio de los fitoreguladores ya hemos hablado del Etileno y sabemos los efectos que produce.

Para poder disponer de Etileno en la planta, y ésta lo absorba y propague por sus células, hasta llegar a las cápsulas, es necesario incorporarlo por las hojas. Se hace en forma de Etefón, que posteriormente se transforma e induce a la formación de etileno, el cual es el compuesto orgánico de mayor efecto de maduración y apertura de las cápsulas. En U.S.A. se presenta bajo el nombre de Prep con riqueza del 60% en etefón. Actualmente, desde 1991, se usa en España un producto con el 48% de Etefón, denominado Ethrel.

Según las condiciones climatológicas de Lousiana, los trabajos realizados por Crawford y Carroll (1978 a 83) con dosis de 1 litro de Prep por ha, añadido al Defoliante Defol, en 6 o 10 días puede estar del 30 al 90% de cápsulas abiertas, frente a un testigo sin Prep, que no llega del 10 al 56%. Esperando algún tiempo más, es decir después de transcurridos 15 o 20 días, la apertura de las cápsulas tratadas

con Prep llegarán al 100% frente a un 75% las sin tratar.

En 1982 había sido estudiado el uso de etefón en Stoneville por Cathey y otros, combinándolo con defoliantes organofosforados, y comparándolos con ácido arsénico (utilizado en USA como defoliante) y con paraquat; obteniendo un 93% de precocidad frente a un 80 del testigo un 90% de ac. arsénico y un 89 del paraquat; con una abscisión de hojas del 84% al 3º día, frente a un 66% en otros defoliantes.

Otro compuesto orgánico, que hemos estudiado, de efectos similares al etefón pero de formación diferente es el **Endotal**, compuesto a base del **ácido 3,6 endo hexahidroftálico**. Es un herbicida desecante que además favorece la abscisión de las hojas. Se conoce con el nombre comercial de Acelerate, que también hemos estudiado en los años 86 y 87 (Cuadros Nº 12 y 13). Montamos dos campos de ensayo en el 1º año; y con la idea de poder acortar el ciclo del cultivo lo estudiamos en una finca de Andújar (Jaén). Los resultados de **producciones** que hemos obtenido no han sido significativas a ningún nivel. (Rodríguez G.D, 1987).

En el caso del estudio de calidad de fibra, tampoco obtenemos diferencias, con la excepción del rendimiento en fibra en Andújar, el año que se ensaya en la que aparece significativo al 0,05 (95%) en 0,67%, cantidad casi inapreciable. El resto de los análisis no son significativos, a pesar de tener todos los ensayos unos coeficientes de variación entre repeticiones muy pequeños, de donde se deduce que están perfectamente realizados.

REGULADORES DE CRECIMIENTO Y DE-FOLIANTES

Cuadro nº 12. Interacción de Reguladores y Defoliantes con Abridores de Cápsulas

Abridores	Reguladores	Defoliantes	Producción Kg/ha			Precocidad %		
			1986		1987	1986		1987
			Rinconada	Andújar	Rinconada	Rinconada	Andújar	Rinconada
-	CCC	-	5.436	-	-	-	-	-
-	CCC	Defoal	-	3.260	-	-	91	-
-	CCC	Folex	-	3.300	-	-	95	-
Endotal	-	-	-	-	4.962	-	-	91
"	CCC	-	-	-	4.528	-	-	91
"	"	Dropp	4.958	-	4.898	-	-	93
"	"	Folex	4.916	-	-	-	-	-
"	"	TD-2225	-	-	4.809	-	-	94
Etefon	"	-	-	3.376	4.990	-	93	93
"	"	-	5.300	3.380	4.805	-	93	89
"	"	Dropp	5.005	-	4.485	-	-	94
"	"	Defoal	5.068	3.386	-	-	93	-
"	"	Folex	4.736	3.537	-	-	94	-
"	"	TD-2225	-	-	4.981	-	-	95
Testigo		5.031	3.489	4.809	2,7	-	90	91
C.V. %		6,4	7,24	10,2	2,7	-	2,7	6,19
M.D.S.		0,05	N.S.	N.S.	N.S.	-	N.S.	N.S.
		0,01	-	-	-	-	-	-

Cuadro nº 13

Abridores	Reguladores	Defoliante	Rendimiento			Finura			Resistencia		
			1986		1987	1986		1987	1986		1987
			Rincon.	Andúj.	Rinco.	Rincon.	Andúj.	Rinco.	Rincon.	Andúj.	Rincon.
-	CCC	-	37,45	-	-	3,57	-	-	92,62	-	-
-	CCC	Defoal	-	32,80	-	-	3,95	-	-	89,80	-
-	CCC	Folex	-	32,97	-	-	3,87	-	-	89,25	-
Endotal	-	-	-	-	39,65	-	-	4,58	-	-	94,26
"	CCC	-	37,70	-	39,43	3,52	-	4,56	93,42	-	93,12
"	"	Dropp	36,70	-	39,87	3,77	-	4,54	93,92	-	93,40
"	"	Folex	36,72	-	-	3,52	-	-	93,77	-	-
"	"	TD-2225	-	-	40,09	-	-	4,48	-	-	94,34
Etefon	-	-	-	34,12	40,06	-	4,02	4,58	-	90,10	93,46
"	CCC	-	36,85	32,60	39,23	3,50	3,77	4,56	93,45	89,92	94,26
"	"	Dropp	37,07	-	39,79	3,32	-	4,54	94,60	-	94,08
"	"	Defoal	37,02	33,65	-	3,30	3,85	-	93,65	90,00	-
"	"	Folex	36,87	33,07	-	3,55	3,82	-	92,17	88,64	-
"	"	TD-2225	-	-	39,38	-	-	4,48	-	-	94,84
Testigo		37,55	33,85	39,66	3,50	3,95	4,62	93,12	90,22	90,78	
C.V. %		1,6	1,68	1,53	5,8	8,04	4,71	1,6	1,63	2,34	
M.D.S.		0,05	N.S.	0,67	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	
		0,01	-	N.S.	-	-	-	-	-	-	

7. INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE LOS REGULADORES Y EL MOMENTO DEL RIEGO

Durante dos años se han realizado diversos estudios tratando de averiguar cual era el comportamiento de las plantas con los reguladores de crecimiento en función del momento del riego más próximo; es decir, cómo influye el estado hídrico que tenga la planta al recibir el regulador (Cuadro N° 14).

Encontrando que, si se considera el riego sólo, el que más rendimiento produjo fue el que se aplica el riego antes del regulador. Si consideramos la interacción de reguladores y riego, encontramos el 1° año que, si el regulador se aplica antes del riego la respuesta es más eficaz, obteniendo mayor producción total; siendo la asociación de Pix aplicado antes del riego, la mejor en los dos años.

Por el contrario, aplicar el regulador después del riego puede perjudicar el rendimiento final de la cosecha.

8. INTERACCIÓN ENTRE REGULADORES Y NITRÓGENO

El último trabajo realizado con reguladores de crecimiento en algodón, se ha desarrollado durante los años 1990 a 1992. Fue un estudio común en 5 países del Mediterráneo, coordinados por FAO; en él se relacionaba el Mepiquat y el Cloromequat con tres niveles de nitrógeno: 160, 200 y 240 kg/ha.

De los resultados obtenidos se desprende que, en el año 1990, *las plantas habían sufrido algún estrés*, pues la respuesta de reducción de alturas no se hizo patente, quedándose con valores muy parecidos el testigo y las plantas tratadas. En los otros dos años se ve la influencia de los reguladores en las alturas (Gráfico N° 8).

Del análisis de los valores agronómicos y de los parámetros de calidad de la

fibra de este estudio, sólo presentaron diferencias significativas en los que se detallan a continuación:

Alturas (Cuadro N° 15) se reducen en los años 91 y 92, frente al testigo.

Rendimiento en porcentaje de fibra (Cuadro N° 16), se observa cómo se reduce este valor en las plantas que recibieron reguladores. Del mismo modo se ha ido presentando esta respuesta en algunos de los años antes estudiados; siendo el Pix el que reduce menos el rendimiento frente al testigo.

Peso de 100 semillas (Cuadro N° 17), es el Cicoel el que aumenta más peso de las semillas.

El peso de 10 cápsulas (Cuadro N° 18). Este factor agronómico en los años anteriores no lo hemos analizado; aquí podemos observar que las plantas que recibieron las concentraciones más altas de reguladores son los que mayor peso de cápsula presentan en 1991.

De este último valor agronómico, combinado con los dos anteriores, se deduce que el aumento del peso de las semillas, debido al de los reguladores, es de mayor importancia que la reducción que producen en el rendimiento de fibra.

La uniformidad de la fibra (Cuadro N° 19), se ve favorecida con el uso del Pix, en los años 90 y 91, frente al uso del Cicoel y el testigo.

Con todos estos resultados, contrastados con los obtenidos en los países que forman el grupo del FAO, vemos que el comportamiento de las plantas de algodón es muy similar al usar el Mepiquat o el Cloromequat; siempre que las dosis y los estados de desarrollo de las plantas sean los adecuados. Todo esto cuando las plantas no hayan sufrido ningún estrés antes de la aplicación de los reguladores de crecimiento.

Las pequeñas diferencias que presentan los dos reguladores de crecimiento,

REGULADORES DE CRECIMIENTO Y DE-FOLIANTES

en el comportamiento de las plantas respecto a las respuestas de los factores agronómicos y los parámetros de calidad

de la fibra, los hacen tan similares que el uso de uno u otro se pueden considerar iguales.

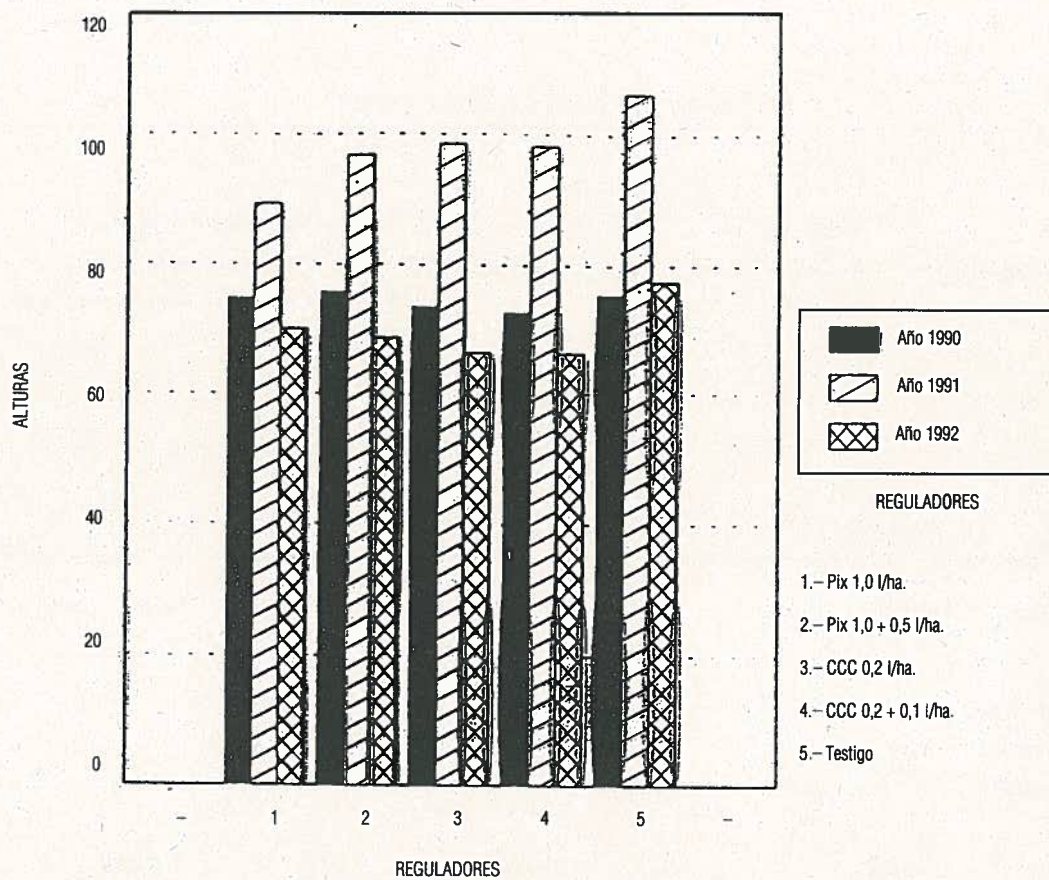
Cuadro nº 14. Reguladores y Riegos = 1990-1992

Reguladores	1- Pix (1+0,5) 2- CCC (0,2+0,5) 3- Testigo	Riegos	1- Reg. antes del Riego 2- Reg. el día del Riego 3- Reg. 4 días después del Riego
-------------	--	--------	---

Producciones Medias en 3 Repeticiones

1º Año 1.990			2º Año 1.991			Media		
Regul.	Riego	Inter.	Regul.	Riego	Inter.	Regul.	Riego	Inter.
2=4.086			1=3.005			1=3.496		
1=3.987			2=2.553			2=3.320		
3=3.913			3=2.314			3=3.114		
	1=4.251-A			1=3.061			1=3.656	
	2=3.946-B			3=2.581			3=3.185	
	3=3.789-B			2=2.231			2=3.089	
	11=4.445A-			11=3.632A-			11=4.039	
	22=4.176AB-			21=2.973AB			21=3.560	
	31=4.166ABC-			12=2.738AB			31=3.372	
	21=4.146ABC-			13=2.644AB			12=3.268	
	23=3.936-BCD			31=2.577AB			23=3.233	
	32=3.864-CD			33=2.569AB			13=3.181	
	12=3.789-D			23=2.529AB			22=3.167	
	13=3.718-D			22=2.158AB			33=3.141	
	33=3.713-D			32=1.797AB			32=2.831	
0,01	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	-	-
0,05	N.S.	302 kg.	302 kg.	N.S.	N.S.	N.S.	-	-
0,10	N.S.	-	-	N.S.	N.S.	1.673 Kg.	-	-

Gráfico nº 8. Comparación de alturas según tratamientos, en tres años



REGULADORES DE CRECIMIENTO Y DE-FOLIANTES

Cuadro nº 15. Análisis de varianza para altura

Fuentes	GL	Media		Cuadrados		GL	Media de Cuadrados de tres años
		1990	1991	1992			
Años (A)	-	-	-	-	-	2	1335,7***
Regulad. (C)	4	19,58	414,03***	476,9**	-	4	519,5**
Nitrog. (D)	2	6,82	6,45	30,46	-	2	21,43
C*D	8	23,92	32,38	33,40	-	8	24,02
Error	30	16,55	105,16	32,15	-	48	58,86
Coef. Variación	(CV)	5%	10%	12%	-	-	18%
Media	(M)	74,43	97,95	70,28	-	-	80,89

*,** Significativo a los niveles 0,05 y 0,01 de probabilidad, respectivamente.

Grupos de Duncan (altura) Tres años			Reguladores 1991		
1991	97,95	A --	Testigo	106,4	A --
1990	74,43	- B -	CCC 0,2 l/ha	98,50	- B -
1992	70,28	-- C	CCC 0,2+0,1 l/ha	98,17	- B -
			Pix 1,0+0,5 l/ha	96,75	- B C
			Pix 1,0 l/ha	89,92-C	-- C

Reguladores 1992			Reguladores tres años		
Testigo	80,92	A --	Testigo	87,58	A --
Pix 1,01 l/ha	70,75	- B -	Pix 1,01 l/ha	80,23	- B -
Pix 1,0+0,5 l/ha	68,33	- B -	Pix 1,0+0,5 l/ha	79,22	- B -
CCC 0,2+0,1 l/ha	65,83	- B -	CCC 0,2 l/ha	78,89	- B -
CCC 0,2 l/ha	65,58	- B -	CCC 0,2+0,1 l/ha	78,49	- B -

Cuadro nº 16. Análisis de varianza para rendimiento de fibra en desmotación

Fuentes	GL	Media			GL	Media de Cuadrados de tres años
		1990	1991	1992		
Años (A)					2	302,99**
Regulad. (C)	4	1,51	4,90**	4,22**	4	8,53**
Nitrog. (D)	2	0,432	2,20*	0,127	2	0,58
C*D	8	0,644	0,38	0,750	8	0,68
Error	30	0,547	0,44	0,832	48	0,52
Coef. Variación (CV)		2%	2%	2%		5%
Media (M)		36,22	35,95	39,97		37,38

*,** Significativo a los niveles 0,05 y 0,01 de probabilidad, respectivamente.

Grupos de Ducan (altura) Tres años			Reguladores 1991		
1992	39,97	A --	Testigo	36,78	A --
1990	36,22	- B -	Pix (1,0 l/ha)	35,78	- B -
1991	35,95	- B -	Pix (1,02 l/ha)	35,62	- B C
			CCC (0,2 l/ha)	35,62	- B C
			CCC (0,2+0,1 l/ha)	35,18	-- C

Reguladores 1992			Reguladores tres años		
Pix (1,0 l/ha)	40,45	A --	Testigo	37,86	A --
Testigo	40,36	A B -	Pix (1,0 l/ha)	37,80	A --
Pix (1+0,5 l/ha)	40,21	A B -	Pix (1+0,5 l/ha)	37,51	A --
CCC (0,2+0,1 l/ha)	39,65	- B C	CCC (0,2+0,1 l/ha)	36,92	- B -
CCC (0,2 l/ha)	39,09	-- C	CCC (0,2 l/ha)	36,82	- B -

Nitrógeno 1991

160 kg/ha	36,32	A --
200 kg/ha	35,87	- B -
240 kg/ha	35,67	- B -

REGULADORES DE CRECIMIENTO Y DE-FOLIANTES

Cuadro nº 17. Analisis de varianzapara peso de 100 semillas

Fuentes	GL	Media		Cuadrados		GL	Media de Cuadrados de tres años
		1990	1991	1992			
Años (A)						2	104,37**
Regulad. (C)	4	0,355	2,27**	1,641		4	0,90
Nitrog. (D)	2	1,28**	0,92**	0,299		2	2,16**
C*D	8	0,322	0,25	0,842		8	0,48
Error	30	0,289	0,18	0,604		48	0,42
Coef. Variación (CV)		5%	4%	9%			12%
Media (M)		9,85	12,16	9,90			10,64

*,** Significativo a los niveles 0,05 y 0,01 de probabilidad, respectivamente.

Grupos de Ducan (altura) Tres años			Reguladores 1991		
1991	12,16	A --	CCC (0,2+0,1 l/ha)	12,72	A --
1992	9,904	- B -	CCC (0,2 l/ha)	12,35	A B -
1990	9,855	- B -	Pix (1,0 l/ha)	12,26	A B -
			Pix (1,0 l/ha)	11,92	- B C
			Testigo	11,57	-- C

Nitrógeno 1990			Nitrógeno 1991		
240 kg/ha	10,11	A --	240 kg/ha	12,30	A --
200 kg/ha	9,85	A B -	200 kg/ha	12,25	A --
160 kg/ha	9,60	- B -	160 kg/ha	11,93	- B -

Nitrógeno tres años 1991

240 kg/ha	10,81	A --
200 kg/ha	10,68	A --
160 kg/ha	10,43	- B -

Cuadro nº 18. Analisis de varianza para peso de 10 cápsulas

Fuentes	GL	Media			GL	Media de Cuadrados de tres años
		1990	1991	1992		
Años (A)					2	239,68**
Regulad. (C)	4	14,66	67,82*	53,8*	4	89,5**
Nitrog.(D)	2	53,21	42,65	25,33	2	24,95
C*D	8	31,71	28,75	48,14	8	49,78
Error	30	35,99	46,27	28,44	48	38,39
Coef. Variación (CV)		9%	9%	11%		15%
Media (M)		60,33	64,72	48,72		57,87

*,** Significativo a los niveles 0,05 y 0,01 de probabilidad, respectivamente.

Grupos de Ducan (peso de 10 cápsulas) Tres años			Reguladores 1991		
1991	64,72	A --	CCC (0,2+0,1 l/ha)	67,17	A --
1990	60,33	- B -	Pix (1+0,5 l/ha)	66,50	A --
1992	48,53	- C -	Pix (1,0 l/ha)	64,83	A B -
			CCC(0,2 l/ha)	64,00	A B -
			Testigo	61,12	- B -

Reguladores 1992			Reguladores tres años		
CCC (0,2+0,1 l/ha)	51,62	A --	CCC (0,2+0,1 l/ha)	59,62	A --
CCC (0,2 l/ha)	49,52	A B -	CCC (0,2 l/ha)	58,20	A --
Pix(1,0 l/ha)	48,15	A B -	Pix(1,0 l/ha)	58,13	A --
Pix (1+0,5 l/ha)	47,24	- B -	Pix (1+0,5 l/ha)	58,08	A --
Testigo	46,17	- B -	Testigo	55,29	- B -

REGULADORES DE CRECIMIENTO Y DE-FOLIANTES

Cuadro nº 19. Analisis de varianza para Uniformidad

Fuentes	GL	Media			GL	Media de Cuadrados de tres años
		1990	1991	1992		
Años (A)					2	250,05**
Regulad. (C)	4	14,65*	4,11*	3,749	4	8,14**
Nitrog. (D)	2	4,88	2,04	1,206	2	3,06
C*D	8	1,30	1,44	4,331	8	2,93
Error	30	3,18	1,48	5,279	48	3,81
Coef. Variación (CV)		4%	2%	4%		5%
Media (M)		45,56	49,34	46,12		47,01

*,** Significativo a los niveles 0,05 y 0,01 de probabilidad, respectivamente.

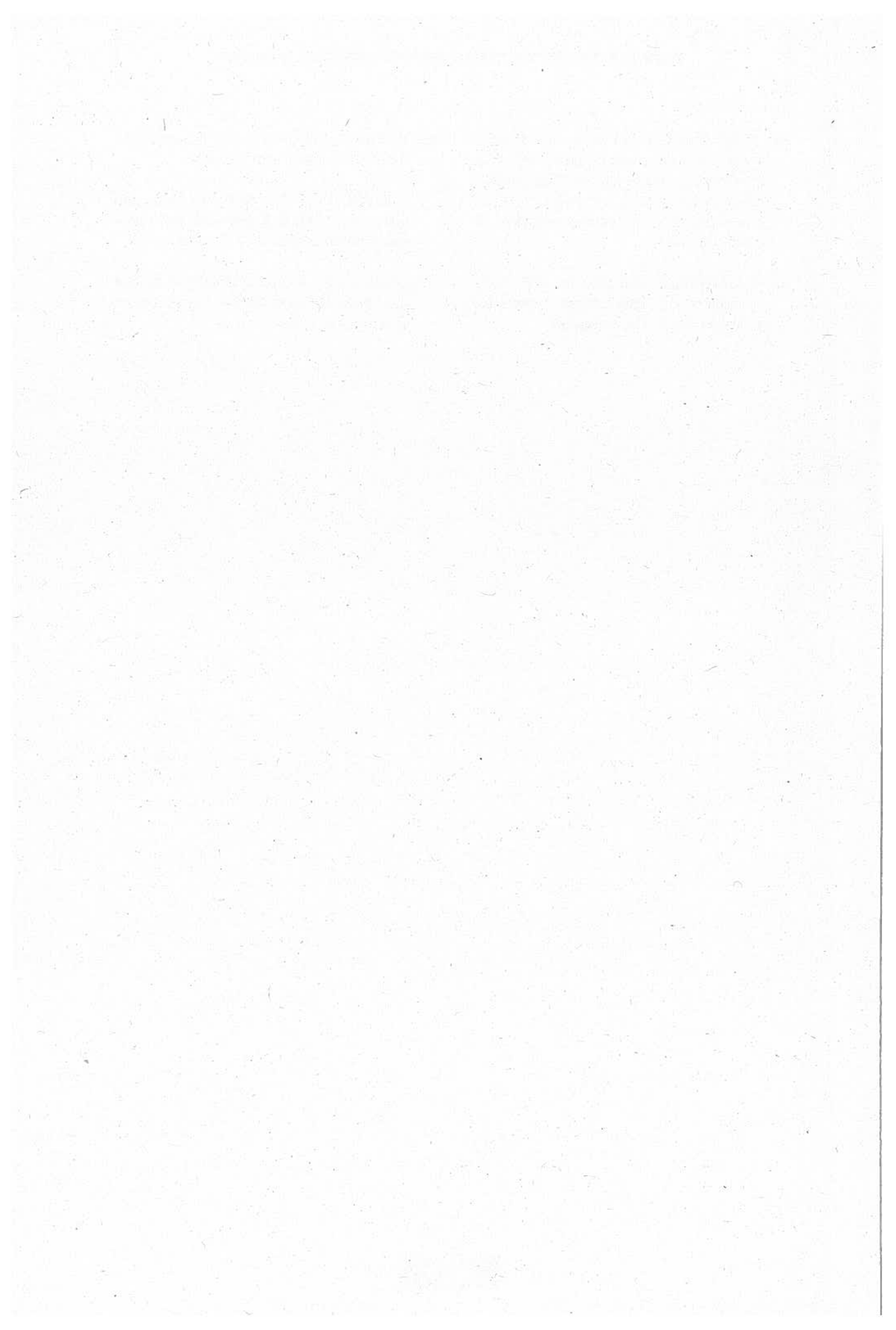
Grupos de Duncan (uniformidad) Tres años			Reguladores 1991		
1991	49,34	A --	Pix (1,0 l/ha)	46,83	A --
1992	46,12	- B -	Pix (1+0,5 l/ha)	46,40	A --
1990	45,56	- B -	CCC (0,2 l/ha)	45,64	A B -
			Testigo	44,71	- B C
			CCC (0,2+0,1 l/ha)	44,21	-- C

Reguladores 1992			Reguladores tres años		
Pix (1+0,5 l/ha)	50,05	A --	Pix (1+0,5 l/ha)	47,66	A --
Pix (1,0 l/ha)	49,62	A B -	Pix (1,0 l/ha)	47,25	A B -
CCC (0,2+0,1 l/ha)	49,49	A B C	CCC (0,2 l/ha)	47,04	A B -
CCC (0,2 l/ha)	49,02	- B C	Testigo	46,59	- B -
Testigo	48,52	-- C	CCC (0,2+0,1 l/ha)	46,51	- B -

BIBLIOGRAFÍA

1. ABELES, F.B.; and G.R. Leather 1971. Abscission: control of cellulase secretion by ethylene.
2. ADDICOT, F.T. and R.S. Lynch 1955. Physiology of abscission. *An. Rev. Plant Physiology G.*
3. ADDICOT, F.T. 1970. Plant hormones in control of abscission. *Biol. Rev. Cambridge Phil. Soc.* 45
4. CATHEY, G.W. and Kirk Luchett 1981. Some effect of growth regulator/chemicals and cotton earliness, yield and quality. Belt-wide cotton prod. Research conferences.
5. CRAWFOR, S.H. and Carroll K.R. 1984. Prep. (ethephon) research in Northeast Louisiana. *Belt. Cot. Prod. Rese. Conf.*
6. EL-BAZ et al. 1971. An investigation an the inter action effect of cycocel, nitrogent fertilization and spacing on cotton plant. *Agrochimica - 15.*
7. FREYTAG, A.H. and Coleman, E.A. 1973. Effect of multiple application of 2,3,5 Trito-dobenzoic acid (TIBA) on yield dof storpro-of and monstarmiproof cotton. *Agron. J.* 65.
8. GAUSMAN, H.W., Namker L.N. et al 1979. Physiological effects of agrowth regulator (Pix) on the cotton plant. *Beltwid Cotton Prod. Research Conferences.*
9. GENE GINN. 1980. Hormonal relations in flowering, fruiting, and cutout *Belt. Cot. Prod. Rese. Conf.*
10. HOSKINSON; P.E. et al. 1980. Effects of Pix on cotton intermessee. *Belt. Cot. Prod. Rese. Conf.*
11. KERBY, T.A. et al. 1982. Effects of Pix on yield, earliness and cotton plant growth when used at various nitrogen level. *Belt. Cot. Prod. Rese. Conf.*
12. LEOGRALD, A.C. 1955. 1971. Physiological process in volved in abscission. *Horts-cience* 6.
13. MARANI, A. et. al. 1973. Effect of time and rate of application of two growth retardants and growth, flowering, end yield of upland cotton *Crop. Science* 13.
14. NAMKEN, L.N. and Heilman, M.D. 1984. Comparison of Pix and Cycocel as bioregulators for cotton. *Betl. Cot. Prod. Rese. Conf.*
15. NEGI, L.S. and Singh, A. 1956. A preliminary study on the effect of some hormones an yield of cotton. *Indian Cotton Growing Review* 10.
16. RODRÍGUEZ, G.D. 1983. Experiencias sobre defoliantes y reguladores de crecimiento. *INIA. Información Algodonera* nº 60.
17. RODRÍGUEZ, G.D. 1984. Acortamiento del ciclo vegetativo de algodón en regadío. *Reguladores y Defoliantes. INIA. Información Algodonera* nº 64.
18. RODRÍGUEZ, G.D. 1985. Técnicas de cultivo del algodón. *Reguladores y Defoliantes (2º año). Reunión Desmotadores en Tabladilla, Sevilla.*
19. RODRÍGUEZ, G.D. 1986. Técnicas de cultivo (Plantas industriales textiles: algodón). *Dirección Gen. de Investigación y Extensión Agrarias. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.*
20. RODRÍGUEZ, G.D. 1987. Racionalización de los inputs en los sistemas de producción del algodón. (1984-87).
21. RODRÍGUEZ, G.D. 1988. Estudio de diversas técnicas de cultivo. *El algodón en andalucía. Dire. Gen. Inv. y Ext. Agrarias. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.*
22. RODRÍGUEZ, G.D. 1990. 4º Symposium Nacional de Agroquímicos. *Sevilla. p. (153-180).*
23. RODRÍGUEZ, G.D. J.M. Camero Ortega. «El Algodón» 1991. *Editorial Mundi-Prensa.*

24. RODRÍGUEZ, G.D. 1994. Comparative studies of use of cotton growth regulators. 2^º Meeting Inter-regional Cooperative research network on cotton (IRNC) FAO. Working group on growth regulators WG. 3. Athens (Greece).
25. RUBISTEIN, B. and Leopold, A.C. 1963. Analysis of the auxin control of bean leaf abscisión. *Plant. Physiology* 38.
26. SINGH, S. 1970. Revolution in cotton yield with CCC. *Indian Farming*. 20.
27. THOMAS, R.O. 1975. Cotton flowering and fruiting responses to application timing of chemical growth retardans. *Crop. Science*—15.
28. ZUR, M. et al. 1972. Effects of growth retardants CCC and CMH an cotton. *Cotton growing review*. 49.



III.4. MODERNAS TÉCNICAS CULTURALES

FRANCISCO MÁRQUEZ

La calidad de la fibra puede verse substancialmente dañada debido a las frecuentes lluvias otoñales que alteran principalmente el grado de la fibra, y pueden incluso perjudicar su resistencia.

La media pluviométrica en Córdoba (Andalucía-España) entre los años 1926 y 1971 fue la siguiente:

	1-10	11-20	21-31
Septiembre	3,6	6,2	17,5
Octubre	18,7	20	42,7
Noviembre	34,9	33,4	22,8
Diciembre	27,3	32,2	29,8

Analizado estos datos observamos que hasta el 20 de Septiembre la cantidad de lluvia caída es insignificante y no suele causar daños en la fibra. A partir de estas fechas, el aumento de la pluviometría provoca un descenso en la calidad que va aumentando conforme avanzan las fechas, pudiendo llegar incluso a impedir la recolección, por no poder entrar las cosechadoras en las parcelas de cultivo.

Basándose en los datos que posteriormente estudiaran en el Cuadro 2 y considerando que:

P.A.B. = Precio Algodón Bruto/ha
R1 = Kg/ha 1ª Recogida
R2 = Kg/ha 2ª Recogida
R3 = Kg/ha 3ª Recogida
PR1 = Precio/Kg 1ª Recogida
PR2 = Precio/Kg 2ª Recogida = 0,8 PR1
PR3 = Precio/Kg 3ª Recogida = 0,65 PR1
P.A.B. = R1 x PR1 + R2 x PR2 + R3 x PR3

Las fechas de las recogidas son:

R1: 1-10 de Septiembre
R2: 1-10 de Octubre
R3: 1-10 de Noviembre

La relación entre PR1, PR2 y PR3 está fundamentada en datos medios de la zona.

Comparando una siembra bajo plástico de mediados de Marzo con una normal en la zona de mediados de Abril, ya que la climatología la impide realizar antes, se tiene que:

P.A.B. (Normal) = $895 \times PR1 + 2107 \times 0,8 \times PR1 + 964 \times 0,65 \times PR1 = 3207,2 \times PR1$
P.A.B. (Plástico) = $2183 \times PR1 + 1572 \times 0,8 \times PR1 + 505 \times 0,65 \times PR1 = 3768,85 \times PR1 = 1,175 \times 3207,2 \times PR1$.

Se observa que adelantando el momento de la siembra con el uso del plástico, no sólo se consigue un aumento de producción, sino que se adelanta notablemente la recolección, con lo cual ésta se realiza en su mayor parte con ausencia de lluvias importantes, lo que conlleva un notable aumento de la calidad de fibra y todo esto se traduce en un incremento del precio de algodón bruto por Hectárea de un 17,5%.

El uso del plástico transparente en la siembra del algodón surgió para asegurar su nascencia, evitando con él los problemas, que presentan sobre el cultivo en sus primeras fases, las bajas temperaturas nocturnas y diurnas, los fuertes vientos, la costra, y la pudrición por efecto del exceso de lluvias.

Cuando se inició la utilización del plástico en algodón éste se sembraba sobre llano; después se introdujo la modalidad de dejar una pequeña cámara entre el terreno y el plástico, perforando éste en mayor o menor cantidad; ahora bien, estas perforaciones de pequeño diámetro no evitaban los efectos negativos de las altas temperaturas diurnas y había que

recurrir a tener que retirar los plásticos excesivamente pronto o a rajarlos, con lo cual el algodón quemado y no adaptado a las bajas temperaturas nocturnas de ese tiempo, quedaba a la intemperie. Todo esto producía un retraso en el cultivo que llevaba a muchas personas a pensar que el plástico aseguraba la nascencia, pero no adelantaba el cultivo, a pesar de sembrar antes.

Con estas premisas se iniciaron una serie de trabajos de investigación en plásticos, parte de los cuales son objeto de esta conferencia, con el deseo de evitar estos problemas y no solamente asegurar la nascencia, sino aumentar la precocidad e incluso la producción en una planta con problemas de ciclo.

El uso del plástico en el cultivo del algodón presenta ventajas e inconvenientes.

VENTAJAS:

– Se adelanta la recolección, pues además de poder sembrar antes, entre 20 y 30 días, se produce un aumento de la precocidad, debido al efecto invernadero del plástico.

– Asegura la nascencia y con ello el ahorro de semillas es mayor.

– Al adelantar el ciclo se consigue que las tres primeras semanas de floración (88% de la producción) coincidan con temperaturas más suaves, al distanciarlas del estío, lo que favorece el aumento de la producción.

– Puede permitir, en determinadas zonas, el cultivo de variedades de ciclo más largo, que poseen mejor calidad de fibra y a veces mayor tolerancia a *Verticillium*.

INCONVENIENTES:

– El costo del plástico. Aunque el ahorro de semilla y aclare costean casi la mitad del gasto de material y manejo.

– Ha de tenerse la tierra libre de juncia (*Cyperus spp*), ya que el miniinvernadero

creado favorece el desarrollo de esta mala hierba, que acaba por hacer morir a la planta de algodón.

– El aumento de la temperatura del suelo y del aire dentro de la cámara puede interferir el comportamiento de algunos herbicidas e insecticidas de suelo favoreciendo la actuación de algunos, y convirtiendo en fitotóxicos otros, por lo que es aconsejable asesorar antes de usar un nuevo producto.

– El microclima reinante bajo el plástico favorece el desarrollo de algunos insectos, sobre todo pulgones, ácaros y trips, por lo que se aconseja controlarlos con tratamientos de suelo, dadas las dificultades de tratar bajo el plástico a pesar de las perforaciones.

– La preparación del suelo ha de ser muy esmerada a fin de enterrar bien los bordes del plástico, poder realizar bien la cámara, y dejar la semilla lo más superficial posible.

– Por su novedad, esta técnica plantea al principio algunos problemas de manejo que se superan en uno o dos años.

Lo mejor sería sembrar sobre lomos, realizados lo antes posible; con ello se consigue:

a) Aumentar la temperatura del suelo alrededor de 2° C (efecto importante en una planta subtropical que necesita altas temperaturas para germinar bien).

b) Un mayor drenaje que mejorará la estructura de la tierra y permitirá, sobre todo en tierras pesadas, una mejor siembra y colocación del plástico.

c) Evitar, en caso de fuertes lluvias primaverales la pérdida de semilla o plántula por exceso de humedad (encharcamiento), ya que la semilla situada en el lecho de la cámara estaría por encima de la base del lomo, con drenaje fácil. Este motivo justifica por sí solo el uso del almado.

El inconveniente más destacable de este sistema es que para labrar estos lomos se necesita un cultivador rotatorio,

sin el que no puede incorporarse el herbicida de presembrado, ni destruir las malas hierbas, para lo cual habrá que acudir a herbicidas de contacto totales o, de una manera un tanto artesanal, a dar otro ligero pase con el aporcador que entierre las malas hierbas en sus primeros estados o, al abrirlo algo más, raspe las aristas destruyendo la vegetación.

La época de siembra bajo plástico será en la primera quincena de Marzo, pudiéndose conseguir la nascencia en el plazo de una semana, siempre que el tiempo sea soleado y permita el calentamiento en el interior de la cámara.

El plástico usado es un polietileno lineal de 50 galgas (12,5 micras) y una anchura de 65 cms. En tierras con problemas en la colocación de plásticos puede facilitarse esta labor aumentando la anchura a 75 cms., compensándose el aumento de precio, con el ahorro de tiempo en la siembra y la menor dificultad en la colocación.

La base de esta técnica del empleo de plástico en el cultivo del algodón es la de efectuar la siembra en el seno de una pequeña cámara o microtúnel autoportante, que haga las veces de un pequeño invernadero y permita mantener la planta protegida durante bastante tiempo. Esta cámara tendrá una altura de 10 a 12 cm., y será lo más estrecha posible, hasta el punto de permitir que la rueda de regular la profundidad y de asiento de la semilla no deshaga el microtúnel. Esta cámara se hace con una reja aporcadora situada delante de la bota de siembra.

El segundo paso será abrir perforaciones de unos 3 centímetros de diámetro a una distancia entre 12 y 15 centímetros. Esta operación, como puede observarse en el cuadro 3, se ha de realizar lo antes posible, a fin de evitar daños y retrasos en las plantas, por exceso de temperatura, a la vez que se facilita la adaptación de éstas al medio ambiente. Hacer las perforaciones en el momento de la siembra facilita la operación, pero con ello se corre

el riesgo de una peor nascencia por pérdida de humedad, si ésta es escasa, y de pudrición de la semilla en caso de fuertes lluvias. Con la tierra preparada adecuadamente en buenas condiciones y un buen dominio de la técnica, puede hacerse con la máquina de siembra, ahorrando tiempo y dinero. Caso de no realizarse así, las sembradoras abren en el plástico pequeñas perforaciones cada 20 o 30 centímetros para evitar bolsas de agua sobre éste, en caso de lluvias.

Dado que con el uso del plástico nacerán casi todas las semillas, es necesaria una siembra de precisión, para evitar la competencia inicial entre plantas.

Aunque se haya incorporado anteriormente herbicida a toda la superficie, ha de tenerse en cuenta que al hacer la cámara desaparecerá de ésta, por lo que es necesario añadirlo a ella de nuevo, incorporándose al suelo con el agua que se condensa en los plásticos. Igualmente se ha de incorporar el insecticida de suelo que se considere más apropiado para combatir los insectos más frecuentes, ya que en siembras de precisión no puede permitirse mucha pérdida de plantas.

Las fechas óptimas para quitar los plásticos se sitúa entre 35 y 50 días después de la siembra, según las condiciones climáticas del año, como puede verse en el Cuadro 4. Si la densidad de siembra no es excesiva y los orificios, por su tamaño adecuado, permiten la aireación de la cámara, las plantas no sufrirán daños notables y el plástico favorecerá una mayor temperatura del suelo, lo que redundará en un mayor desarrollo de las plantas; no debe preocupar que éstas salgan por las perforaciones en el momento de quitar el plástico, ya que las pérdidas foliares serán mínimas.

Existen, próximos a ser comercializados, plásticos fotodegradables, estudiados para desintegrarse en el momento aconsejado, aunque con el inconveniente que la parte enterrada no se degrada. A más largo plazo se sitúan los biodegrada-

bles, que al no necesitar de la luz, se degradarían totalmente incluso enterrados, lo que permitirá mantenerlos todo el cultivo con un posible ahorro de agua y una disminución del estrés entre riegos.

Para ratificar lo dicho, seguidamente se analizan ensayos en los que se comprueba la ventaja de la siembra bajo plástico y el interés de abrir las perforaciones de 3 centímetros de diámetro en el momento de la nascencia:

En el primero de ellos, con un diseño de bloques al azar, se comparan: Una siembra normal sin plástico de mediados de Abril, con una siembra precoz sin plástico de mediados de Marzo, y con una siembra con plástico de mediados de Marzo.

En cuanto a la siembra precoz sin plástico de mediados de Marzo hay que hacer constar que fue conseguida con elevadísimas densidades de siembra y grandes cuidados, ambas circunstancias irrealizables en cultivo normal, con el solo objeto de compararla con la siembra realizada en la misma época pero con plástico.

En esta última se introdujo la variable de hacer una pequeña cámara o microtúnel para evitar el contacto directo de las plántulas con el plástico y que éste hiciera también las veces de pequeño invernadero; en el plástico se realizaron una serie de perforaciones de aproximadamente 3 centímetros, para permitir la aireación de la cámara.

Como puede observarse en los cuadros 1 y 2 y en el gráfico I, con la utilización del plástico se consigue un gran aumento de la precocidad en el cultivo con unos incrementos medios en primera recogida (R1) de 144% con respecto a una siembra normal, y del 74% si se compara con la siembra precoz de la misma época (Marzo).

En cuanto a la producción final, los incrementos medios no se muestran tan

patentes (7 y 22.6% respectivamente), si bien cabe señalar que, por motivos técnicos ajenos al ensayo, durante los años 87 y 88 hubo que retrasar el primer riego, y que esta circunstancia incidió negativamente en las siembras planteadas con plástico que se encontraban en floración, sufriendo pérdidas que las otras dos siembras no notaron pues aún no habían iniciado la floración. No obstante esta circunstancia adversa, la siembra con plástico superó, aunque no significativamente, a las dos restantes.

También cabe señalar que la baja productividad alcanzada en los ensayos de Andújar de siembra precoz sin plástico, pudo ser debido a la baja densidad de plantas obtenidas a pesar de utilizar métodos de siembra irrealizables en cultivo normal.

En un segundo ensayo, con un diseño de parcela subdividida, se estudiaron: diferentes densidades de siembra; distintas distancias entre las perforaciones del plástico, y momento de abrir éstas (en la nascencia o dos semanas después), manejándose hasta este momento con las técnicas usuales.

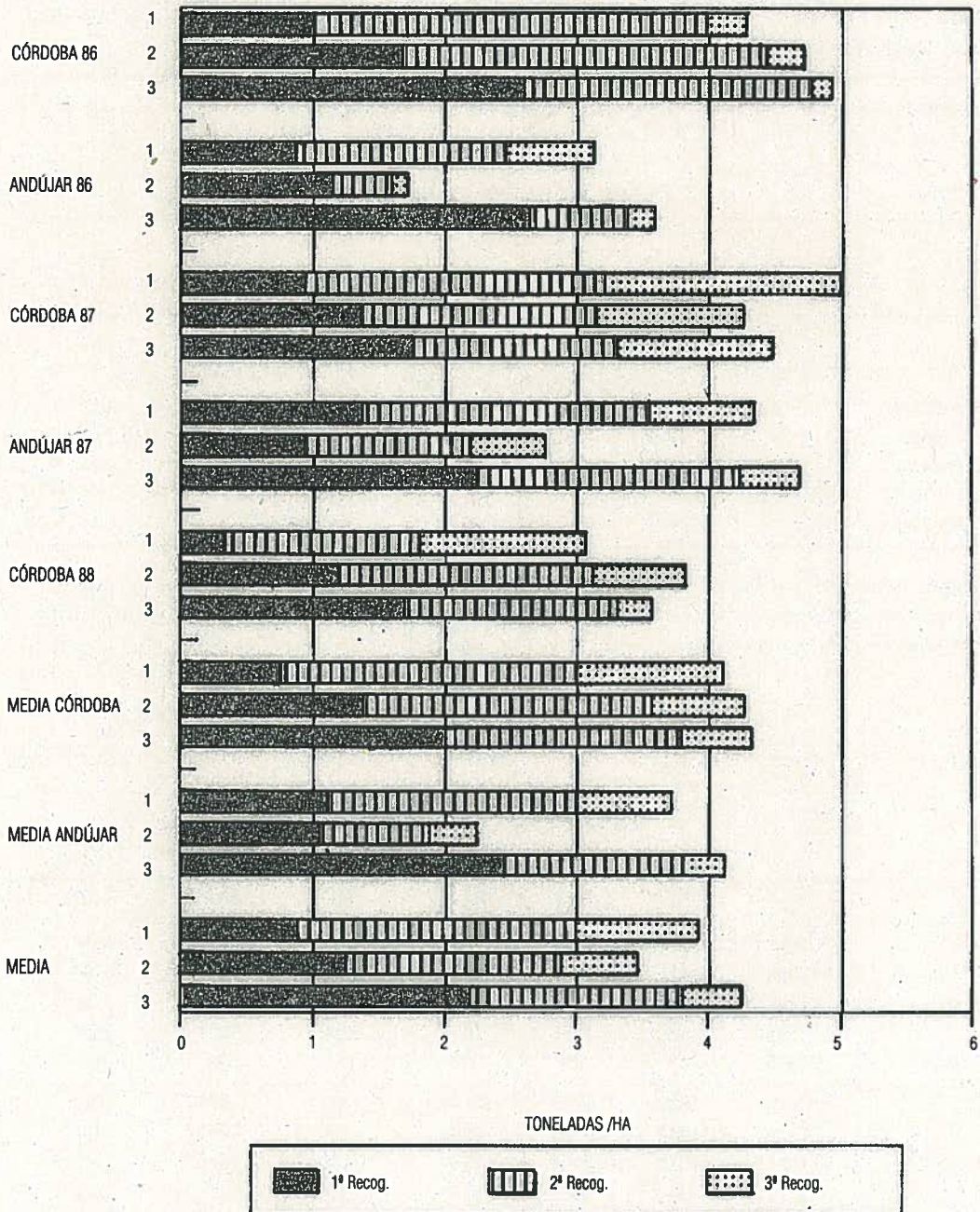
En el cuadro 3 puede observarse, que a pesar de no existir diferencias significativas, el hecho de perforar el plástico en el momento de la nascencia supone un incremento medio de precocidad del 10% en el año 86 y del 30% en el 87, mientras que la producción total aumenta el 4,6% el año 86 y el 3,2% el 87. Este aumento de la precocidad podría ser debido a una aumento de la temperatura en el suelo bajo plástico, de acuerdo con los resultados obtenidos por Avissar y col. (1986).

Como conclusiones puede decirse que el cultivo del algodón bajo plástico induce un significativo aumento de la precocidad y producción, siendo más destacable el incremento de la primera. Igualmente señalar que abrir las perforaciones de 3 centímetros de diámetro lo antes posible parece ser que favorece también la precocidad y producción.

MODERNAS TÉCNICAS CULTURALES

Gráfico 1. Experiencia manejo plástico

1:S. NORMAL (1/2 ABR) 2:S. PRECOZ (1/2 MAR) 3: SIEMBRA PLÁSTICO (1/2 MARZO)



Cuadro 1. Análisis en las Diferentes Localidades y Años

	Córdoba 86			Andújar 86			Córdoba 87			Andújar 87			Córdoba 88			Córdoba 89		
	R1	R12	R123	R1	R12	R123	R1	R12	R123	R1	R12	R123	R1	R12	R123	R1	R12	R123
Plástico	2599	4786	4929	2644	3385	3594	1751	3311	4495	2237	4238	4698	1684	3304	3583	3299	4550	5004
Precoz	1651	4432	4728	1140	1591	1750	1359	3114	4276	931	2192	2779	1182	3128	3840	2731	4720	5604
Normal	989	3984	4291	839	2459	3121	931	3212	4989	1354	3549	4344	317	1813	3085	1604	4253	5052
l.s.d.5%	433	546	N.S.	844	N.S.	1289	N.S.	N.S.	N.S.	668	729	625	339	863	N.S.	685	N.S.	N.S.

R1: Kg/ha 1ª Recogida R12: Kg/ha (1ª + 2ª) Recogida R123: Kg/ha (1ª + 2ª + 3ª) Recogida.

Cuadro 2. Análisis Conjunto Córdoba y Andújar

Años 86-87-88			
	R1	R12	R123
Plástico	2183	3755	4260
Precoz	1252	2891	3474
Normal	895	3002	3966
LSD5%	482	NS	NS

R1: Kg/ha 1ª Recogida

R12: kg/ha (1ª + 2ª) Recogida

R123: Kg/ha (1ª + 2ª + 3ª) Recogida

Cuadro 3

		Kg/ha. Perforaciones Nascencia			Kg/ha. Perforaciones Después		
		R1	R12	R123	R1	R12	R123
Año 86	8 Cms	2543	4328	4526	2217	4005	4203
	10 Cms	2417	4253	4448	2294	4206	4397
	12 Cms	2399	4100	4291	2096	3931	4114
	16 Cms	2335	4123	4318	2208	3951	4090
	LSD5%	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Año 87	8 Cms	1632	3273	4148	1307	2989	4220
	10 Cms	1544	3350	4294	1195	2950	4134
	12 Cms	1618	3428	4354	1180	3000	4043
	LSD	NS	NS	NS	NS	NS	NS

R1: Kg/ha 1ª Recogida

R12: Kg/ha (1ª + 2ª) Recogida

R123: Kg/ha (1ª + 2ª + 3ª) Recogida

Cuadro 4. Determinación del Momento Óptimo de Retirada de los Plásticos

	1	2	3	4	5	6	LSD 5%
Córdoba 1.989							
R-1	2284	3007	3427	3475	2938	1873	581
R-1-2	4177	4349	4222	4658	4283	3602	NS
R-1-2-3	4724	4759	4540	5016	4695	4278	NS
Córdoba 1.990							
R-1	3197	3818	3737	4102	3347	2957	372
R-1-2	4182	4241	4301	4675	4067	4167	NS

R-1: Kg/ha 1ª Recogida. R-1-2: Kg/ha (1ª + 2ª) Recogida

R-1-2-3: Kg/ha (1ª + 2ª + 3ª) Recogida

1: A los 55 Días de la Siembra (Sin Cámara)

2: A los 25 Días de la Siembra (Con Cámara)

3: A los 35 Días de la Siembra (Con Cámara)

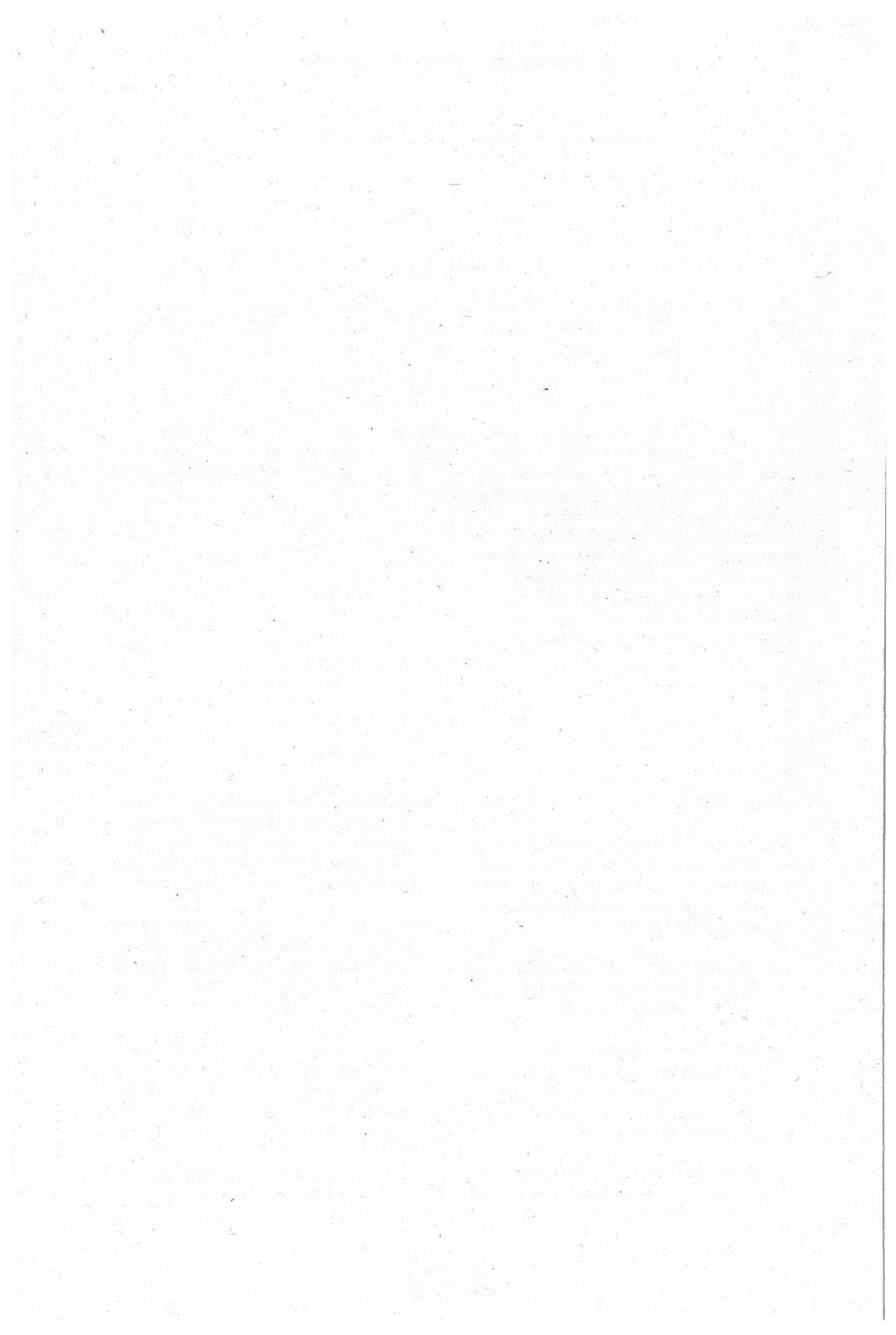
4: A los 45 Días de la Siembra (Con Cámara)

5: A los 55 Días de la Siembra (Con Cámara)

6: A los 65 Días de la Siembra (Con Cámara)

BIBLIOGRAFÍA

- AVISSAR, R., O. NAOT, Y. MAHRER, and J. KATAN. 1985. Field aging of transparent polyethylene mulches: II. Influence on the effectiveness of soil heating. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50: 205-209.
- MÁRQUEZ, F. 1990. Siembra de algodón bajo plástico. Colección Divulgación HD 11/90. D.G.I.E.A. Junta de Andalucía.
- MÁRQUEZ, F. 1990. Plastic covered cotton: a way of inducing precocity and increasing yields in mediterranean climates. XI Int. Congress on The Use of Plastic in Agriculture. New Delhi. India. E-47-52.
- MÁRQUEZ, F. 1990. Modernas técnicas culturales. Curso de Tecnología de la fibra de algodón. Sevilla. En prensa.
- MÁRQUEZ, F. 1991. Aumento de la precocidad y producción mediante el empleo de la siembra bajo plástico lineal y degradable en el cultivo del algodón. D.G.I.E.A. Junta de Andalucía. Información técnica 11/91.
- MÁRQUEZ, F. 1991. Manejo, densidad de plantas y distancia entre perforaciones en una siembra bajo plástico permanente de algodón. D.G.I.E.A. Junta de Andalucía. Información técnica 11/91.
- MÁRQUEZ, F.; FUENTES, J. y LÓPEZ F.J. 1991. Agronomía y Mecanización de las siembras de algodón bajo plástico. 23 Conferencia Internacional de Mecanización Agraria. Zaragoza.
- MÁRQUEZ, F. Cultivo del algodón bajo film plástico. *Plasticulture*, nº 98 - 1993/2.



III.5. VARIETADES. CALIDAD DEL ALGODÓN

ADOLFO BORRERO FERNÁNDEZ

IMPORTANCIA

Entre los factores de la producción algodонера que nos conducen a la calidad, uno de los más importantes es el de la variedad utilizada.

Con la utilización de prácticamente los mismos factores de producción y los mismos costes, el cambio de variedad puede dar resultados muy diferentes. De ahí el gran interés que presenta la elección de la variedad adecuada que nos conduzca al mejor resultado teniendo en cuenta todos los sectores implicados en el proceso productivo del algodón. Hay que tener en cuenta los factores, agronómicos, tecnológicos y económicos que afectan a los sectores de cultivadores, desmotadores e hiladores implicados en el proceso productivo.

TIPOS DE ALGODÓN

Como ya se ha expuesto, hay en el mundo tres grandes grupos de algodón: *G. barbadense* (fibra larga), *G. hirsutum* (fibra media) y *G. herbaceum* (fibra corta).

El *G. herbaceum* tiene menos importancia y se limita casi exclusivamente al Sudeste asiático en zonas secas e improductivas de India y Pakistán no adecuadas para las otras dos especies. Por ello nos concentraremos principalmente en los algodones *G. hirsutum* o Upland y *G. barbadense* o Sealand.

La primera de estas dos especies es la más ampliamente sembrada en los principales países productores y ya nos han dado cifras estadísticas sobre su distribución.

1. ALGODÓN *G. HIRSUTUM* (UPLAND).

En EE.UU. hay cuatro tipos principales:

Tipo Acala, producidos en el Oeste (California, Arizona). algodones de gran calidad y alta resistencia.

Tipo Delta, producidos en el valle del río Mississippi. En los estados de Tennessee, Arkansas, Mississippi y Louisiana. Las variedades Deltapine y Stoneville son las más representativas de este grupo. La adaptación de las variedades Deltapine es muy amplia y se utilizan en la mayoría de los Estados.

Tipo Plains, comprende un grupo bastante heterogéneo sembrados en el altiplano de Texas y Oklahoma. En su mayor parte son algodones cortos de poca calidad, recolectados con «Strippers».

Tipo Eastern, representado por la variedades Coker y McNair, sembrados en los Estados de Carolina y Georgia.

Países del Asia Central (antigua Unión Soviética). Se caracterizan por el uso de variedades precoces que en número importante proceden de la Estación de Investigación de Tashken (Uzbekistan).

Otros países. Turquía, Grecia, España, Siria, América (Méjico a Argentina), Africa, usan variedades de los países anteriores o bien seleccionados por ellos mismos sobre material proveniente de variedades americanas, rusas o africanas en general.

No voy a tratar por supuesto de hacer una descripción de las innumerables variedades utilizadas, solo dar una idea general de los grandes tipos y de las principales características a tener en cuenta. Para ello voy a apoyarme en los resultados que hemos obtenidos en España sobre variedades de diverso origen tanto en condiciones de riego como de secano.

En los cuadros adjuntos se pueden comparar las diversas características de la fibra y su rendimiento en desmotación en maquina de laboratorio, junto con sus cualidades agronómicas.

Se presentan los resultados de una experiencia en regadío y otra en secano, ambas en el valle del Guadalquivir. En ellos puede apreciarse la influencia del régimen de cultivo en ciertas características como: longitud, resistencia, y finura entre otras.

Asimismo se incluye una tabla con resultados de California respecto a diversas características de fibra e hilo de tres variedades típicas de ese Estado.

2. ALGODÓN G. BARBADENSE (EGIPCIO Ó SEALAND)

Los algodones G. barbadense se cultivan por su fibra de excepcional calidad, muy larga, fina y resistente. Las principales productores son Egipto, Sudan, los países de Asia Central (antigua URSS), Perú y U.S.A. Una producción relativamente menor se hace también en Israel, Marruecos, Colombia, China, y otros países.

El centro de origen de G. Barbadense es América del Sur. Estos algodones eran fotoperiódicos y con una fibra de longitud media y gruesa, como el actual Tanguis del Perú. Sucesivas introducciones de semillas en Egipto y U.S.A. con cruzamientos naturales y programas de selección han conducido a las variedades actuales.

El algodón egipcio puede dividirse en dos grupos principales de fibra larga (1 1/4" a 1 3/8") y extralarga (esta mayor de 1 3/8" ó 34,4 mm). El primero se produce principalmente en el Alto Egipto y Sur del Delta. Y el segundo en la parte Central y Norte del Delta.

Representativas del primer grupo han sido las variedades Dendera, Giza-80, 69,

81, y 75. En el cuadro adjunto se recogen los resultados de calidad de fibra e hilo de algodones egipcios.

En EE.UU. la producción de G. barbadense se realiza con las variedades Pima, denominadas algodones egipcio americanos, que ha experimentado sucesivas mejoras desde la antigua Pima S-1, hasta las actuales Pima S-6 y otras.

INFLUENCIA DE LA VARIEDAD EN OTROS ASPECTOS

Vamos a completar la influencia de las variedades en la calidad incidiendo en determinados caracteres de esta que suponen una repercusión directa sobre la misma, bien sea por la propensión a formas neps, a sufrir el fenómeno de la pegajosidad u otras causas.

1. NEPS.

Para evitar la formación de neps se deben seleccionar variedades que sufran menos a través de las máquinas que han de procesar el algodón.

Primeramente conviene variedades con una baja fuerza de unión de la fibra a la semilla.

Asimismo variedades que tengan una buena tasa de polinización, debiéndose evitar la formación de semillas abortadas mediante la aplicación de buenas prácticas culturales, tratamientos de plagas y fertilización adecuados.

Citamos unos datos para varias variedades del número de neps, según Herbert, en neps/mg.

	Neps/mg
Pima S-5	1.08
Açala SJ-5	0.43
Deltapine 61	0.35
Stoneville 213	0.37

Hay influencia varietal. Los algodones más finos tienden a dar más Neps que los gruesos, independientemente de la madurez de la fibra.

2. FRAGMENTOS DE CORTEZA.

Junto con los Neps dan la mayor parte de las imperfecciones del hilo. La variedad tiene una gran influencia, aparte de la forma de desmotar y limpiar.

	Numero	Peso gr.
Deltapine 41	49.00	0.024
Deltapine 90	31.67	0.0193
Stoneville 213	55.50	0.0255
Stoneville 825	41.00	0.029
Coker 315	64.83	0.0385
McNair 220	38.67	0.0157
Stonev, 506	54.67	0.0223
Coker 208	46.33	0.0202
Acala SJC1	57.50	0.0312

Es conveniente usar variedades que maduren temprano y eviten las condiciones climatológica adversas y que tiendan a tener bajos niveles de fragmentos de semillas.

3. RESISTENCIA A LA PEGAJOSIDAD Y ATAQUES DE INSECTOS

Hay características de las plantas de algodón que parece dan resistencia a la mosca blanca y reducen la incidencia de la pegajosidad.

Entre estas están la vellosidad de las hojas (hairiness) la presencia de hojas okra o superokra, la presencia de nectarios extraflorales, brácteas tipo frego, la concentración de ciertos productos químicos como el gossipol y la forma de desarrollo de la planta.

Hojas Glabras. Las mas vellosas son más atacadas por la mosca blanca. Parece que estas le proporcionan mayor protección contra los predadores, las hembras ponen los huevos en la base de los pelos y hay un microclima mejor.

Se ha observado que plantas con alta y media densidad de vello tenían más pegajosidad.

Pero en cambio la falta de pelos no da resistencia contra insectos. La variedades «smooth leaf» son más susceptibles al ataque de los leafhoppers (emposca).

Tipo OKRA. Disponen de hojas estrechas y muy hendidas. Permiten el movimiento del aire en la planta dado lugar a una más baja humedad relativa y más alta temperatura, 1,2°C más alto y 11% más seca que una normal. Se disminuye entonces el ambiente favorable para la mosca blanca. Además los tratamientos penetran mejor. Pero los rendimiento de la Okra suele ser más bajos.

Tipo Frego brácteas. Producen fibra más limpia y permiten una mejor penetración del insecticida.

Ausencia de nectarios extraflorales. Esto da alguna ventaja contra algunos insectos, sin afectar a los rendimientos, (Heliothis), pero reduce también la de predadores por lo que tiene el efecto de incrementar las poblaciones de mosca blanca.

Gossipol. Se ha observado una alta población de mosca blanca en variedades sin gossipol, por lo que parece que es un elemento de defensa.

Forma de la planta. La mosca blanca prefiere zonas sombreadas, húmedas y cálidas. Por lo que plantas que alteren esta condiciones presentaran defensa contra la mosca blanca.

Hay un claro ejemplo en Sudan donde siembran variedades G. barbadense del tipo Sakel (con un porte alto y follaje abierto) y Lambert (porte bajo y follaje compacto) así como tipos Acala de G. hirsutum. Entonces el tipo Acala cuando se introdujo aumentó la pegajosidad (porque abren las cápsulas coincidiendo con un pico en la población de mosca blanca). De las barbadense, Sakel resulta la menos afectada.

Pero claro esto no decide la elección de variedades pues hay otros factores, por ejemplo, en Sudan la variedad Barakat (tipo Lambert) se cultiva más aunque sea más susceptible que la tipo Sakel.

Asimismo en el Sudeste de Turquía se cultivaba Alepo 1, al menos en cierta época porque toleraba verticilosis aunque era más susceptible a mosca blanca.

ALGODONES COLOREADOS

En la naturaleza existen algodones con fibra de color pero suelen tener muy poca longitud y muy poca resistencia para ser hilados.

Pero recientemente, desde unos 12 años, en U.S.A. desde el sector privado se ha acometido la mejora de estas variedades y en la actualidad aunque con volúmenes reducidos existen en el mercado variedades comerciales de color marrón rojizo, marrón bronceado y verde. Se continúa con el proceso de mejora y se espera mejorar notablemente sus características agronómicas.

El coste de producción resulta más elevado que el del algodón blanco pero la

reducción en el coste del teñido de la fibra hace que el precio del producto final no se eleve demasiado y ello sin contar los beneficios de la menor polución del medio ambiente al evitarse el teñido.

ALGODONES ORGÁNICOS

Se está iniciando también en U.S.A. el cultivo del algodón empleando únicamente factores de producción naturales evitando el uso de abonos, pesticidas y herbicidas químicos. Se persigue no solamente obtener fibra sin residuos tóxicos sino impedir el deterioro del medio ambiente.

Ya se han establecido en varios Estados americanos adecuados organismos que realizan la certificación de este tipo de algodones orgánicos.

En 1993 se han cultivado por este sistema 4000 ha en California, 5000 ha. en Arizona y en Texas cerca de 10.000 ha.

Este sistema es aplicable tanto a los algodones blancos como a los coloreados que anteriormente hemos hecho referencia, con lo que se intensifica la actividad protectora del medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

Red Andaluza de experimentación agraria.
Variedades de algodón.

Campañas varias. Junta de Andalucía

Stickness in cotton. D.I. Hector y I.D. Hodgkinson. ICAC. Research nº 2

California Cotton Progress University of California Report 1.989 USDA

Cotton. R.J.Kohel y C.F.Lewis. Madison.Wisconsin.1984.

Coloured Cotton. S.V. Fox. International Cotton Conference Coulored Cotton Bremen 1994.

Report of Egyptian Cotton. Cotton Research Institute. Giza. Egipto. 1994.

VARIEDADES

CULTIVO EN REGADÍO. Campaña 1992
ALCALÁ DEL RÍO (Sevilla)

ANÁLISIS DE FIBRA HVI-SL 900 (Calibrado con patrón HVI-USDA)

VARIEDAD	LONGITUD						Colorímetro		
	Micronaire	pulg.	mm.	Unif %	Resistencia gr/tex	Alargamiento %	Rd	+b	Cod
	índice								
C-310	3.9	1,22	31	83.6	28.5	6.1	74.8	7.6	41-1
TABLADILLA 16	4.3	1.14	28/29	83.2	26.4	6.2	72.8	7.8	41-2
DELTA ACALA 90	3.8	1.18	30/31	83.3	31.7	6.2	76.0	7.2	41-1
CREMA 111	3.8	1.20	30/31	84.1	31.9	6.3	76.4	7.3	41-1
STONEVILLE 506	3.9	1.13	28/29	82.7	26.6	6.1	74.6	7.8	41-1
VULCANO	4.1	1.15	29/30	83.5	26.2	6.4	76.8	7.7	31-2
BLANCA PALOMA	4.1	1.18	30/31	83.7	27.6	6.1	71.6	7.3	51-1
ALEGRIA	4.3	1.17	29/30	82.8	26.0	6.0	74.7	7.7	41-1
ALBA	4.0	1.19	30/31	84.8	35.8	6.3	75.0	7.5	41-1
EXPERIMENTAL 24	3.8	1.16	29/30	84.1	30.8	6.2	75.2	7.4	41-1
MARISMEÑA	4.1	1.19	30/31	83.4	27.0	6.1	73.1	7.6	41-2
COKO	4.4	1.13	28/29	82.9	26.6	6.0	73.0	7.9	41-1
CORONA	3.6	1.12	28/29	83.4	25.7	6.7	75.4	7.8	41-1
EXPERIMENTAL 32	3.8	1.19	30/31	83.3	27.6	6.0	72.9	7.8	41-2
M.D.S %	0.6	0.05		N.S	3.0	0.3			
C.V %	9.8	2.5		1.2	6.7	3.1			

RESULTADOS FINALES

VARIEDADES	PRODUCCIÓN kg/ha	RENDIMIENTO EN FIBRA %	TAMAÑO CÁPSULA	ÍNDICE SEMILLA
C-310	3.992	39.4	5.5	10.5
TABLADILLA 16	3.927	40.5	5.7	10.8
DELTA ACALA 90	3.943	39.7	4.9	9.0
CREMA 111	4.050	39.9	5.2	9.9
STONEVILLE 506	4.049	38.6	5.3	10.2
VULCANO	4.011	37.1	5.7	10.4
BLANCA PALOMA	3.777	41.4	5.6	10.4
ALEGRIA	4.178	42.0	5.4	10.1
ALBA	3.684	38.2	6.7	11.9
EXPERIMENTAL 24	4.071	39.6	5.1	9.9
MARISMEÑA	3.793	38.9	5.4	10.8
COKO	4.135	41.6	5.8	10.4
CORONA	4.324	40.8	6.0	9.2
EXPERIMENTAL 32	4.199	41.0	5.7	9.4
M.D.S. 5%	465 kg/ha	1.1	0.7	0.5
C.V %	8.9	1.7	8.3	3.3

**CULTIVO DE SECANO. Campaña 1992
CARMONA (Secano)**

ANÁLISIS DE FIBRA

VARIETADES	Micronaire mcg/l ²	Inmadurez Arealometer	Pressley		Stalometer		Digital Fibrograph			Colorímetro	
			.000 lbs/l ²	Gramos/tex galga 0	Gramos/tex galga 1/8	Alargamiento Porcentaje	Longitud media pulgadas	Longitud efectiva pulgadas	Uniformidad Porcentaje	Rd	b
Mc Nair 220	4,60	10	101,6	50,4	21,8 ^e	6,5	0,42	0,97	47,6	78	8,1
Tabladilla 100	4,140	5	93,6	46,5	19,8	6,0	0,42	0,98	42,9	79	8,1
GSA 75	4,80	10	106,7	53,0	22,0	6,5	0,44	0,95	46,3	79	8,2
GSA 71	4,60	15	94,0	46,7	20,0	6,0	0,42	0,90	46,7	78	8,2
Coker 304	4,20	10	92,6	46,0	20,0	6,5	0,42	1,00	42,0	76	7,7
Coker 310	4,10	10	96,7	48,0	20,2	6,5	0,42	0,92	45,7	76	8,6
Stroman 254	4,60	10	106,8	53,0	22,5	6,0	0,47	1,04	45,2	78	8,0
Promese	4,20	10	96,3	47,8	19,4	6,0	0,45	0,97	46,4	74	8,8

**Resumen de ensayos de hilado sobre localidades distribuidas ampliamente,
red de ensayos de líneas avanzadas de CPCSD, 1987**

Caracteres	SJ-2	GC-510	C-32	LSD(.05)	CV%
Rendimiento (lb/fibra/acre)	1336	1448	1455	58	6.5
Rendimiento en desmotación	32.2	34.3	32.3	0.6	2.6
Shafter Lab					
Caracteres de fibra					
2.5% S.L.	1.13	1.11	1.15	0.01	1.0
Índice de uniformidad	48.3	49.7	50.8	0.7	1.5
Resistencia (T ₁)	23.4	24.8	27.9	0.6	2.6
Alargamiento (E ₁)	7.5	7.6	8.2	0.3	4.3
Micronaire	4.02	4.21	3.82	0.10	3.6
Lubbock Lab					
Caracteres de fibra					
2.5% S.L.	1.13	1.12	1.16	0.03	1.2
Índice de uniformidad	44.9	45.8	47.4	0.9	1.3
Micronaire	3.38	4.08	3.71	0.05	3.4
Pressley MPSI	97.7	101.8	105.2	2.9	2.0
Star Lab					
Caracteres de la fibra					
2.5% S.L.	1.15	1.13	1.17	0.01	0.3
Índice de uniformidad	46.1	46.3	48.1	0.8	1.3
Micronaire					
Hilo n° 22, resist.	128	137	149	5	2.7

VARIEDADES

(Continuación)

Propiedades del hilo

Desperdicio

Cogedora y carda	3.8	1.1	3.4	n.s.	9.5
Peinadora	12.7	12.3	10.3	0.7	4.0
Total	16.0	15.0	13.4	0.7	3.6

Resistencia

Cardado

Hilo nº 50, resist.	46.3	53.0	60.4	0.9	1.3
Factor de rotura	2314	2650	3022	48	1.3
Índice de apariencia	70	88	93	7	5.5

Peinado

Hilo nº 50, resist.	50.1	57.2	63.8	0.8	1.0
Factor de rotura	2502	2858	3188	41	1.0
Índice de apariencia	98	110	108	9	5.9

Imperfecciones del hilo

Cardado nº 50

Grueso	1809	1296	1022	94	4.9
Delgado	980	542	297	84	9.3
Neps	833	543	599	60	6.5
Irregularidad (CV%)	24.4	22.4	20.9	0.4	1.4

Peinado nº 50

Grueso	817	535	431	60	7.2
Delgado	366	204	127	25	7.6
Neps	383	246	302	43	9.9
Irregularidad (CV%)	20.4	19.0	18.1	0.3	1.1

Shirley FMT

Micronaire	4.02	4.20	3.32	0.15	2.3
Madurez %	79.0	25.9	83.5	1.7	1.5
Finura (mlitex)	169	163	149	6	2.3

Informe de pruebas de hilado de algodón Egipcio. Cosecha de 1994. Instituto de Investigación del Algodón de Egipto.

Variedad y grado	Color	Resistencia de hilo			Resistencia de fibra			Longitud de fibra			Finura y madurez			Color	
		Cardado nº 60	Peinado		Presley galga 0"	Stelometer 1/8" galga	Alargamiento %	Fibrógrafo 25% SL	Fibrógrafo 50% SL	Relación de Uniformidad %	Lectura Micronaire	F/M-T		Reflectancia Rf%	Amarillez + b
			nº 60	120's								Finura	Madurez		
Giza 45 G/FG Good	White	2950	3120	2015	s.w.r. 11.3	g/tex 34.1	% 6.2	mm 36.1	mm 17.8	% 49.3	2.8	milites 111	% 69	72	10.4
Giza 76 G/FG Good	White	2790	2910	1975	11.1	33.3	6.1	34.7	16.8	48.4	2.7	105	67	70	10.8
Giza 77 G/FG Good	White	2980	3195	2175	11.0	35.0	6.1	35.9	17.3	48.2	3.5	133	79	77	9.7
Giza 77 G/FG Good	Creamy	2820	3065	1980	10.9	34.6	6.0	35.6	17.1	48.0	3.3	128	73	72	9.8
Giza 77 G/FG Good	Creamy	2815	3090	1800	11.1	34.0	6.2	34.7	17.3	49.8	3.3	140	76	65	13.2
Giza 70 G/FG Good	White	2750	2965	1740	10.8	32.7	6.2	34.2	16.6	48.5	3.1	131	74	63	13.4
Giza 70 G/FG Good	White	2900	3050	1800	11.0	33.9	5.8	35.8	17.6	49.2	3.6	148	77	71	10.5
Giza 84 Good	Dark	2700	2925	1725	10.8	33.3	5.6	34.5	17.1	49.6	3.5	143	75	69	10.7
Giza 84 Good	Creamy	2780	2910	1985	11.0	34.2	5.9	32.8	16.4	50.0	3.0	118	70	61	13.4
Giza 75 G/FG Good	White	2365	2575	-	10.5	29.8	5.7	31.2	15.8	50.6	4.2	170	80	74	9.2
Giza 81 Good	White	2250	2470	-	10.2	29.2	5.5	30.9	15.3	49.5	3.6	155	79	70	9.5
Giza 85 G/FG Good	White	2200	2410	-	9.9	28.4	5.7	30.7	15.2	49.5	3.5	145	74	72	9.8
Giza 85 G/FG Good	White	2350	2510	-	9.8	28.3	6.6	30.0	15.0	50.0	3.4	136	75	73	9.5
Giza 80 Good	Dark	2250	2470	-	9.3	26.8	6.5	29.0	14.6	50.3	3.2	130	70	70	9.8
Giza 80 Good	Creamy	2060	2270	-	9.7	27.3	7.0	30.8	15.2	49.4	4.0	168	73	61	13.0
Dendera Good	Creamy	1985	2120	-	9.5	27.6	7.8	30.4	15.1	49.7	3.6	151	69	62	12.5
Giza 83 Good	White	1985	2190	9.2	26.4	7.1	30.4	15.2	50.0	3.6	3.6	148	63	12.0	
Giza 86 Good	Creamy	2450	2630	-	10.5	31.9	5.8	32.5	16.3	50.2	3.5	150	70	73	9.6
Cruces prometedores															
G45XG77 Good	White Creamy	2810	-	-	10.6	33.0	5.7	34.4	17.0	49.4	2.8	112	69	68	9.1

(1) Se ha considerado lo más apropiado incluir en este informe los resultados de ensayos de algodones Egipcios en el HVI. Sistema 900, que se cree será apreciado por los hiladores de este tipo de algodón. Las longitudes de fibra 2.5 y 50% se han medido con el Fibrógrafo 530. La relación de uniformidad se ha expresado como 50% Span length x 100 / 2.5% Span length. La resistencia de fibra se ha medido en el instrumento Presley (galga 0) en términos de relación fuerza-peso (S.W.R.) y en el Stelometer (galga 1/8") en términos de gramos por tex. El alargamiento de la fibra se ha obtenido a partir del Stelometer (galga 1/8"). La lectura Micronaire (sobre la escala curvilínea) es una medida combinada de la finura y la madurez. El color del algodón se ha determinado con el HVI expresado en términos de reflectancia (Rf%) y amarillez (+b).

(2) El porcentaje de madurez y la finura de la fibra en términos de milites (10⁻⁶ g/cm.) se han medido en el instrumento Il C-Shirley Finura/Madurez (F/M-T).

(3) La resistencia del hilo resulta del producto de "Resistencia de madeja en libras x número del hilo (cardado nº 60, peinado nº 60 y peinado nº 120, y factor de torsión 3,6)"

III. 6. SISTEMAS DE CULTIVO MECANIZACIÓN DEL ALGODÓN

JUAN FUENTES LUNA
DARÍO RODRÍGUEZ GARCÍA

1. Labores

Aumento Producción
Aumento Calidad
Menor Coste

- Labores preliminares: Alza (Vertedera, Chisel, Subsolador)
- Labores secundarias: Lecho de siembra (Partículas de 3 a 6 mm. en el 50% del total).

Gradas de rejillas
Gradas de púas
Gradas de red.

2. Siembra

- A campo abierto
- Con plástico
- En lomo

3. Marco de Siembra y Densidad

4. Regabinado (Bina)

- De cuchillas
- De rejas
- Rotativo

5. Abonado

- Inyección solución 20 a 41% + 33% en floración.
- Incorporación Urea (Retirada del plástico) 180 ud.
- Incorporación Urea en primer riego
- Incorporación Gradual Nitrato (20–50–20 y 10% de 180 Ud).
- Fertirrigación (Ud N/día = (1 al 15 JI= 2,4; 10 a 30 JI= 6,0; 1 a 15 Ag= 2,4; 16 a 30 Ag=1,2)

6. Tratamientos Drop-Legs

7. Cosechadoras

- Tipo Striper
- Tipo Husillo (Americana y Rusa)

8. Transportes

Compactadores, Plataformas
Cestillas y Camiones

1. LABORES

PREPARACIÓN DEL TERRENO

Fig. 1.1. Distribución de agregados en la cama de siembra

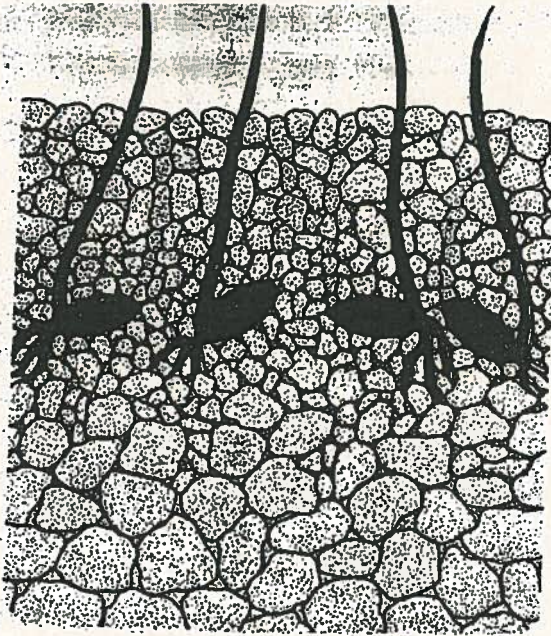


Fig. 1.2. Flexibilidad de un brazo de cultivador

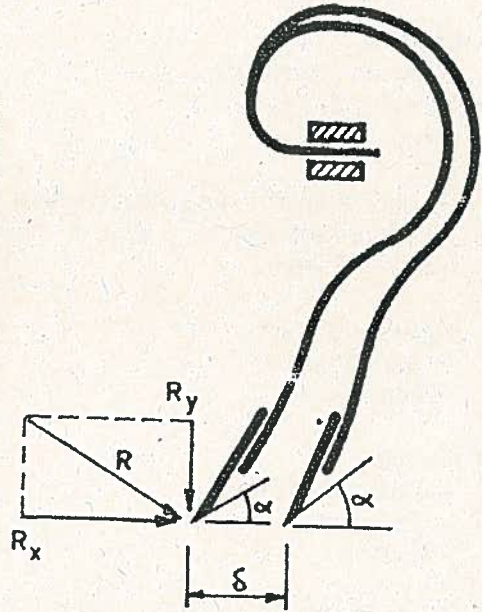


Fig. 1.3. Separación entre dientes en un cultivador

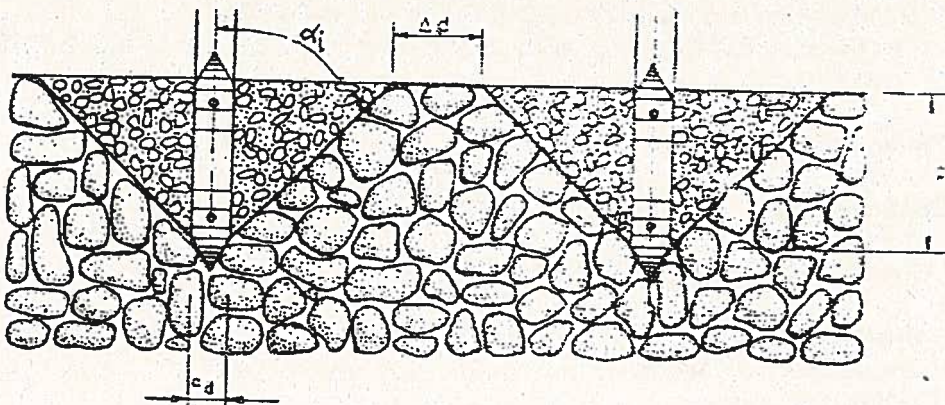


Fig. 1.4. Accesorios del vibrocultivador que completan el trabajo de preparación de la cama de siembra

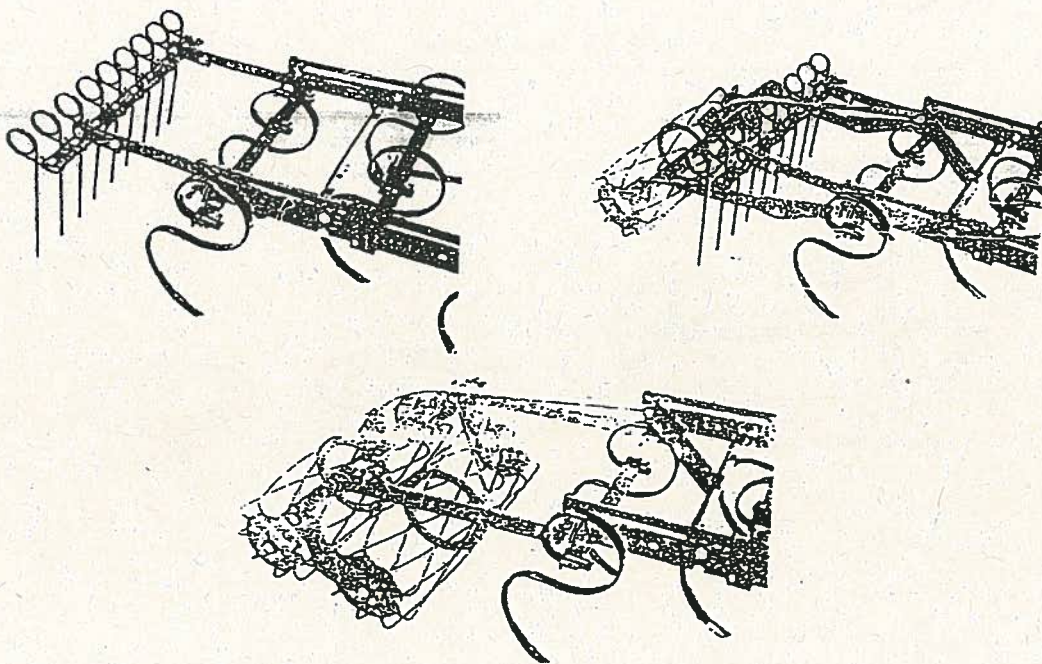


Fig. 1.5. Rodillo jaula

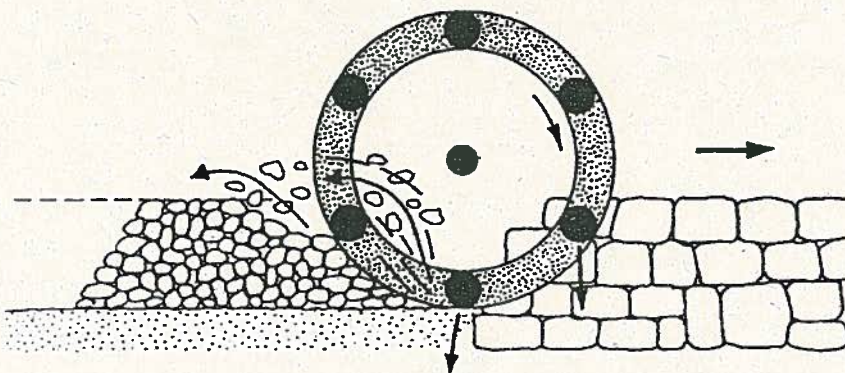
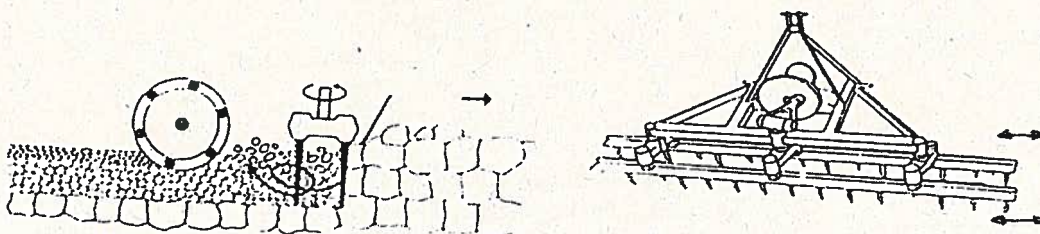


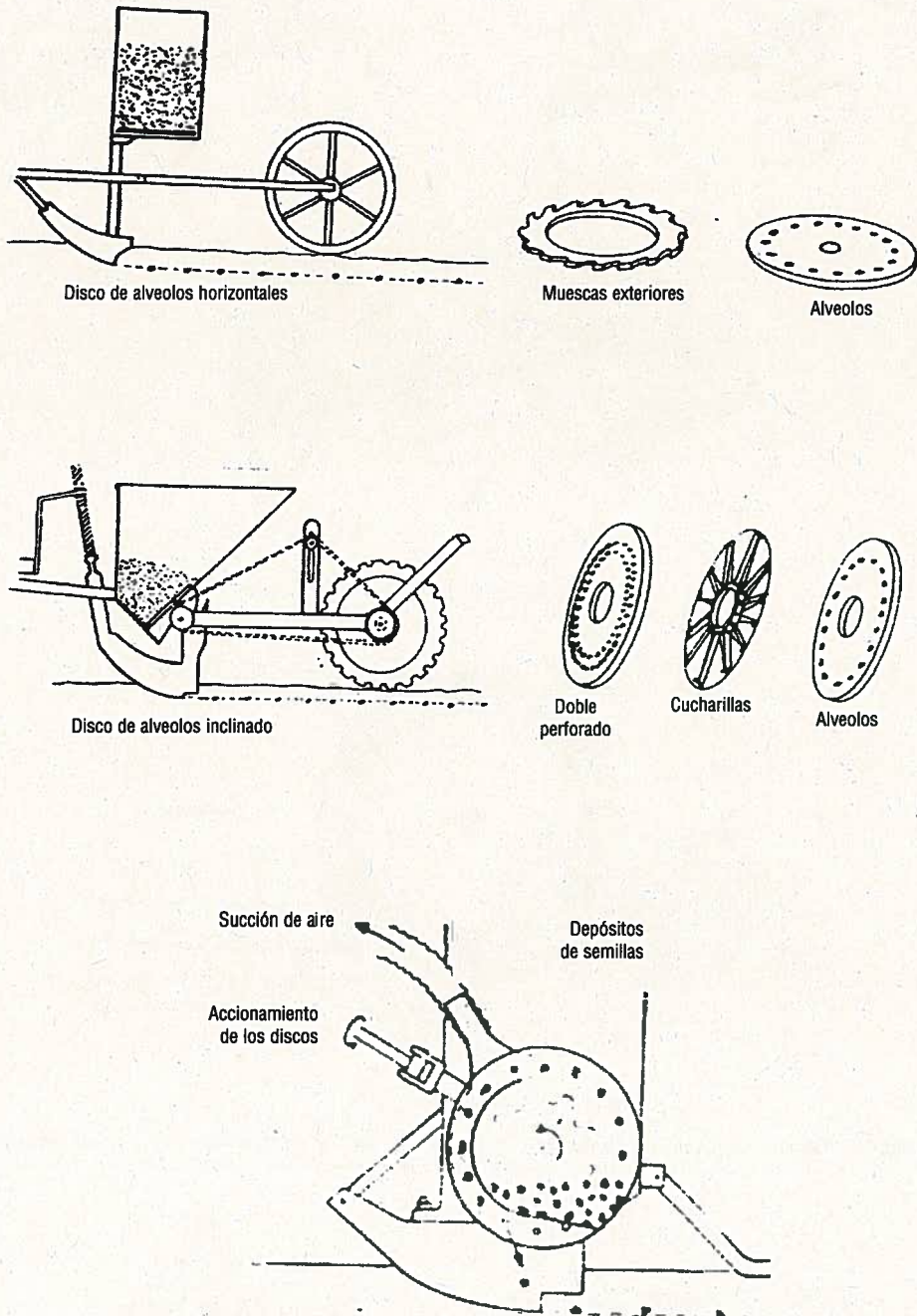
Fig. 1.6. Trabajo del suelo de una grada rotativa

Fig. 1.7. Trabajo del suelo de una grada alternativa



2. SIEMBRA

Fig. 2.1. Tipo de sembradoras



Esquema de funcionamiento de una sembradora neumática de precisión

Fig. 2.2. Esquema de colocación de semilla y plástico

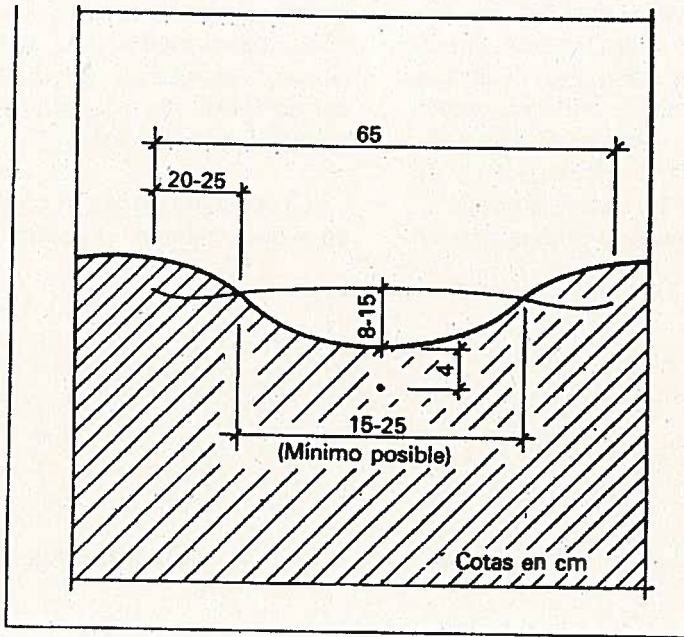
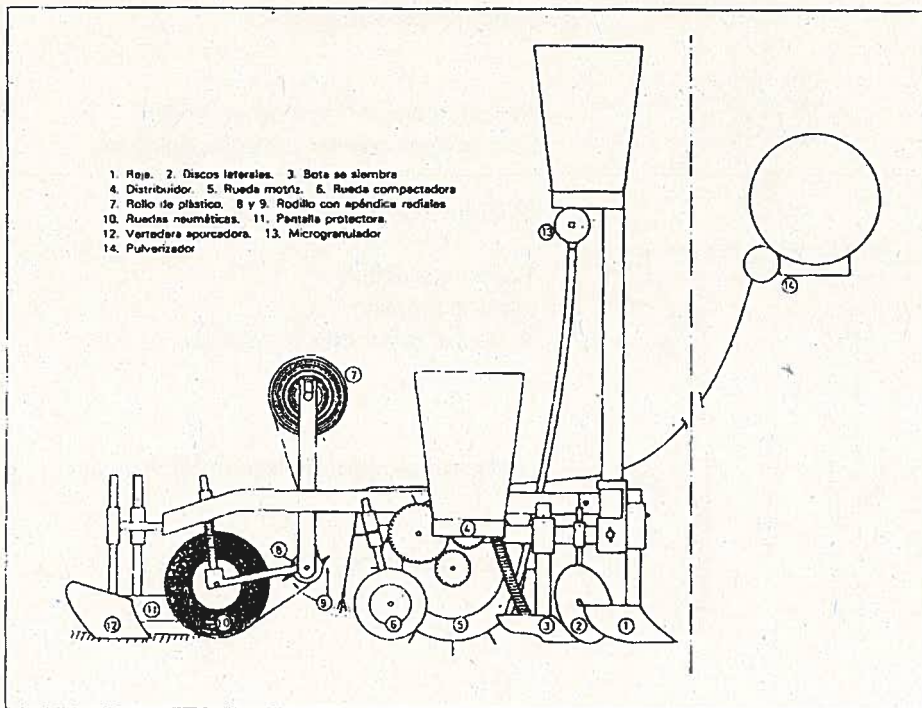


Fig. 2.3. Esquema de sembradora-extendedora de plástico



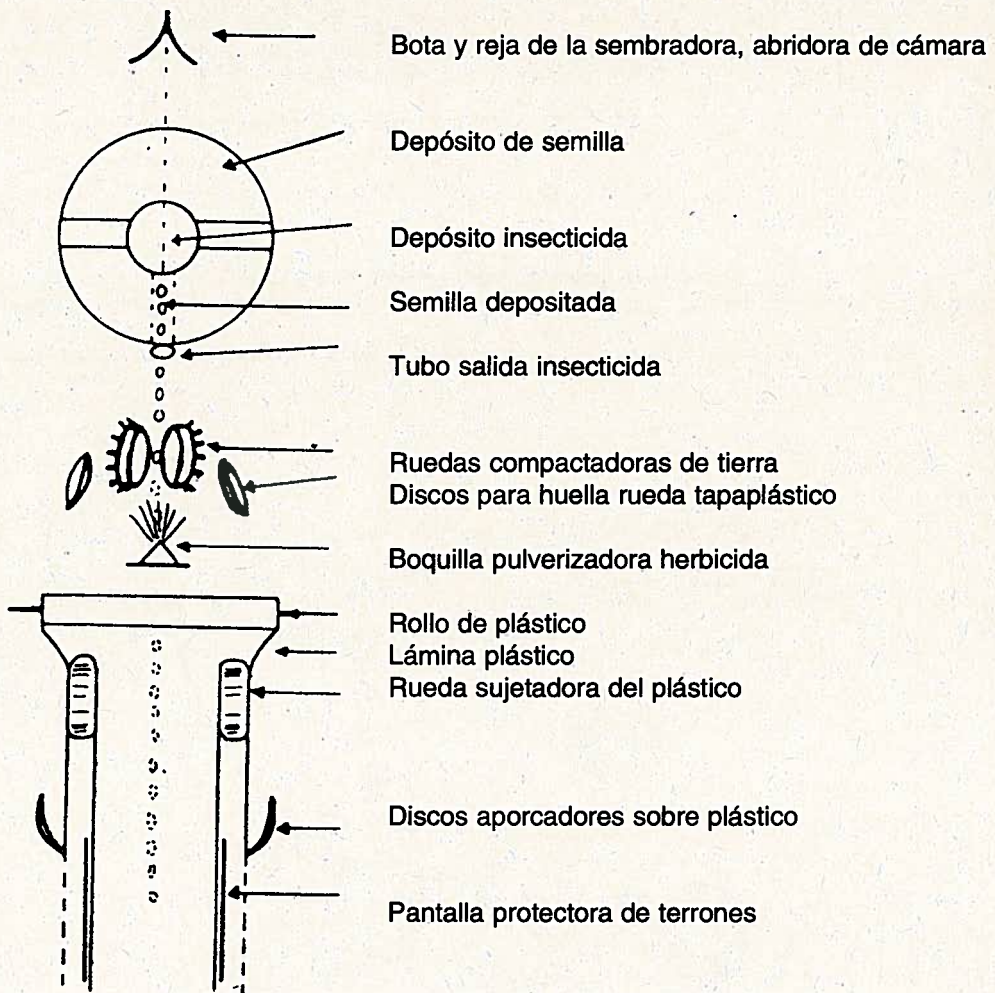
SIEMBRA CON ACOLCHADO DE PLÁSTICO

Esta técnica es muy extendida en las zonas aldoneras andaluzas, especialmente en la Marisma. Surgió de sencillos ensayos iniciados por la Dirección General de Investigación y Extensión Agrarias en 1980, basándose en las experiencias que se deseaban extrapolar de las siembras protegidas con plásticos de maíz en Francia. Aquellas máquinas rudimentarias se copiaron, ensayaron y perfeccionaron

en la Comarca de Los Palacios, y de toda esta evolución de ideas y pruebas salieron las actuales máquinas colocadoras de plásticos, que o bien se acoplaron a las sembradoras de chorrillos ya existentes antes mencionadas (p.e., L.T.) o bien se hicieron integrales, como sembradoras colocadoras de plástico en una sola maquinaria (p.e., oliva).

El esquema en planta de esta máquina es el que aparece en gráfico 2.1

Gráfico 2.1.



Esta máquina se va perfeccionando año tras año, o mejor día a día, según se presentan los problemas en cada tipo de suelo de las fincas o parcelas particulares, y se van corrigiendo los defectos o dificultades con los que se encuentra el agricultor.

Estas correcciones además se realizan a veces con grandes innovaciones, hasta tal punto que en principio se acoplaron a las sembradoras los distribuidores de insecticidas de suelo; y posteriormente, ya por los años 82-83, se han colocado sobre el tractor depósitos para herbicidas (fig. 2.4) y a cada módulo de la sembradora se le acoplaron boquillas pulverizadoras para realizar una labor simultánea de aplicación de herbicidas localizados en el surco de siembra. Habiendo conseguido de esta manera una máquina integral que realiza al mismo tiempo: siembra, desinfección de

suelo, aplicación de herbicidas y colocación del plástico.

A pesar de ser una máquina completísima, hay otra alternativa existente actualmente en muchas fincas, en las que existían sembradoras neumáticas, las cuales ya aplicaban los insecticidas de suelos y abonos localizados, éstas se han de complementar con otras si se desean usar en la siembra de algodón. Por esto se han confeccionado otras que además de aplicar los herbicidas hacen la función de colocar la lámina de plástico, y en estas ocasiones no se hace necesaria la adquisición de una máquina sembradora integral como hemos descrito.

Por lo tanto, con disponer solamente de la máquina que complete la segunda fase de siembra, es decir, la aplicadora de herbicidas y del plástico tienen resuelto el problema.

Fig. 2.4.

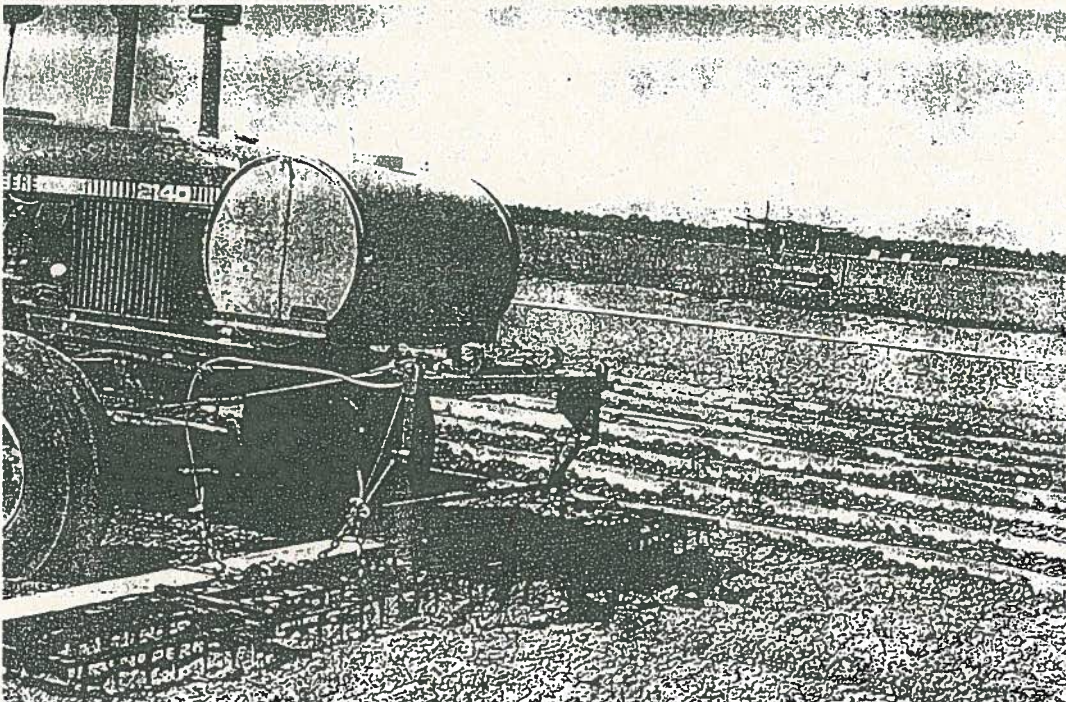


Gráfico 2.2.

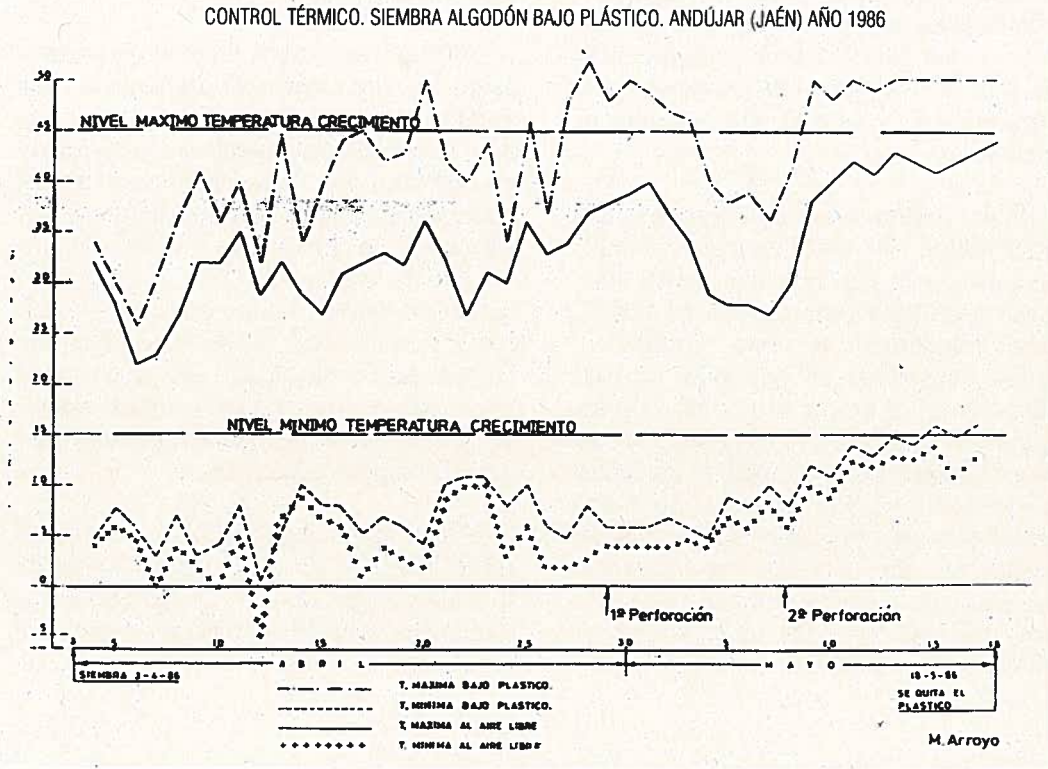
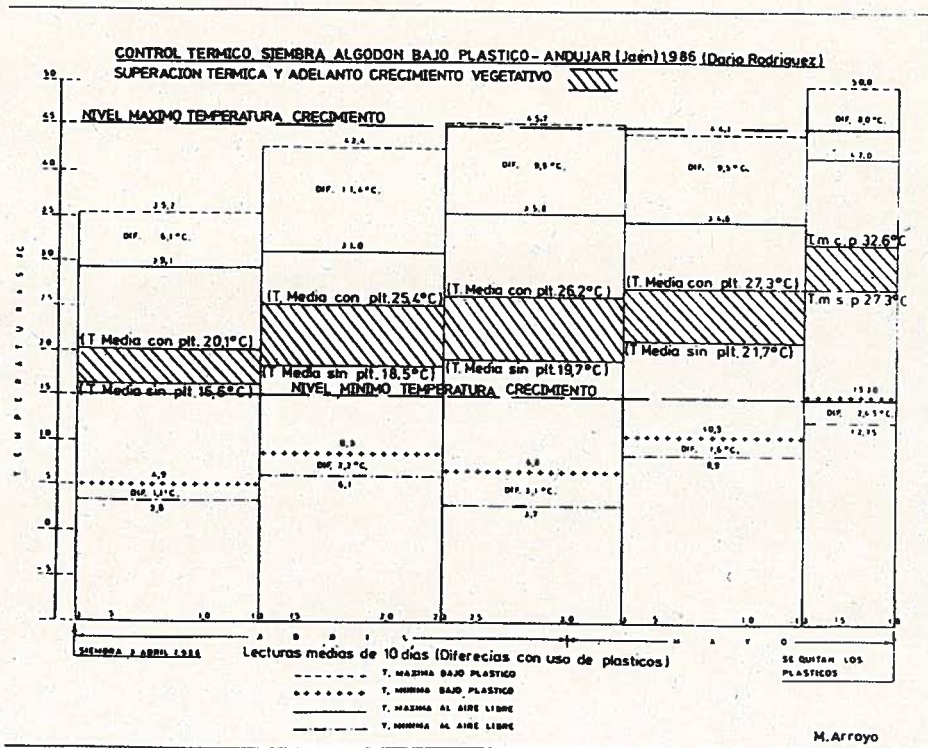


Gráfico 2.3.



SIEMBRA SOBRE LOMO

Ya hemos indicado las ventajas de la siembra en lomo, técnica a la que forzosamente se irá habituando el agricultor, puesto que conseguimos adelantar la fecha de siembra, —mientras en el terreno sin alomar estén los suelos encharcados—, el lomo ha permitido un “oreo” del terreno con mayor rapidez, y además, habremos conseguido una mayor acumulación de temperaturas en el lomo, sin pérdidas excesivas de la humedad equivalente o capacidad del campo de la tierra situada en el interior de éste.

Con todo ello habremos conseguido tener, en el centro o interior del lomo, unas condiciones óptimas tanto de calor como de humedad, para la germinación de la semilla y primeros desarrollos de la plántulas.

También habremos conseguido la defensa de las delicadas plántulas, frente a unas posibles lluvias torrenciales de primavera, que nos ahogaría la plantación por asfixia radicular, al tener salida natural de aquellas aguas por los valles del terreno asurcado (fig. 2.5). Las lluvias sobre terrenos llanos

producen un encharcamiento y muerte de la plántulas que están emergiendo.

Para las siembras que se deseen hacer sobre el terreno surcado o en lomos, y con la protección del plástico, la técnica no tiene mucha diferencia, aunque sí hay que conseguir que el terreno durante el pase de la sembradora quede casi llano, para que los aporcadores de tierra sobre el plástico encuentren ésta al pasar. Esto se consigue colocando una cuchilla frontal por delante de la reja de la sembradora que va desmochando el lomo, pero siempre la semilla se va a colocar sobre un terreno con tempero (que dijimos posee el interior del surco o lomo) que inmediatamente va a quedar tapado con la lámina de plástico, no dando ocasión a que se pierdan ni la humedad equivalente ni la temperatura a las que habíamos mantenido aquel centro del lomo.

Siempre se queda la semilla a una cota o profundidad superior a la de los valles del terreno asurcado, pudiendo defenderse de una posible lluvia o acumulación de agua de riego, si fuera necesario poner ésta en práctica ante una desecación rápida del terreno.

Fig. 2.5.



3. MARCO DE SIEMBRA Y DENSIDAD

La mayor parte de la superficie que se siembra actualmente en España se hace a un marco de 0,95 m; ello ha sido debido a la mecanización de la recolección con cosechadora tipo de husillo, puesto que estas máquinas poseen un sistema de recogida y una mecánica que impide disminuir la distancia entre hileras a menos de 92 cm.

No obstante, hasta que llegaron las máquinas recolectoras, la anchura de siembra era de 0,75 a 0,80 m de distancia entre hilera, y se sigue utilizando esta anchura en la siembra de secano, puesto que la recolección se hace a mano.

Esta distancia impuesta por la mecanización de 0,95 m. entre hileras, no es del todo aceptable entre la opinión de los técnicos ni de los agricultores debido a que

en la misma unidad de superficie un número de plantas determinado, lógicamente, quedaría con una mejor distribución en distancia de hileras menores de 0,95.

Ahora bien, el acortamiento de distancia entre hileras tiene sus inconvenientes, ya que se crea un microclima poco ventilado y soleado que puede incidir desfavorablemente en el desarrollo del cultivo y en una tardía recolección.

Esta incidencia desfavorable no es tan acusada cuando la densidad de población por unidad de superficie no es excesiva, considerando ésta a partir de 200 miles de plantas por ha. Esto se pone de manifiesto en la tabla 3.1. adjunta; resultado de ensayos realizados en los que se estudiaban anchuras de siembra y densidad de población simultáneamente. Obteniéndose una ventaja en las siembras a 0,75 sobre 0,95 m de distancias entre hileras.

Tabla 3.1. Producción en kg/parcela elemental y kg/ha.—Finca: "Haza del Monte". año: 1986-87. Rinconada (Sevilla).

Estudio de densidad y espaciamento de surcos en algodón "Coker-304"

Espaciamento	Densidad	1ª Rept	2ª Rept	3ª Rept	4ª Rept	5ª Rept	6ª Rept	Media	kg./ha. Finales
0,95	100.000	13,68	16,54	10,60	16,88	19,84	19,19	16,12	4.242
0,95	150.000	15,45	18,05	15,95	18,86	18,79	20,81	17,98	4.732
0,95	200.000	17,33	16,41	18,58	19,71	17,96	18,79	18,13	4.771
0,75	100.000	18,75	20,34	20,31	21,74	20,53	18,59	20,03	5.273
0,75	150.000	16,88	17,58	20,22	18,72	19,69	21,87	19,16	5.043
0,75	200.000	20,51	19,02	20,60	20,17	20,17	21,72	20,49	5.393

1.^a (0,95) Densidad CV = 10,7% No significativa.

2.^a (0,75) Densidad CV = 6,6% No significativa.

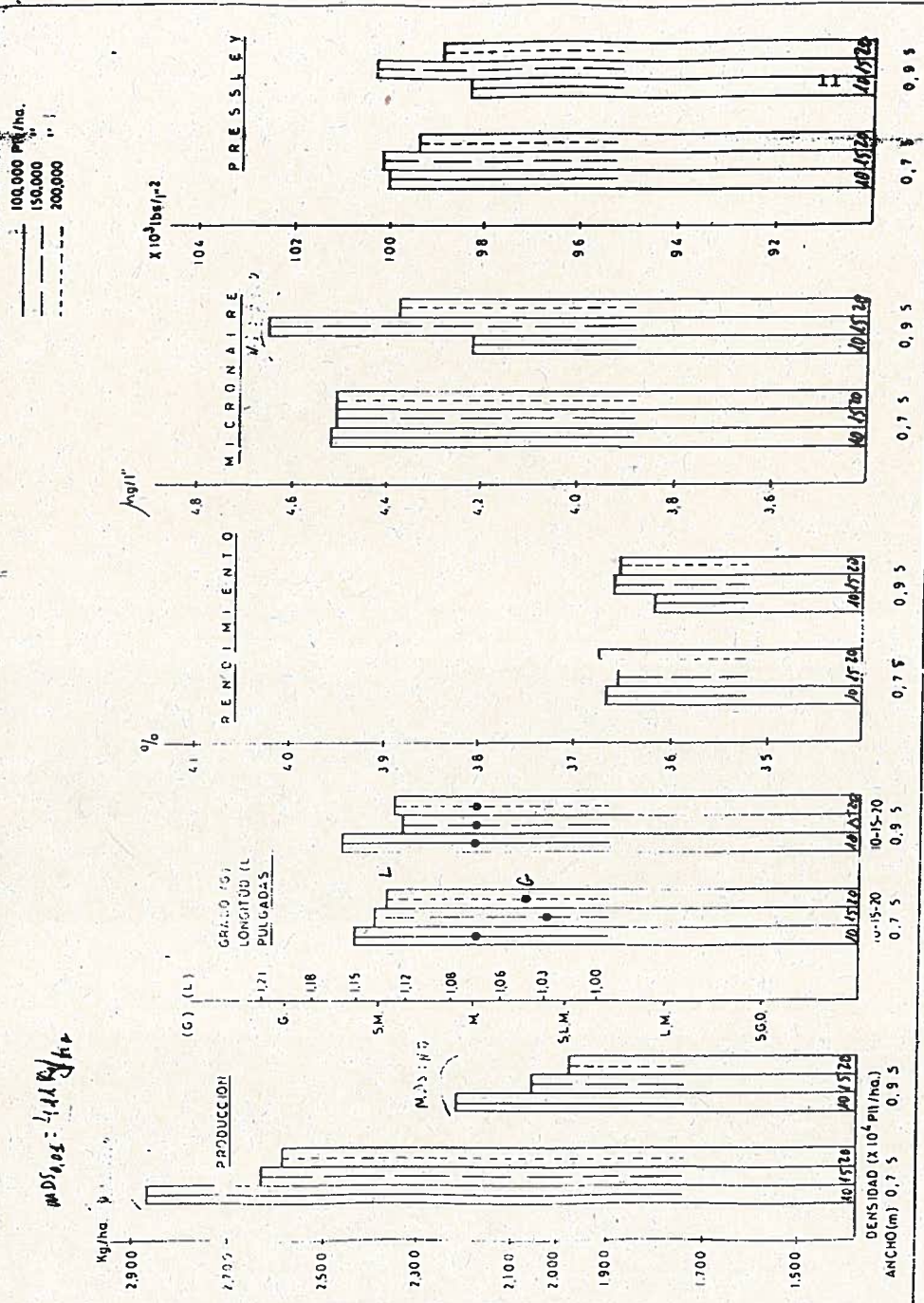
3.^a Interacción D. y Espa. CV 17,0% Significativa al 0,01.

(MDS [0,05] = 525 kg/ha)

(MDS [0,01] = 710 kg/ha)

Gráfico 3.1.

COMPARACION DE DENSIDADES DE SIEMBRA Y ANCHO DE SURCOS ALGODON LA RINCONADA - 1985



4. REGABINADO

BINAS

Fig. 4.1. Detalle de un elemento

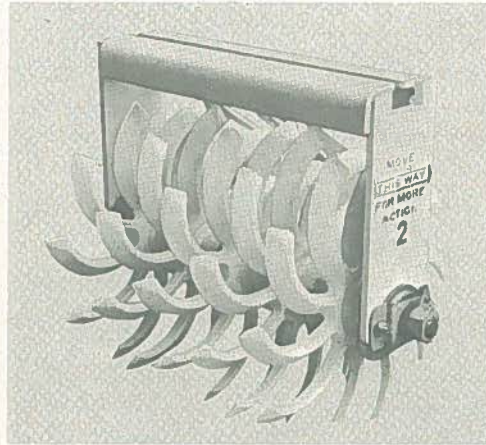


Fig. 4.2. Colocación de los elementos en ángulo, para cultivar los laterales de dos lomos consecutivos

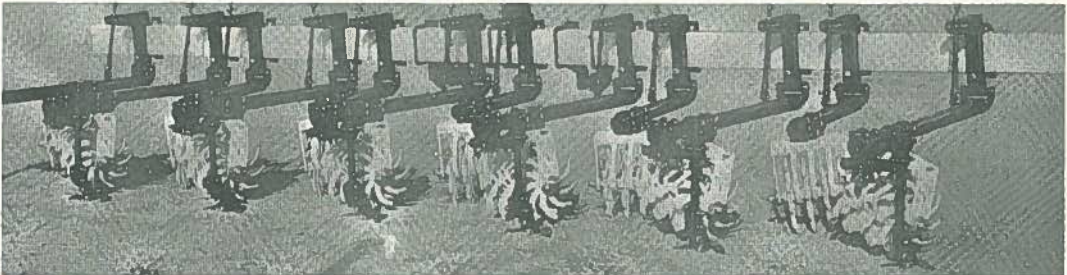


Fig. 4.3. Cultivador trabajando sobre los lomos



5. ABONADO

ABONADO DE FONDO

Se pueden dar unas cifras orientativas sobre el abonado del algodón, aunque en la práctica a la hora de abonar habrá que plantearse el caso particular del terreno donde se desea sembrar, teniendo en cuenta los datos que se pueden tomar del tipo de suelo, riqueza de elementos fertilizantes, cultivo anterior, etc. Pero en general se puede decir que el algodón es una planta relativamente exigente, y teniendo en cuenta que los terrenos elegidos para siembra son bastante fértiles, habremos de considerar como base las cantidades de nutriente extraídos por la cosecha esperada, pudiendo establecer un abonado medio aconsejable.

En el siguiente razonamiento hacemos unas estimaciones medias de las cantidades extraídas del suelo para producir 1.000 kg de algodón bruto:

N ₂	.....	60 UF
K ₂ O	.....	24 UF
P ₂ O ₅	.....	48 UF

Pero si tenemos en cuenta que se ha generalizado el enterrar el rastrojo de la cosecha anterior, éste devuelve al suelo la cantidad de fertilizantes siguientes:

N ₂	..... (50% del extraído)	30 UF
K ₂ O	..... (40% del extraído)	9 UF
P ₂ O ₅	..... (70% del extraído)	33 UF

Por lo tanto, las extracciones reales son:

N ₂	.....	30 UF
K ₂ O	.....	15 UF
P ₂ O ₅	.....	15 UF

Teniendo en cuenta estos datos anteriores, y sólo como orientación, ya que habrá que plantearse cada caso en particular, se podría indicar que para una cosecha media estimada de 5.000 kg/ha las necesidades de elementos fertilizantes serían:

N ₂	.....	180-250 UF/ha.
K ₂ O	.....	120 UF/ha.
P ₂ O ₅	.....	75-125 UF/ha.

Se puede considerar un suelo óptimo para este cultivo, cuando presente las características siguientes:

pH = 7	Neutro	
Materia orgánica (%) 2 - 2,5	Normal	
Carbonatos totales (%) 10 - 25	Normal	
Fósforo asimilable	Suelos con pH < 7. De 5 a 20 ppm	Normal
	Suelos con pH > 7. De 15 a 30 ppm	"
Magnesio cambiabile 2,5 - 5 meq/100g		"
Sodio < 2 meq/100 g.		"
Potasio. De 0,5 a 0,75 meq/100 g.		"
Caliza activa. De 0 a 6% de CaO		"
Nitrógeno total. De 0,11 a 0,20%		"
Relación = Carbono/Nitrógeno. De 9 a 11		"
Capacidad de intercambio catiónico 16		"
Microelementos:		
Hierro. De 30 a 200 ppm		"
Magnesio. De 0,5 a 2 ppm		"
Azufre. De 40 a 80 ppm		"
Boro. De 0,5 a 2 ppm	Sería normal (> 4 ppm Tóxico)	
Molibdeno. De 0,4 a 1 ppm	"	
Cobre. De 0,5 a 2 ppm	" (> 27 ppm Tóxico)	

En el caso especial de la Marisma, con alto contenido en fósforo y en potasio, puede no ser necesario abonar con estos elementos; entonces el abonado de fondo quedaría reducido a una incorporación de nitrógeno, el cual es necesario para el desarrollo de los primeros estados de las plantas, hasta la aparición de los primeros botones florales. Todo esto si tanto el fósforo como el potasio estuvieran en forma asimilable; lo cual nunca se presenta, por todo esto se habrá de añadir alguna cantidad de estos elementos en el abonado de sementera.

Una cantidad recomendable de nitrógeno para aplicar en este abonado de sementera es de unas 60 a 80 UF/ha.

El potasio mejora la calidad de la fibra, especialmente en la longitud, y el adelanto en la maduración; aumentando también el peso de la cápsula.

El fósforo hace que las cápsulas sean de mayor tamaño y peso, favoreciendo la apertura de las mismas.

Por lo que respecta a la aplicación del abonado fósforo-potásico de fondo, lo ideal sería aplicarlo antes de la labor profunda de vertedera o de subsolado, con el fin de que sean incorporados con estas labores a un perfil profundo del suelo, para que así puedan ser mejor aprovechados por las raíces pivotantes de algodón. En cambio, en la práctica, no suele hacerse de esta forma, sino que los agricultores tienen por costumbre aplicarlos días antes de la siembra, con una ligera incorporación de pases de grada de discos o escarificador, técnica esta última no recomendada.

Otras de las técnicas muy usuales en el cultivo de algodón es el abonado de suspensión. Presenta algunas ventajas e inconvenientes.

Dentro de las ventajas tenemos la estructura comercial que hay creada alrededor de las empresas dedicadas a estos productos, debido a la dificultad de una correcta mampulación; esto hace que las

aplicaciones a la tierra por el agricultor sean más cómodas.

Otra ventaja será el aprovechamiento en mayor proporción del fósforo contenido en la suspensión, ya que éste está en forma de fosfato mono-cálcico, el cual es más soluble que el fosfato bicálcico presente en los abonados fosforados sólidos. Esto hace que la asimilación del fósforo por los sistemas radiculares de las plantas de algodón sea más provechosa y eficaz en menor tiempo, tomada de la suspensión: no quiere decir que sea más rentable para el agricultor, ya que el fósforo del abonado sólido no será asimilable el primer año, pero queda el terreno enriquecido en este elemento, aprovechable en cosechas posteriores.

ABONADO DE COBERTERA

La planta, para tener un desarrollo normal, necesita ir tomando diariamente una cantidad de nitrógeno tal que al final de su ciclo haya llegado a las cifras de abonado que indicábamos en el primer capítulo, siempre basados en la cosecha esperada.

Si la aplicación de nitrógeno en sementera, o de fondo, ya decíamos que era de 50 a 70 unidades, y las necesidades totales son de 250, necesitamos añadir en cobertera 180 unidades más.

Abono que al ser muy soluble no se puede aportar en la siembra, pues posibles lluvias de primavera lavarían a éste y lo arrastrarían a capas profundas de terreno inalcanzables por las pequeñas raicillas de la planta en formación.

Por ello, la aplicación de estas unidades deberá hacerse con cierta cadencia de tiempo para que no haya percolación o pérdida; demos posibilidades a que el sistema radicular se vaya desarrollando y pueda absorber el nitrógeno incorporado.

Los procedimientos más usuales y que actualmente se están poniendo en práctica, los describimos a continuación:

1. Inyectando una solución de nitrógeno de 20% o del 41 % de riqueza, antes de quitar el plástico; es decir, sobre la 2ª quincena de mayo. No tocando para nada la superficie de terreno aplicado por lo menos en 10 ó 12 días, ya que, al ser tan volátil el nitrógeno inyectado, cualquier pase de cultivador que demos después de su aplicación podrá abrir huecos en el terreno movido, y esto facilitará la pérdida de este abono.

Si la siembra se hizo sin plástico, o éste se ha tenido que retirar del terreno con anticipación por alguno de los accidentes más comunes por excesivo calor, también se puede aplicar esta solución de nitrógeno, pero siempre cuando en el terreno ya haya una gran proporción de raíces de las plantas de algodón que sean capaces de absorber este abono incorporado. Con este aporte aplicamos entre 80-100 unidades más de nitrógeno. El resto se completa con nitratos del 33%, en forma sólida, al final de floración.

2. Incorporación de urea sólida, con el 46% de riqueza en nitrógeno. Esta se hace normalmente después de la retirada de los plásticos; es decir, en la primera quincena de junio. Si se sembró sin plástico habremos de llegar a estas fechas para hacer dicha aplicación. Las 180 unidades restantes de nitrógeno para completar el ciclo del cultivo se aplican de una sola vez en este momento.

3. Aplicación de la urea 46%, a primeros de julio, con el primer riego; todas las 180 unidades de una sola vez.

4. Aplicación de una proporción variable sobre el total de nitrógeno nítrico sólido, calculado en cada riego; es decir, si se consideran cuatro riegos como media normal del ciclo, las proporciones varían de 20%, 50%, 20%, 10%.

Referidos a unidades de nitrógeno por ha. serían: 36 Ud, 90 Ud, 36 Ud y 18 Ud; que podrían coincidir con las siguientes fechas y fenologías: 15-VIII (segunda

semana de botones); 5-VIII (cuarta semana de botones y segunda semana de formación de cápsulas); 25-VIII (cuarta semana de cápsulas); 15-IX (aparición de cápsulas abiertas).

5. Fertirrigación. En el supuesto de que el sistema de riego que tengamos en el cultivo sea de riego por goteo, la aplicación del nitrógeno en cobertera deberá hacerse paulatinamente con cada riego.

En el supuesto de que se comience el riego el 1º de julio, la distribución de riegos y de nitrógeno sería la siguiente:

Del 1 a 15 de julio = 2,4 Ud/ha y día
Del 16 a 30 de julio = 6,0 Ud/ha y día
Del 1 a 15 de agosto = 2,4 Ud/ha y día
Del 16 a 30 de agosto = 1,2 Ud/ha y día

Si el riego no se hace diario, tendremos que ver cuáles serían los kg/ha. que deben añadirse según el distanciamiento en días que pongamos a funcionar los goteros.

Si es necesario seguir regando por falta de humedad en el ambiente, o retraso en la apertura de las primeras cápsulas, se podrá continuar con la aplicación de agua, pero sin aporte de nitrógeno, pues de aquel modo ya habremos llegado a las 180 Ud que nos restaban para alcanzar las 250 Ud totales previstas aplicar; y una aplicación de nitrógeno más tardía haría que se retrasara la apertura del resto de las cápsulas.

Como ya indicábamos, y, debido a la fácil solubilidad del nitrógeno, el mejor aprovechamiento de éste será utilizar este quinto sistema de aplicación, pues las plantas no tendrán nunca agua en exceso y, por lo tanto, no se perderá ninguna unidad fertilizante por percolación.

Este sistema supone el aprovechamiento total, tanto del agua incorporada como del nitrógeno aplicado, y estamos en condiciones de conseguir probablemente producciones superiores a las previstas de 5.000 kg/ha.

6. TRATAMIENTOS

DROP - LEGS

Son unos implementos de la máquinas pulverizadoras que hacen imprescindible su uso en tratamientos del algodón.

Entre cada dos boquillas de la barra portadora sale una tubería pendular o colgada, que se aproxima al terreno y tiene en su extremo dos boquillas en una T de posición invertida; de este modo se consigue que los productos aplicados mojen perfectamente todos los laterales de las plantas e incluso se impregnan los envases de las hojas, formando un arco con las boquillas que quedaron sobre la barra portadora que se alternaba con los Drop-Legs. (fig. 6.1). estos pasarán entre dos líneas de siembra, quedando cubiertas las partes superiores de las plantas

con las boquillas que permanecen sobre las barras.

Para conseguir un buen funcionamiento de estos Drop-Legs se hace necesario que la máquina pulverizadora lleve una bomba de alta presión, mínimo 20 atmósferas, y alto caudal por unidad de tiempo, tal que sea capaz de suministrar caldo a las boquillas que llevan en exceso los Drop-Legs. frente a una máquina convencional.

Estas necesidades de caudal y presiones altas están más justificadas aún cuando el desarrollo de la planta alcanza el máximo de altura y de ramificaciones, que nos obliga a utilizar el Drop-Legs doble. Consiste éste en llevar sobre cada tubería pendular o colgante dos tes a diferentes alturas, de tal modo que una esté a unos 50 cm de la barra y otra en el extremo de esta tubería que llega hasta los 80 ó 90 cm casi tocando el suelo (fig. 6.2).

Fig. 6.1.

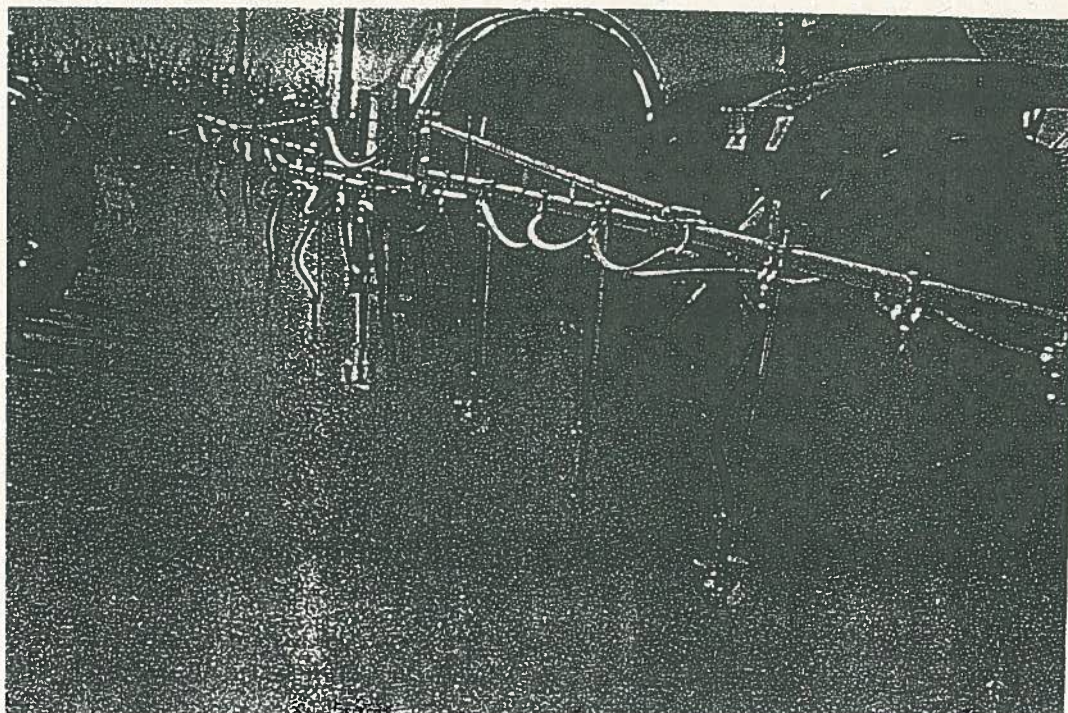
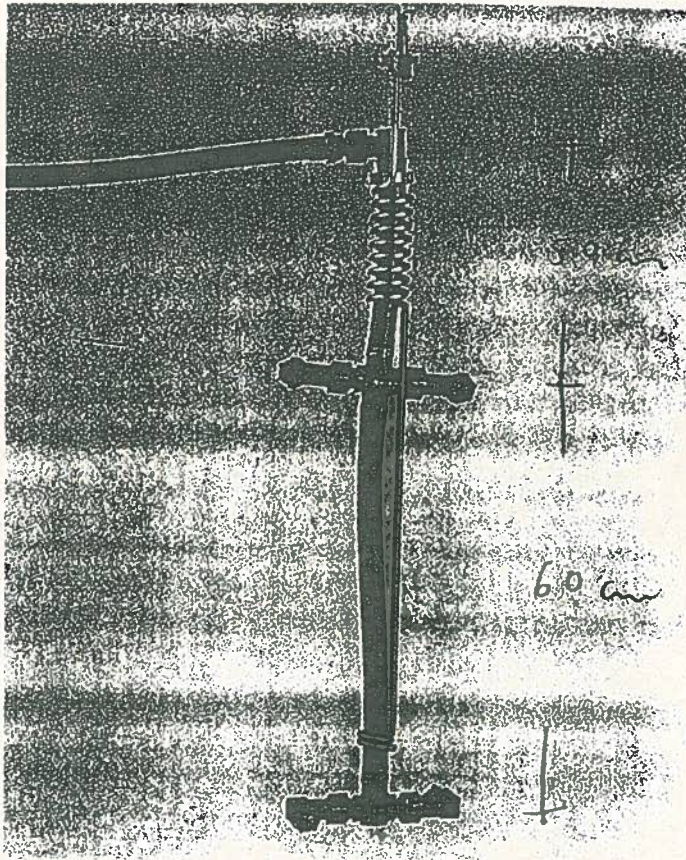


Fig. 6.2.



Como puede suponerse, si los crecimientos de ramas laterales son prolíferos y numerosos, la tubería pendular estaría siempre tendida sobre las plantas al desplazamiento del tractor por la parcela, pues las ramas obligarían a que se deslizara sobre ellas; para evitar esto, cada tubería lleva un muelle que la mantiene rígida y vertical, de tal modo que una interrupción de esta postura por el choque con alguna rama tiende a poner la tubería en una posición horizontal; así, una vez sobrepasada aquélla, el muelle hace recuperar su posición inicial y la distribución del producto se continúa haciendo de forma lateral e incluso hacia el exterior de la tierra, que, por gravedad, vuelve a caer sobre las plantas.

La filosofía de este artilugio ha sido desarrollada debido a la imposibilidad de luchar contra los ataques de la araña roja,

puesto que este ácaro tiene su localización en el envés de las hojas, y, a pesar de conseguirse con los pulverizadores una nebulización de los productos, éstos no mojaban suficientemente bien a las localizaciones de los ácaros.

Debido a aquella vegetación tan exuberante que alcanzan las matas de algodón, cada vez se estaban haciendo más difíciles las aplicaciones efectivas de los otros plagicidas, puesto que la mayor parte de ellos tienen que llegar a un contacto directo con el insecto, ya sea al producto eficaz, tanto por inhalación como de ingestión. Al estar el insecto guarnecido en las partes bajas de la planta, a su hábitat no le llegaban los productos con los procedimientos tradicionales de aplicación, habiendo conseguido con este procedimiento dominar todos los pisos o capas de hojas y ramas laterales de las plantas.

7. COSECHADORAS

STRIPER

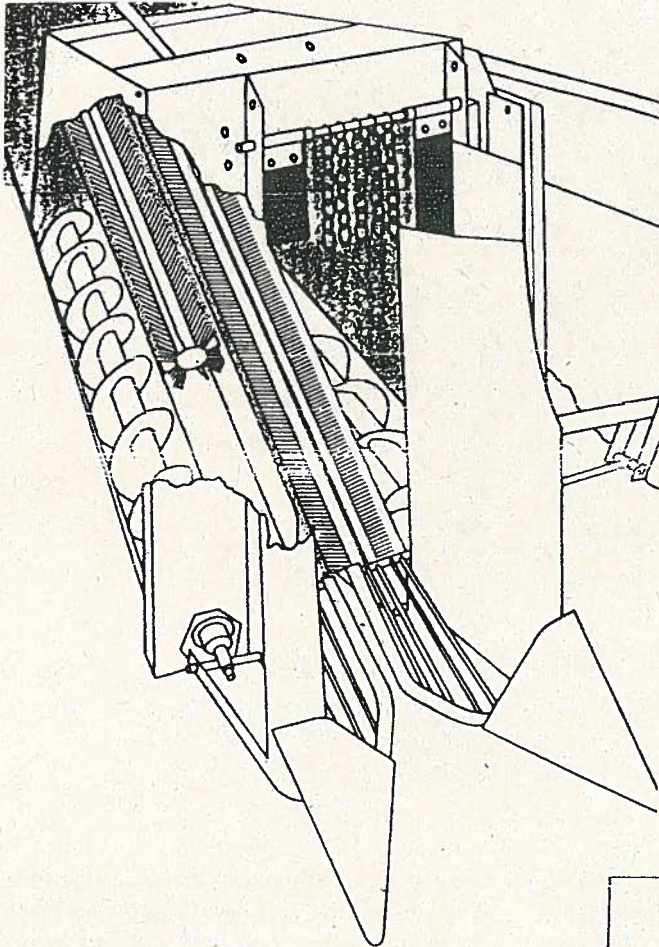


Fig. 7.1. Esquema de cosechadora de cápsulas de rodillos

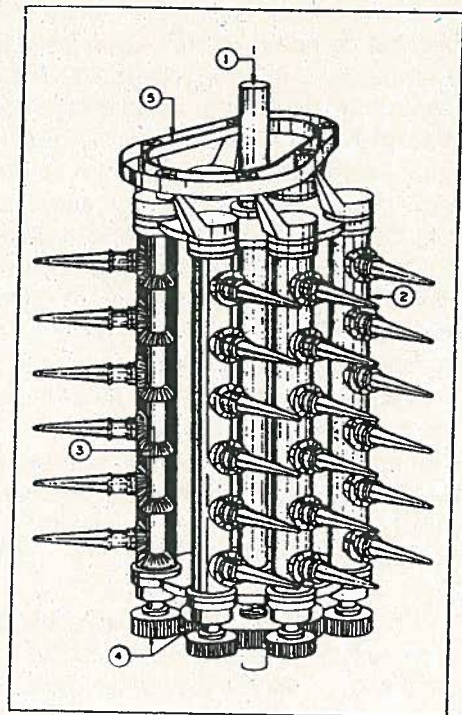


Fig. 7.2. Esquema de tambor de husillos: 1) eje de accionamiento; 2) barra portahusillos; 3) accionamiento de husillos; 4) accionamiento de barras portahusillos; 5) guía excéntrica.

SISTEMAS DE CULTIVO

Fig. 7.3. Esquema de funcionamiento de los husillos en una cosechadora de tambor

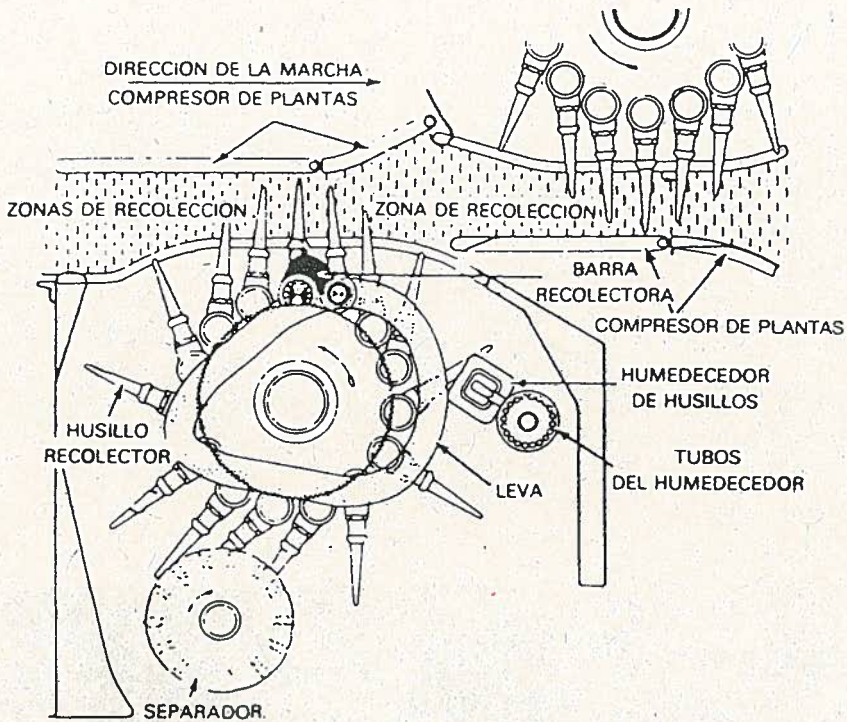


Fig. 7.4. Esquema de funcionamiento de cosechadora de fibra con cadena sinfin. 1. cadena sinfin; 2. separadores de fibra; 3. canales de recogida; 4. humidificadores; 5. placa de presión

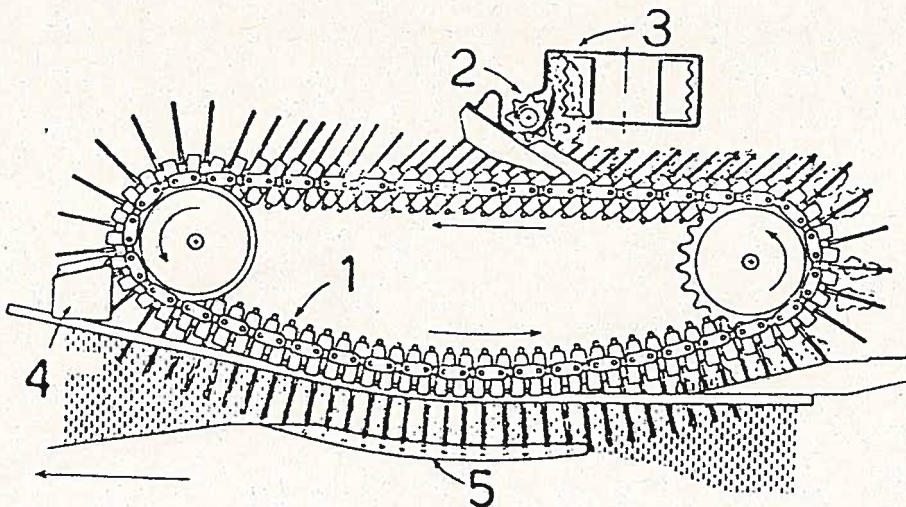
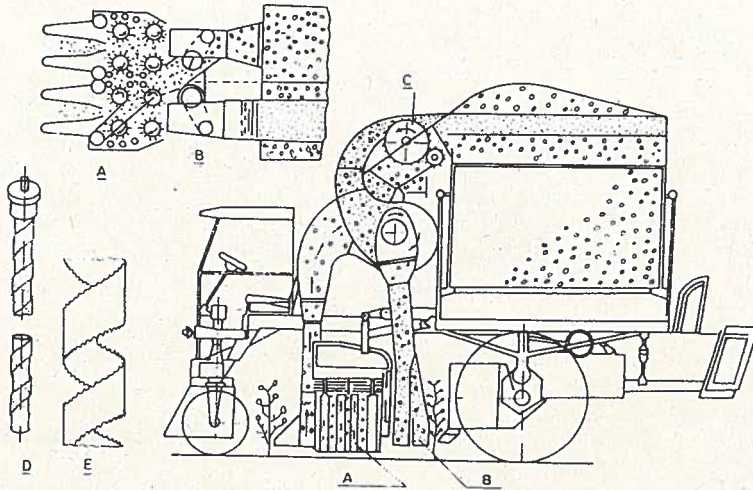


Fig. 7.5. Cosechadora KhNP-18. Rusa. A. recolector mecánico; B. recolector neumático; C. limpiador; D. barra cosechadora; E. espiral cosechadora



8. TRANSPORTES

Fig. 8.1. Remolque compactador de algodón. Dimensiones según la norma ASAE 5392 A=2.7-3.4 m. R=2.2 m. C=7.3-9.8 m.

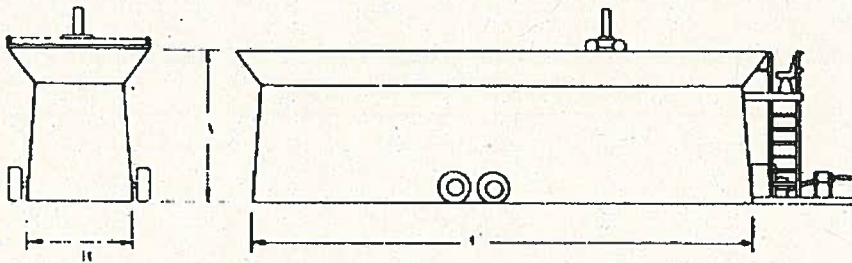
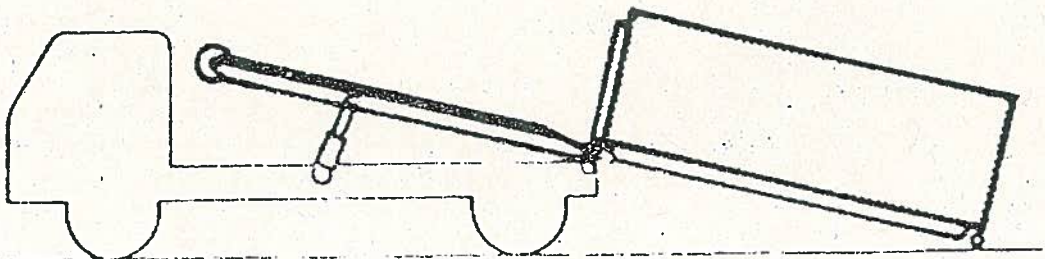


Fig. 8.2. Carga de módulos de algodón ompactado, por tracción de cable



III.7. RESPUESTA DEL ALGODÓN AL DÉFICIT HÍDRICO. MANEJO DE LOS RIEGOS

LUCIANO MATEOS

La mayor parte del algodón en el mundo ha de ser regado para asegurar su rentabilidad. La necesidad del riego sumada a la creciente escasez de agua, justifican la búsqueda del mejor manejo del de riego y ello sólo puede hacerse entendiendo los mecanismos de interacción, a veces complejos, entre la planta, el clima y otros factores de la producción. en este capítulo se pretende transmitir el estado actual de nuestro conocimiento de las relaciones entre el algodón y el agua y su aplicación al manejo óptimo de los riegos.

1. CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL ALGODÓN

El algodón es una planta de crecimiento indeterminado en la que el crecimiento reproductivo ocurre simultáneamente al vegetativo. La estructura de la planta la forman ramas vegetativas (las 4 a 8 primeras, dependiendo de la variedad y otros factores) y ramas reproductivas que son las que soportan la mayor parte de la producción. Las ramas reproductivas se caracterizan por su forma en zig-zag cuyos vértices son posiciones fructíferas.

El período reproductivo del algodón dura de 75 a 105 días. La aparición de botones florales es función del crecimiento de ramas existentes y de la producción de nuevas ramas. Los primeros botones florales aparecen entre las 5 y 8 semanas después de sembrar, dependiendo de la variedad y la temperatura, aunque el estrés hídrico puede acortar este período. El desarrollo de un botón floral hasta anthesis lleva 3 semanas aproximadamente. Sin embargo, muchos botones caen antes de florecer, bien naturalmente o bien como consecuencia de algún tipo de

estrés, siendo el estrés hídrico una causa frecuente. La primera flor aparece normalmente a los 60–80 días de la siembra, finales de junio o principios de julio en el Valle del Guadalquivir, y en máximo de floración tiene lugar a finales de julio. Gran parte de la cápsulas no terminan su desarrollo sino que caen naturalmente. La proporción de cápsulas que se caen aumenta conforme avanza el período de floración. Las primeras cápsulas que se forman necesitan entre 45 y 55 días para completar su maduración y apertura mientras que las cápsulas tardías pueden requerir entre 60 y 80 días e incluso no llegar a abrir. El final de la época de maduración o "cut-out" sucede cuando la demanda de asimilados por parte de los órganos de la planta es tal que impide nuevo crecimiento. La capacidad de carga de cápsulas en este momento estará determinada por la biomasa vegetativa de la planta. La elongación de la fibra se produce durante los primeros 18 días después de la floración y es al final de este período cuando se inicia su engrosamiento.

2. RESPUESTA AL DÉFICIT HÍDRICO

El crecimiento, el intercambio de gases (fotosíntesis y transpiración) y el patrón de fructificación, son los procesos afectados por el déficit hídrico en el algodón (Hearn. 1979). Tanto la expansión foliar como la fotosíntesis disminuyen en estrecha relación con el potencial hídrico de la hoja (Ψ), que en algodón es el indicador más común del déficit hídrico. El crecimiento foliar es algo más sensible al déficit hídrico que la fotosíntesis (Orgaz. 1988) ya que el descenso del intercambio del CO_2 en hoja comienza con Ψ del orden de -1.5

MPa mientras que la elongación foliar disminuye linealmente desde valores de -1.1 MPa (Fig. 1). El efecto del déficit hídrico sobre la expansión foliar se manifiesta en

el cultivo a través de la reducción del índice del área foliar (IAF o superficie foliar por unidad de superficie de suelo) como se muestra en la Fig. 2.

Figura 1. Relación entre la fotosíntesis al medio día (línea continua) y la velocidad de elongación foliar (línea discontinua) con el potencial hídrico de la hoja a medio día (Ψ). Tomado de Orgaz (1988).

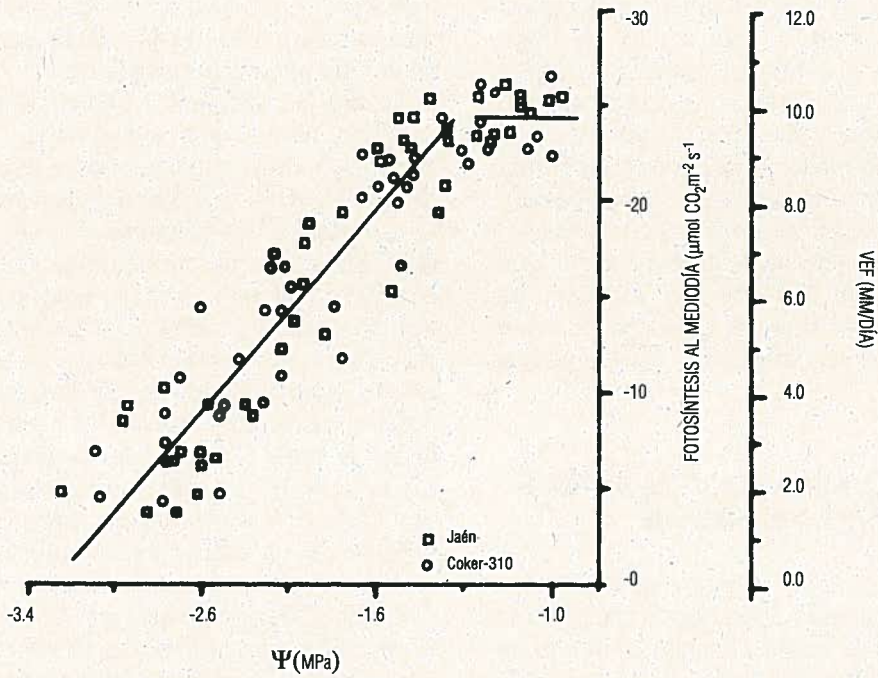
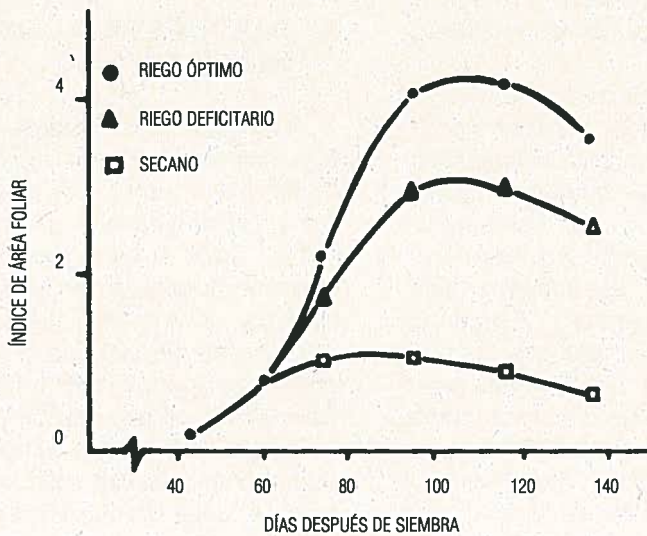


Figura 2. Evolución del índice de área foliar a lo largo de tres tratamientos de riego. Tomado de Orgaz (1988).



RIEGO DEL ALGODÓN

La producción de formas fructíferas se ve también seriamente disminuida en algodón como consecuencia del déficit hídrico. Por un lado, el número de posiciones fructíferas disminuye al disminuir el crecimiento vegetativo (Fig. 3). Por otro lado, el déficit hídrico provoca abscisión de botones florales (Fig. 4) y cápsulas

pequeñas (Guinn y Mauney, 1984). Sin embargo, el déficit hídrico tiene también efectos favorables en el algodón como son el aumento del índice de cosecha (IC o fracción cosechable de la biomasa total) y la inducción de precocidad en la apertura de las cápsulas (Fig. 3).

Figura 3. Evolución del número de cápsulas verdes (línea continua) y del número de cápsulas abiertas (línea discontinua) a lo largo del ciclo de 4 tratamientos de riego. Los niveles de déficit hídrico van desde riego máximo (círculos negros) hasta secano (cuadrado blancos). Tomado de Orgaz et al. (1991).

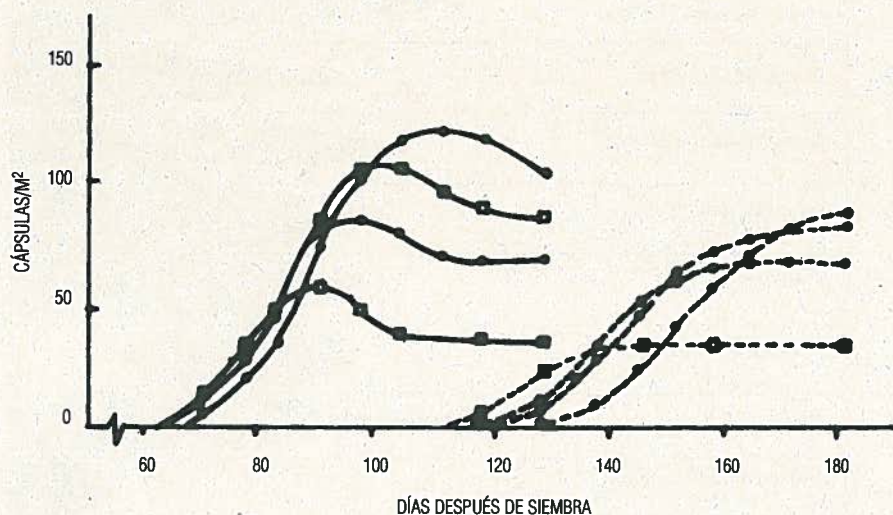
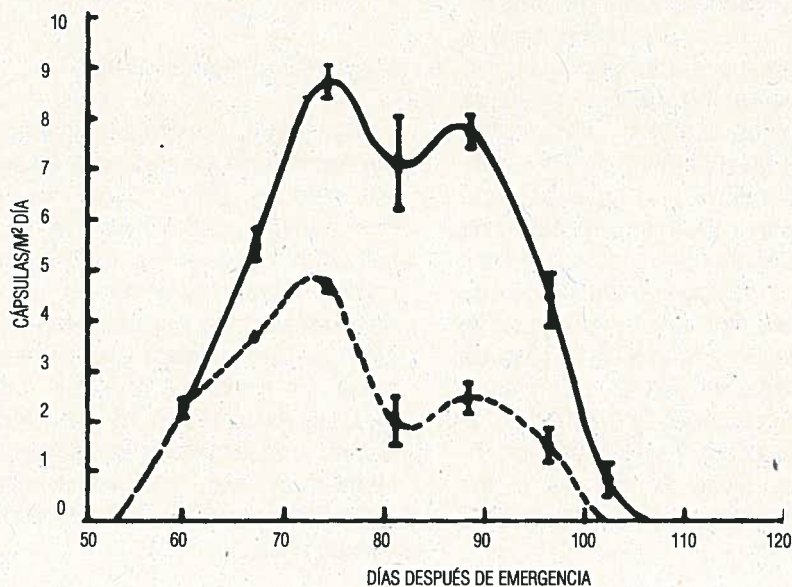


Figura 4. Número de cápsulas producidas por m² y día (línea continua) y número de estas cápsulas que quedaron definitivamente retenidas (línea de puntos). La depresión hacia los 80 días después de siembra fue consecuencia de estrés hídrico ocurrido 3 semanas antes. Tomada de Mateos et al. (1991b).



El crecimiento de las cápsulas y especialmente el de la fibra son mucho menos sensibles al déficit hídrico que los procesos descritos más arriba. Mientras que la reducción del crecimiento de las cápsulas no se observa hasta que Ψ baja de -2.2 MPa (Radulovich, 1984), la fibra mantiene su velocidad de elongación hasta que Ψ alcanza entre -2.5 y -2.7 MPa (Grimes y

Yamada, 1982). Esto significa que sólo las prácticas de riego que reducen el rendimiento al 50–70% del potencial, son los que afectan a la longitud de fibra (Grimes y El-Zik, 1009). A modo de resumen, la Fig. 5 simboliza la sensibilidad al déficit hídrico de los distintos procesos reseñados más arriba.

Figura 5. Representación gráfica de la sensibilidad al déficit hídrico de diversos procesos en la planta de algodón.



3. FUNCIONES DE PRODUCCIÓN

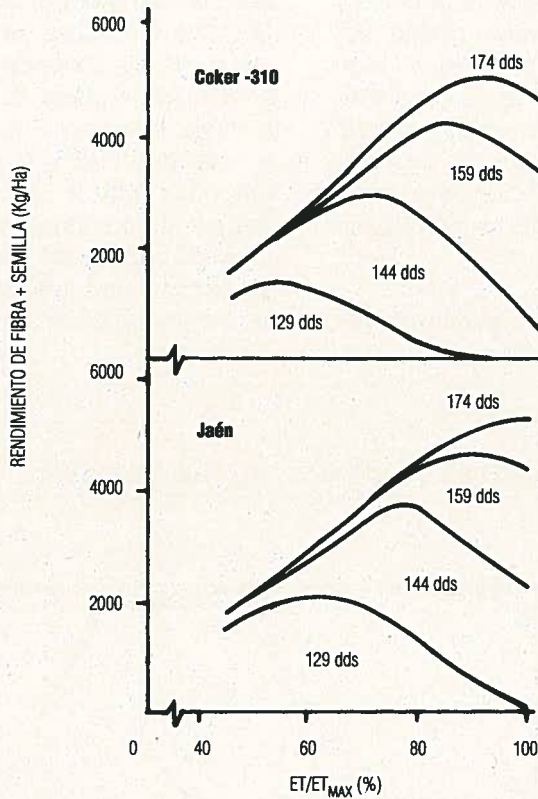
Se conoce como función de producción a la relación entre el rendimiento y la cantidad de agua consumida por el cultivo o evapotranspiración (ET). Trabajos recientes llevados a cabo en Córdoba muestran que el nivel óptimo de ET o déficit hídrico dependen de la longitud de la estación de cultivo y de la precocidad de la variedad cultivada (Orgaz et al., 1991b). Así por ejemplo, para una estación de cultivo de 144 días, los niveles óptimos de ET de las variedades Coker-310 (una de las más cultivadas en Andalucía) y Jaén (variedad de ciclo corto) son el 70% y el 79% de la ET máxima respectivamente. Si la estación de cultivo es más corta, los niveles de ET óptimos serían inferiores y viceversa (Fig. 6).

4. MANEJO Y PROGRAMACIÓN DE LOS RIEGOS

4.1. RIEGO DE PRESIEMBRA

Las lluvias invernales y primaverales pueden ser suficientes para llenar el perfil del suelo y proporcionar la humedad cerca de la superficie que asegura la germinación y la nascencia. Sin embargo, en muchos años o regiones es necesario un riego de siembra para facilitar la germinación y el crecimiento inicial o para lavar sales. Es preferible dar este riego antes de sembrar pues si es posterior podría disminuir la temperatura y la aireación del lecho de siembra o provocar la formación de costra superficial, dificultando con ello la nascencia.

Figura 6. Funciones de producción de las variedades Coker-310 y Jaén. Tomado de Orgaz et al. (1991b).



4.2. PRIMER RIEGO

El inicio de la campaña de riego propiamente dicha está condicionado por la ocurrencia de lluvias y la capacidad de retención de agua del suelo, pero también por la estrategia de riego elegida según el riesgo que el algodónero esté dispuesto a asumir en función de lo expuesto en el apartado 3. En cualquier caso, un riego demasiado temprano puede disminuir la temperatura del suelo y retrasar el crecimiento. Si por el contrario el riego es demasiado tardío, ciertamente causará estrés hídrico y pérdida de cosecha. Cuando se dispone de medidas de Ψ , valores de $-1,6$ MPa indican generalmente la fecha óptima de inicio de la campaña de riegos (Grimes et al., 1978). A efectos prácticos, esta fecha suele tener lugar en el Valle del Guadalquivir una o dos semanas después de la aparición del primer botón floral en la segunda quincena de junio.

4.3 RIEGOS DURANTE LA CAMPAÑA

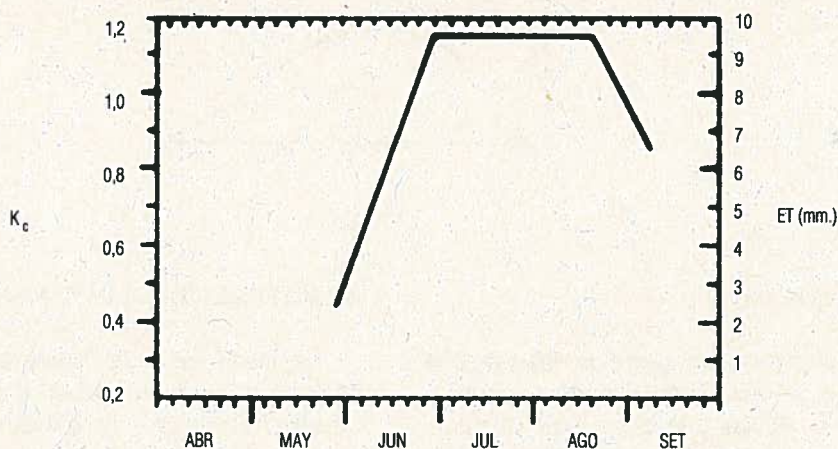
La frecuencia y/o cantidad de riego durante la estación deben estar también condicionadas por la estrategia previamente planeada. Si se practica riego deficitario, la producción potencial será menor pero se asegurara la maduración dentro de la estación. Si el riego es excesivo, el balance entre órganos reproductivos y vegetativos pueden inclinarse hacia los primeros y la maduración retrasarse hasta fuera de los límites de la estación de cultivo. Cuando la carga de cápsula empieza a ser importante (finales de julio en el Valle del Guadalquivir), la demanda de asimilados crece y el peligro de desequilibrar el balance de órganos reproductivos/órganos vegetativos es menor. En cualquier caso, no deben descuidarse los períodos más sensibles al déficit hídrico, siendo el pico de floración la época más crítica.

La programación de los riegos puede hacerse en función del Ψ . Como norma general, los riegos estarán indicados cuando Ψ baje hasta -1.8 MPa (Grimes y Yamada, 1982). Este valor puede ser algo mayor (hasta -1.6 MPa) o algo menores (hasta -2.0 MPa) si las condiciones de cultivo aconsejan estirar el ciclo (zonas de estación larga o variedades de ciclo corto) o acortarlo (zonas de estación corta o variedades de ciclo largo) respectivamente.

Otro método de programación de los riegos se basa en el balance de agua.

Este método requiere una estimación evapotranspiración de referencia (ET) y coeficiente de cultivo (K) para poder estimar la evapotranspiración del cultivo (ET). La ET habrá de irse descontando día a día del balance al tiempo que se suman la cantidad de agua aportada y la lluvia. Cuando el agua neta consumida sea el 60–65% del agua disponible, entonces habrá que volver a regar. Actualmente existen numerosos programas de ordenador con distintos grados de complejidad que permiten programar los riegos fácilmente mediante el balance de agua.

Figura 7. Coeficiente de cultivo para algodón. Tomado de Mateos (1988).



4.4. ULTIMO RIEGO

El déficit hídrico al final de la estación afecta menos a los rendimientos ya que la maduración de cápsulas y el crecimiento de la fibra son poco sensibles al estrés como ya se ha indicado anteriormente. Por el contrario, la prolongación excesiva de la campaña de riegos puede alargar la maduración más de lo deseado y producir rebrotes que dificultan la recolección y también puede afectar a la calidad de fibra. La estrategia racional consiste en

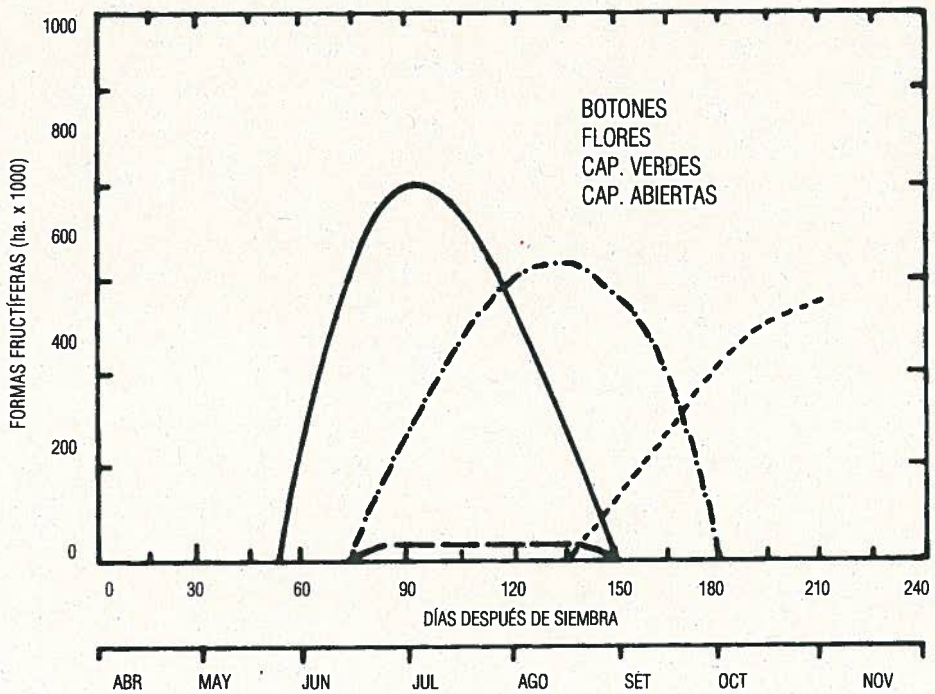
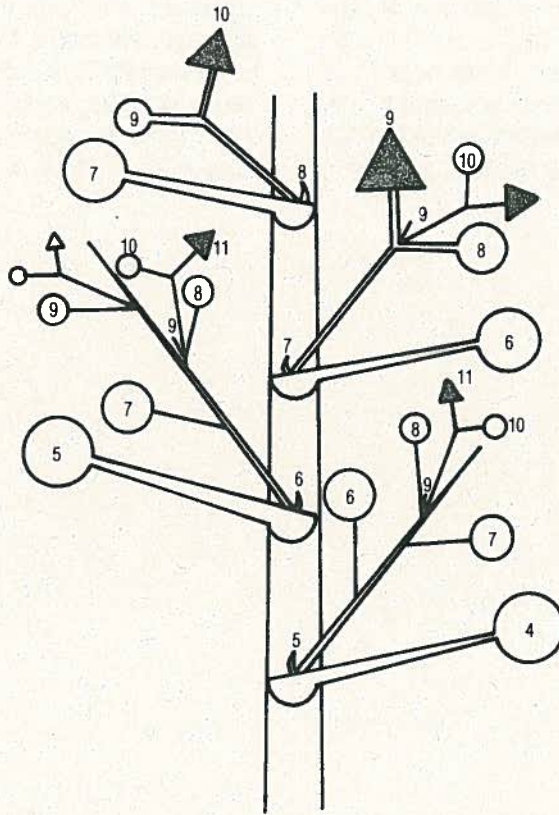
fijar la fecha para la que se pretende haber vaciado el perfil del suelo y hacer el balance de agua hacia atrás, lo que determinará la fecha del último riego. En términos generales, para suelo de alta capacidad de retención de agua, el último riego en el Valle del Guadalquivir, está indicado en la última decena del mes de agosto, mientras que en suelos poco retentivos habrá que seguir regando en la primera quincena de septiembre. Obviamente estas fechas están condicionadas por el estado de maduración del cultivo.

5. SISTEMA DE RIEGO

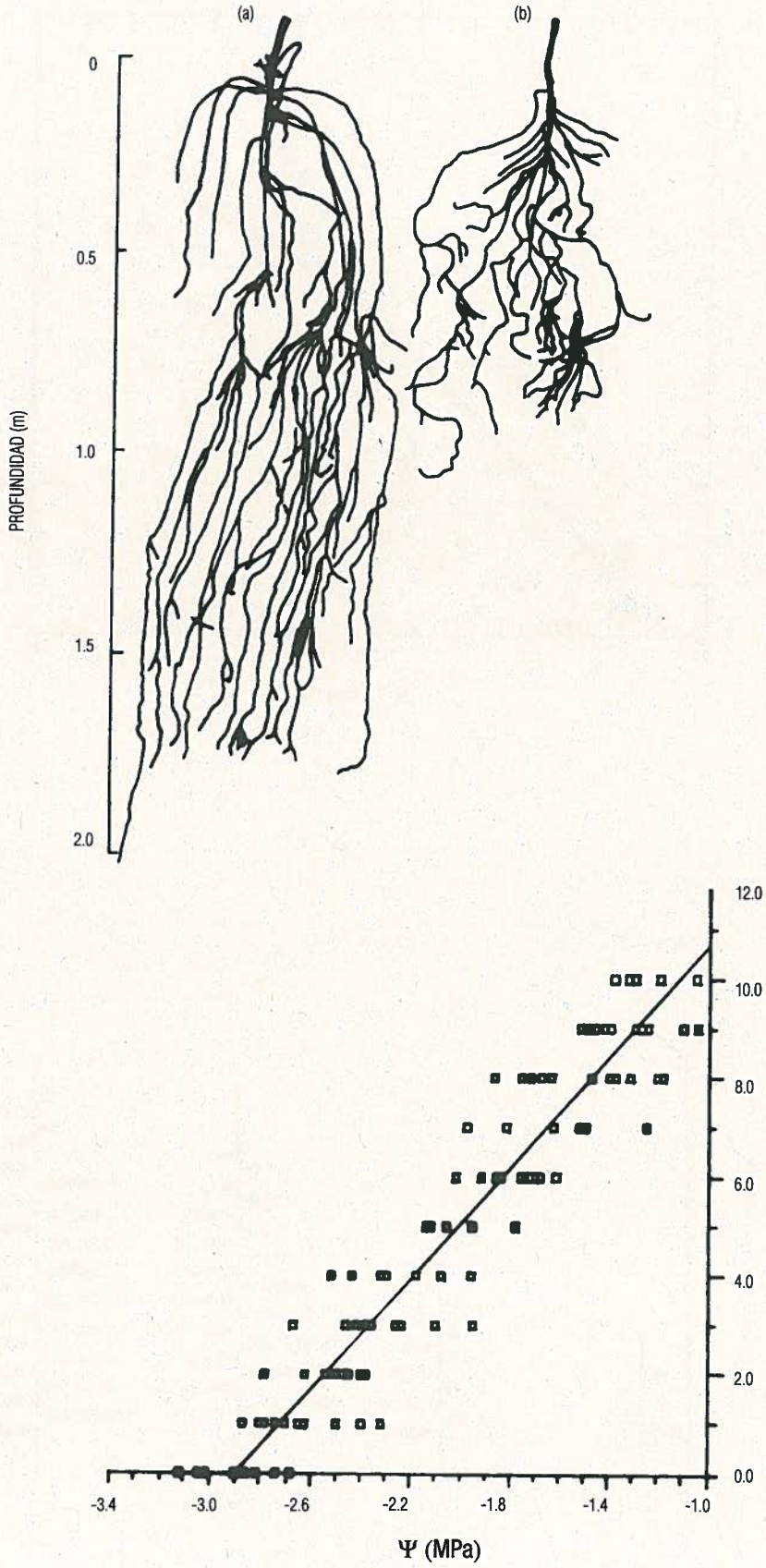
Las producciones de algodón dependen más del régimen de riego que del sistema de riego en sí. Ensayos realizados en Córdoba mostraron que, tanto bajo riego por goteo como bajo riego por surcos pueden alcanzarse altos rendimientos (Mateos et al., 1991a), y no hay razones para pen-

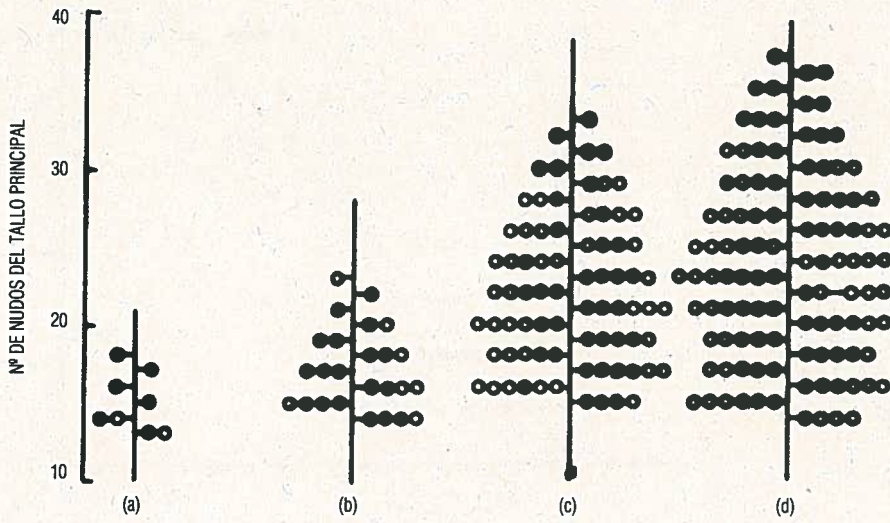
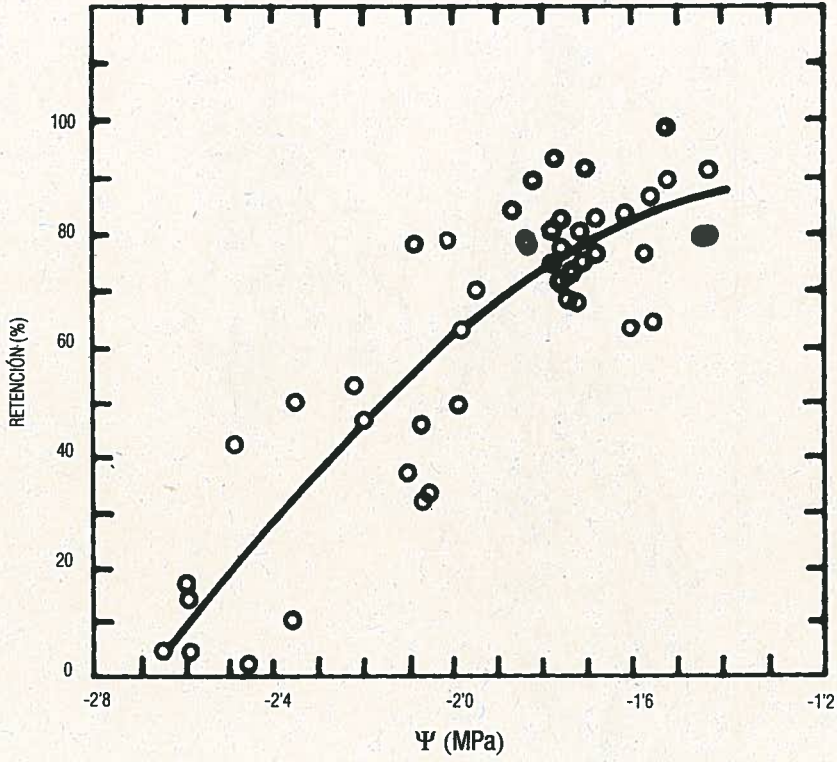
sar que el comportamiento bajo otro sistema de riego bien manejado sea distinto. Sí ocurre que normalmente el consumo de agua es menor con riego por goteo dada su mayor eficiencia. La situación es distinta en condiciones salinas, pudiendo obtenerse con riego por goteo rendimientos sensiblemente superiores que con riego por surcos (Mateos et al., 1991c).

6. APÉNDICE. GRÁFICOS Y DATOS COMPLEMENTARIOS

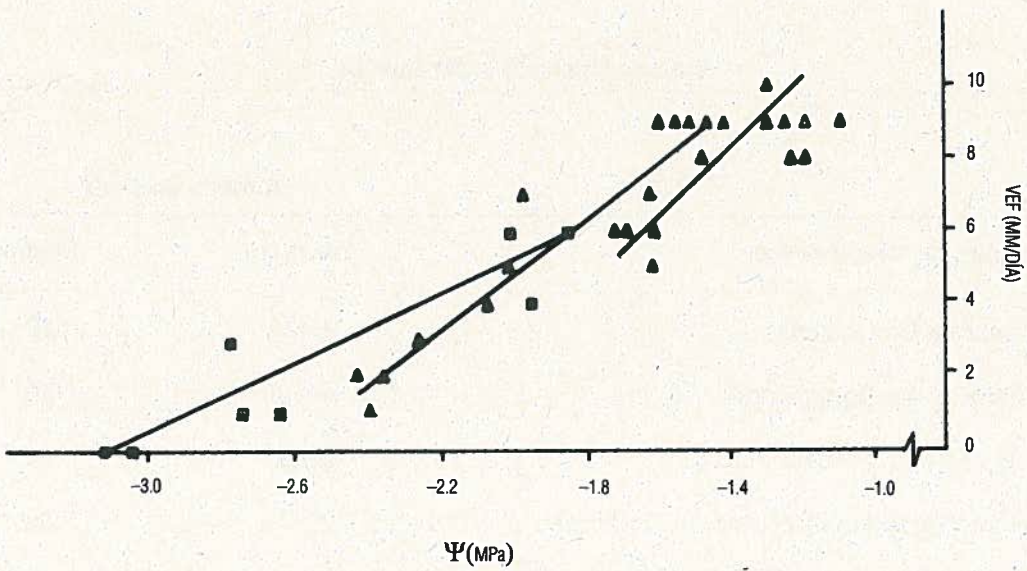
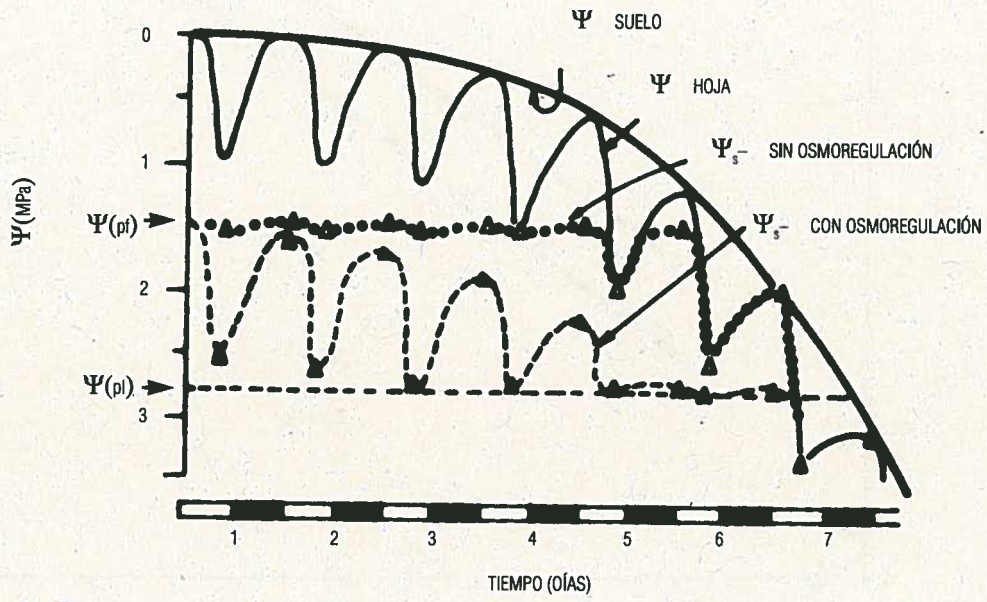


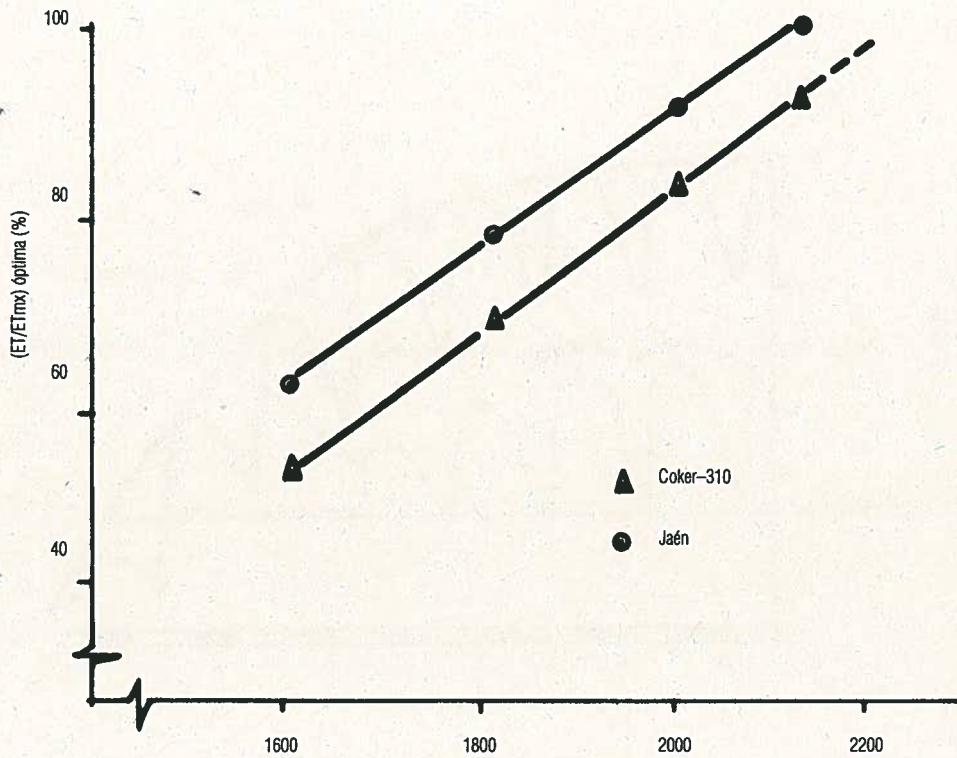
RIEGO DEL ALGODÓN





RIEGO DEL ALGODÓN





Ciclo de Crecimiento del Algodón

Estadio de Crecimiento	Número de Días	
	Intervalo	Media
Siembra a Emergencia	5-20	10
Emergencia a Botón Floral	40-60	50
Botón Floral a Primera Flor	20-27	23
Primera Floración a Máximo de Floración	26-45	34
Floración a Apertura de Cápsula		
Floración Inicial y Media	45-65	58
Ultima Floración	65-85	70
Ciclo Completo	180-210	195

RIEGO DEL ALGODÓN

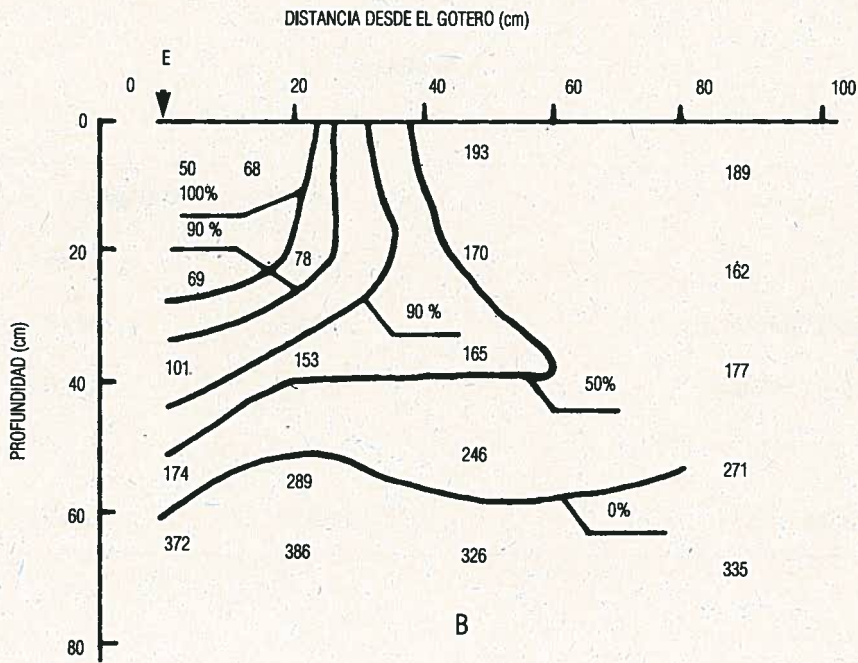
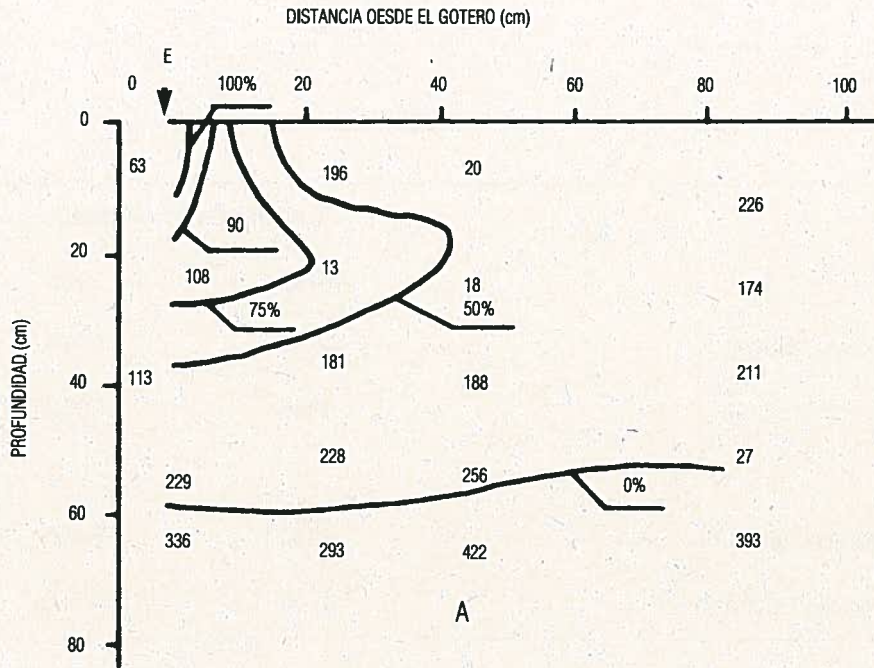
Sistemas de Riego

Córdoba

	Rendimiento (Kg/ha.)	
	1985	1986
Goteo Normal	4560	5660
Surco Normal	5060	5030
Goteo Deficitario	4330	5460
Surco Deficitario	4700	4710

Marismas

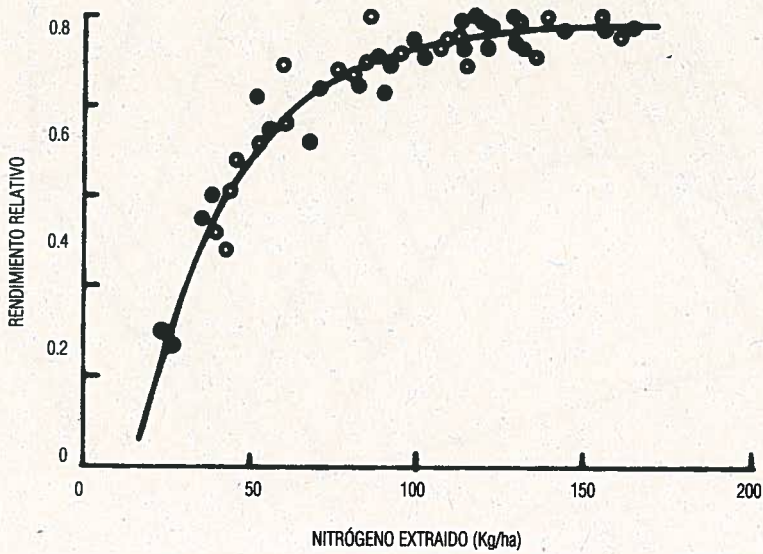
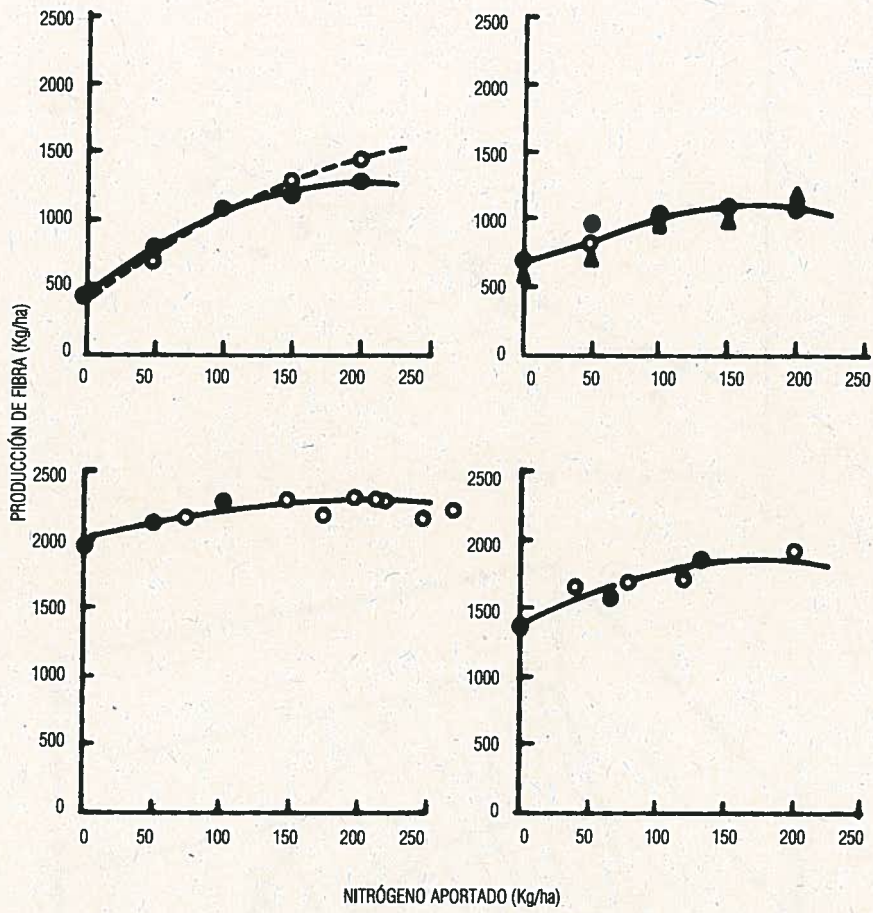
	Rendimiento (Kg/ha.)	
	1984	1985
Goteo Normal	5500	4210
Goteo Deficitario	5770	4760
Surcos	2480	2850

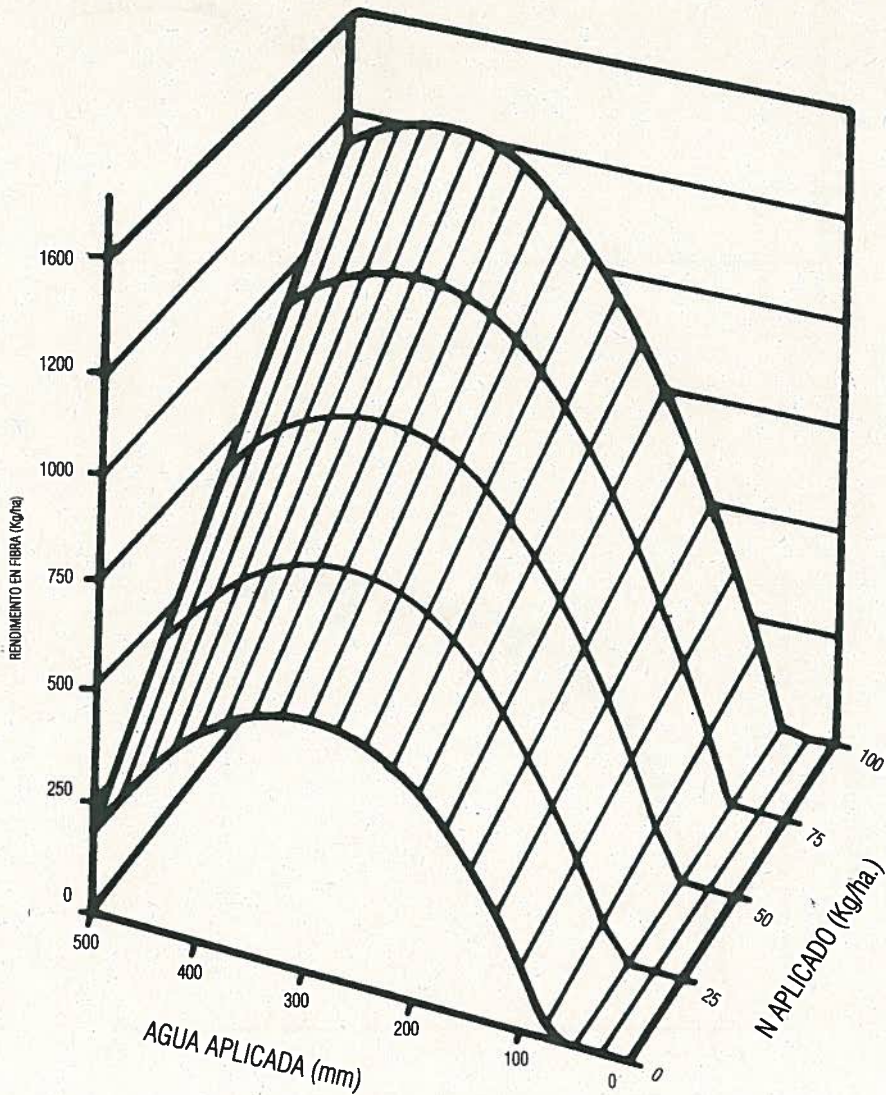
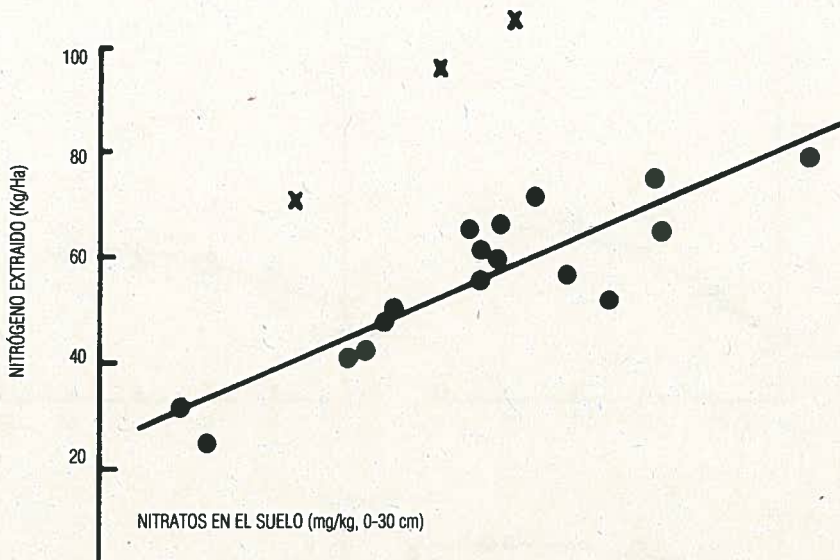


Extracciones de Nutrientes

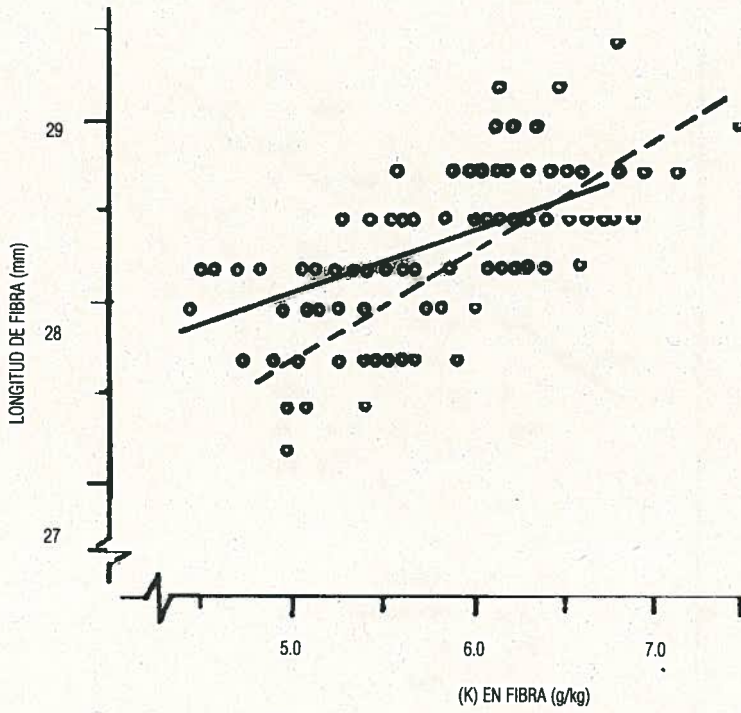
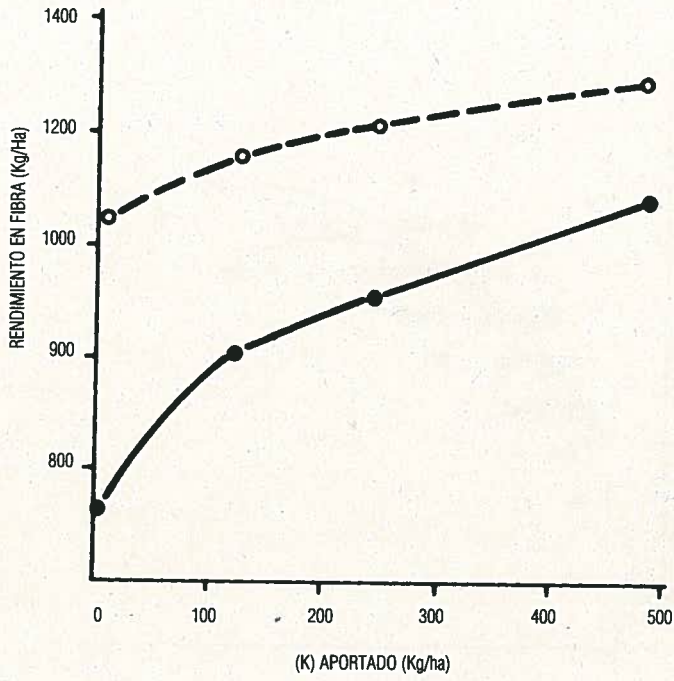
	N	P	K	MG	CA
Berger (1969)	125	20	52	22	13
Bassett Et Al (1970)	144-220	22-29	128-190	104-220	40-120

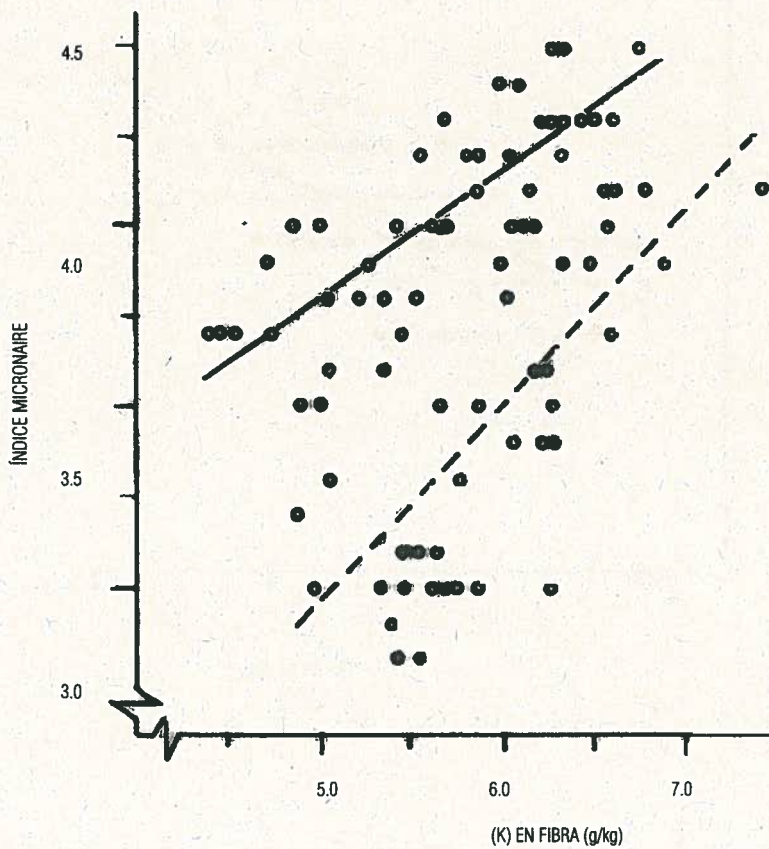
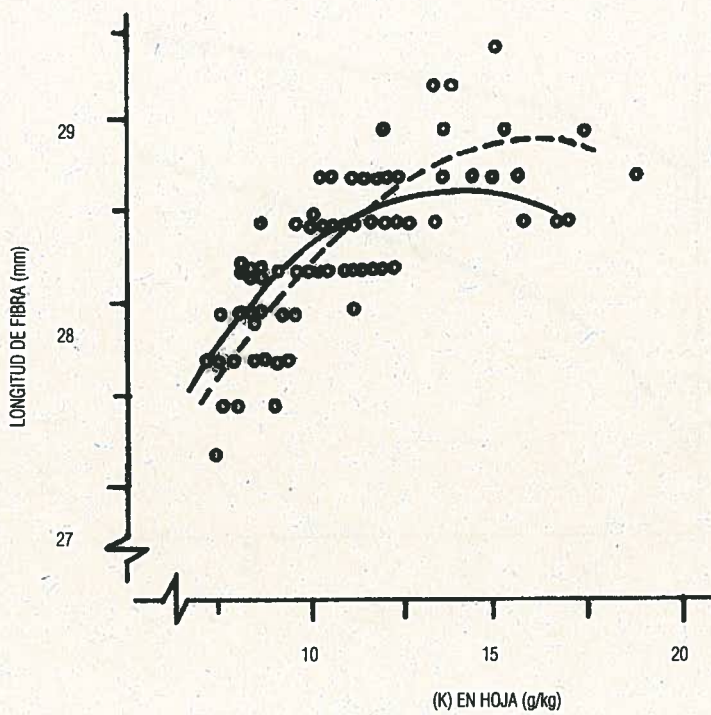
RIEGO DEL ALGODÓN

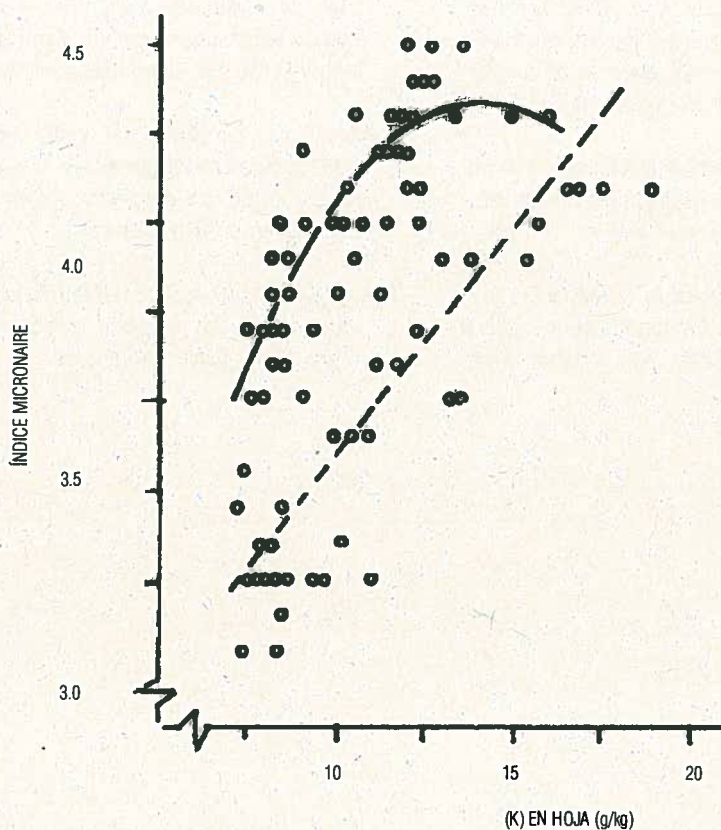




RIEGO DEL ALGODÓN







7. BIBLIOGRAFÍA CITADA Y/O RECOMENDADA

GRIMES, D.W., W.L. DICKENS y H. YAMADA. 1978. Early-season water management of cotton. *Agron. J.* 70:1009-1012.

GRIMES, D.W. y K.M. El-Zik. 1982. Water management for cotton. *Univ. California Div. Agric. Sci. Bull.* 1904.

GRIMES, D.W. y K.M. El-Zik. 1990. Cotton. En: *Irrigation of Agricultural Crops*, Stewart y Nielsen (Eds.). *Agronomy Monograph no. 30.* ASA-CSSA-SSSA. Madison. WI. pp 741-769.

GRIMES, D.W. y H. YAMADA. 1982. Relation of cotton growth and yield to minimum leaf water potential. *Crop Sci.* 22:134-139.

GUINN, G. y J.R. MAYNEY. 1984. Fruiting of cotton. I. Effects of plant moisture status on flowering. *Agron. J.* 76:90-94.

GUINN, G. y J.R. MAYNEY. 1984. Fruiting of cotton. II. Effects of plant moisture status and active boll load on boll retention. *Agron J.* 76:94-98.

HEARN, A.B. 1979. Water relations in cotton. *Outlook on Agric.* 10:159-166.

Mateos, L. 1988. El riego por goteo del algodón en el Valle del Guadalquivir. Tesis Doctoral. Univ. de Córdoba. 201 pp.

MATEOS, L., J. BERENGENA, F. ORGAZ, J. DIZ y E. FERERES. 1991a. A comparison between drip and furrow irrigation in cotton at two levels of water supply. *Agric. Water Manage.* 19 (en prensa).

MATEOS, L., J. BERENGENA, M.A. SORIANO, F. ORGAZ, A. TÉLLEZ y E. FERERES. 1991b. Efectos del riego por goteo y el riego por surcos en la fenología y el rendimiento del algodón. *Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetales.* (En prensa).

- MATEOS, L., H. GÓMEZ y E. FERERES. 1991c. Riego por goteo del algodón en Las Marismas de Sevilla. Investigación Agraria: Producción y protección Vegetales. (Aceptado). Valle del Guadalquivir bajo diversos regímenes de riego. Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetales. (en prensa).
- ORGAZ, F. 1988. Aspectos fisiológicos y agronómicos de la respuesta al riego del algodón. Tesis Doctoral. Univ. de Córdoba. 194 pp.
- ORGAZ, F., L. MATEOS y E. FERERES. 1991b. Season length and cultivar determine the optimum evapotranspiration in cotton. Agron. J. (En prensa).
- ORGAZ, F., S. BONACHELA, L. MATEOS y E. FERERES. 1991a. Desarrollo fenológico y producción de cultivares de algodón en el
- RADULOVICH, R.A. 1984. Reproductive behavior and water relations of cotton. Ph. D. Diss., Univ. California, Davis.

III.8. PLAGAS DEL ALGODÓN. CALIDAD DE FIBRA

MANUEL ALVARADO

Hay muchos animales, insectos principalmente, que viven del algodón y que compiten con nosotros. Igualmente, hay muchos otros que se alimentan de ellos y que llamamos organismos auxiliares.

Dentro de las plagas del algodón, la mosca blanca y los pulgones son los que más afectan a la calidad, produciendo un algodón pegajoso (sticky cotton) y manchado de negro, de difícil manejo para extraer la fibra; en segundo lugar, podríamos destacar gusano rosado, chinches, picudos y araña roja que disminuyen producción y también calidad de fibra (longitud, resistencia, ...) y en tercer lugar, heliotis, que principalmente merma la cosecha.

La aparición en los últimos años de un trips, *Frankliniella occidentalis*, preocupa a nivel mundial porque repercute, sustancialmente, por lo menos en nuestras zonas, en producción y calidad.

A) PULGONES (*Aphis gossypii*)

Los pulgones han sido hasta hace muy poco unos insectos muy fáciles de controlar por sus enemigos naturales y la utilización de 1 a 2 aplicaciones, como máximo, de productos selectivos tipo pirimicarb, eran suficientes. La aparición de resistencias a casi todos los productos y el cambio de comportamiento adaptándose a vivir a temperaturas más altas, los han transformado en una plaga de una mayor importancia.

La especie más abundante y problemática es el *Aphis gossypii*, aunque también se pueden encontrar *Aphis craccivora*, *Myzus persicae*, ...

Los pulgones son pequeños (2-4 mm) insectos chupadores (homópteros) de

cuerpo blando y ovalado. Fáciles de reconocer por el par de apéndices situados al final del cuerpo (sifones) y por la cola. Su ciclo es muy complicado pasando por huevos, formas aladas y ápteras; muchos de ellos necesitan vivir en dos huéspedes (dioicos) para completar su ciclo. Su cuerpo blando y delicado les hace fácil fuente de alimento de un gran número de enemigos naturales, pero el pulgón los contrarresta con su gran poder de multiplicación.

El pulgón del algodón *Aphis gossypii*, es pequeño, 1'5-2 mm, de color variable, desde colores claros (amarillo, verde) hasta oscuros (verdes casi negros); los sifones suelen ser negros y las antenas claras, más cortas que el cuerpo. Se puede confundir con otras especies presentes en el algodón.

En España (en Europa en general) tiene un ciclo incompleto (anholocíclico) sin formas sexuadas, y se reproduce solo partenogenéticamente (sólo hembras).

La duración desde larva neonata hasta adultos, puede ser de sólo 6-7 días a 20-25º grados. La tasa de multiplicación varía mucho con el tipo de alimentación y la temperatura.

Es una plaga polífaga que vive principalmente en cucurbitáceas y malváceas, y se encuentra en todo el mundo.

Las hojas con colonias de pulgones se deforman (curvatura hacia el envés) y pueden llenarse de melazas y posteriormente, si hay humedad, de negrilla.

Los daños directos, por succión de savia, repercuten principalmente en la producción y los indirectos, por excreción de melazas y formación de negrilla, en la calidad de la fibra.

Las poblaciones de pulgones están muy reguladas por sus enemigos (coccinélidos: *Coccinella septempunctata*, *Hippodamia variegata*, *Scymnus* ...; *Chrysopa*, sírfidos, cecidómidos e himenópteros: *Aphidius*, *Lysiphlebus*) y en muchos casos bastarían para controlarlos sin necesidad de echar un aficida.

Los insecticidas aficidas controlaban muy bien a los pulgones hasta la aparición de resistencias. Productos selectivos como el pirimicarb han perdido su eficacia y ya no controlan al *Aphis gossypii*.

En ensayos realizados en los últimos años, los únicos productos que han tenido un buen comportamiento: Carbosulfan, Proposur, Dicrotofos, Imidacloprid, no respetan a los insectos auxiliares, de ahí la dificultad de introducirlos en programas de manejo integrado (Figura nº 1).

B) ARAÑA ROJA (*Tetranychus urticae*)

La araña roja (A.R.) es una de las plagas clave del cultivo. Se desequilibra fácilmente tanto por muerte de sus enemigos naturales por insecticidas polivalentes, como por resurgencias producidas por el nitrógeno y algunos plaguicidas (Carbaril, piretroides, etc.)

La A.R. es un tetraníquido de 0'6 mm, de color rojo las hembras y amarillo con dos manchas negras los inmaduros, aunque puede variar según la época del año. Nuestros muestreos van dirigidos a la hembra madura porque es el único estado fácil de contar a simple vista.

Los huevos redondos de colores claros, los deposita encima de los tejidos vegetales, principalmente en el envés de las hojas.

La duración de su ciclo varía con la temperatura pero podemos fijarla en 12 días a 25° y 24 a 20°C.

Pasa el invierno como hembra madura (aunque en zonas cálidas puede reproducirse todo el año) en vegetación espontánea

próxima a la parcela o en el rastrojo, en el interior, si el cultivo anterior fue algodón u otra planta huésped. En primavera se pasan al cultivo y/o aparecen pequeños focos dentro de la parcela (Figura nº 2).

La A.R. es agregativa y no se pasa a otra planta de algodón hasta que no ha colonizado totalmente la primera. Viven normalmente protegidas en el envés de las hojas. En el verano se multiplican rápidamente extendiéndose por toda la parcela.

La A.R. produce unos daños, parecidos a los trips, desgarrando superficialmente los tejidos vaciándolos y penetrando aire, dándole un aspecto blanquecino. La planta pierde energía tanto por disminución de la fotosíntesis como por el aumento considerable de la transpiración, lo que conduce a disminución de producción, precocidad y pérdida de calidad de fibra (longitud, resistencia ...).

La A.R. puede controlarse bien, corrigiendo todos los factores que le han desequilibrado:

- Respeto y potenciación de sus numerosos y efectivos enemigos naturales (*Orius* principalmente, *Nabis*, *Chrysopa*, *Aeolothrips*, ...).
- Disminución de la dosis de nitrógeno a niveles óptimos agronómicos.
- Utilización de acaricidas selectivo: Dicofol, Propargita, Bromopropilato.
- Uso para las otras plagas, de insecticidas selectivos y no resurgentes de ácaros.
- Aplicación con maquinaria y condiciones apropiadas para que el producto llegue al envés de las hojas.

La estrategia de lucha se complementa con lo anterior:

- Matándola en las plantas espontáneas del borde, para retrasar su entrada en el algodón.
- Empezando a tratar sólo los focos.
- Y, una vez generalizada en la parcela, tratando sólo cuando se supere el umbral que en nuestras zonas se ha fijado en una hembra adulta por hoja.

C) TRIPS

Han sido tradicionalmente plagas secundarias del algodón, produciendo daños en plántulas sobre todo en la yema terminal. Se introducen en las yemas y perforan y chupan las pequeñas hojitas que al desplegarse aparecen deformadas e incluso rotas. Estos síntomas alarmantes no suelen producir daños económicos y sólo cuando abortan la yema terminal conducen a un retraso en la recolección. Estas consideraciones, junto con el aspecto positivo de ser buenos comedores de huevos de araña roja, hacían aconsejable, en la mayoría de los casos, prescindir de los tratamientos.

Desde 1.988, se ha introducido una nueva especie procedente de América, *Frankliniella occidentalis* (F.O.) que está causando daños alarmantes en el cultivo de algodón.

Los trips son insectos de 1-3 mm, chupadores, con dos pares de alas estrechas y con flecos, que permiten ser arrastrados por el viento a grandes distancias.

Normalmente los adultos se alimentan de polen, néctar y las larvas de tejidos vegetales. La picadura es muy superficial, vacían las células que después se llenan de aire dándole un aspecto plateado. Un daño comparable al que produce la araña roja, en el algodón.

Thrips tabaci, *T. angusticeps* y actualmente *F. occidentalis*, son las especies que afectan a nuestro cultivo.

F.O. es un trips muy polífago y perfectamente adaptado a condiciones climáticas diversas. Mide aproximadamente 1 mm, y es de color rubio claro (en verano) u oscuro (en invierno). Es difícil de distinguir de las otras especies pero con práctica o una lupa es posible hacerlo por unas quetas o sedas que se encuentran en la cabeza y el protórax. Los huevos reniformes (0.2 mm) blanquecinos, los insertan dentro del tejido vegetal en hojas, brácteas, etc. Las larvas, como en los otros

trips, son las que verdaderamente producen el daño y las ninfas se tiran al suelo para evolucionar.

La duración del ciclo depende de temperaturas y alimentación. Aproximadamente 2 semanas a 26° y 3 semanas a 20°.

Dañan botones, flores, cápsulas, pero sobre todo el envés de las hojas, blanqueándolas y endureciéndolas. Afectan a la producción y a la calidad. En nuestras zonas y con poblaciones puntas de 200-250 trips por flor y 50 por hojas, ha habido mermas superiores al 30% (Figura nº 3).

La lucha es difícil porque sus enemigos naturales (*Orius*, *Aeolothrips*, fitoseidos) normalmente no pueden con él y es resistente a la mayoría de los insecticidas.

En los ensayos realizados se han encontrado algunos productos eficaces: metiocarb, dicarzol, metamidofos, metilclorpirifos, pero es necesario hacer varias aplicaciones que encarecen al cultivo y desequilibran a las otras plagas.

La eliminación de huéspedes alternativos: Corregüela (*Convolvulus arvensis*), jaramagos blancos y amarillos (*Diploaxis eurocoides* y *D. virgata*), remolachas subidas (machadas), etc., y el corte de la alfalfa a bandas, son medidas que bajarían las poblaciones y por tanto su peligro.

D) MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci*)

Este pequeño insecto chupador, se encuentra en nuestras zonas catalogado como insecto-no plaga económica o incluso, insecto-alimento de insectos auxiliares, ya que sus poblaciones no son suficientemente altas como para producir daños que justifiquen el coste de un tratamiento y sin embargo, nos sirven como un buen atrayente de insectos carnívoros (*Orius*, *Chrysopa*). Estos después de asentarse en el cultivo se multiplican y nos ayudan a controlar plagas más importantes como araña roja, heliotis, etc.

La Bemisia en otros países ha explotado transformándose en una de las plagas peores del cultivo, ya que la melaza/negrilla afecta considerablemente a la calidad de la fibra. La destrucción de sus enemigos naturales por la utilización masiva de insecticidas polivalentes (tipo piretroides) (Figura nº 4), nos ha conducido a esta situación.

La mosca blanca (M.B.) no es una mosca sino un homóptero próximo a cochinillas y pulgones y, con un sistema de alimentación chupador parecido a ellos. El adulto mide un poco más de 1 mm, provisto de dos pares de alas membranosas cubiertas de una capa cerosa blanquecina y que en reposo las pliegan en forma de tejadillo. El cuerpo es de color amarillo pero enmascarado por la capa cerosa-blanquecina.

Los huevos (0'2 x 0'3 mm) de color blanco que se oscurece posteriormente y de forma elíptica, los depositan verticalmente sostenidos por un corto pedicelo.

Las larvas ovaladas son blanco/amarillentas y traslúcidas, se fijan (generalmente) en el envés de las hojas y recuerdan a las larvas de ciertos cóccidos.

Es muy polífaga y se le reconocen unos 200 huéspedes entre herbáceas, arbustivas, cultivadas y espontáneas. Esta extendida por todo el mundo.

La duración del ciclo varía con la temperatura y la alimentación principalmente, pero suele ser de dos a tres semanas en verano, y tiene una fecundidad media de 70-80 huevos sobre algodón.

Prefiere para su desarrollo climas templados, húmedos y zonas sombreadas y por lo tanto, el envés de las hojas más próximas al suelo. En nuestras zonas, se desarrolla más a finales de verano primeros de otoño.

Los daños directos, por succión de savia, aunque menos importantes, pueden reducir la producción y la calidad de

la fibra. Los indirectos son más dañinos: las larvas excretan melazas que cuando coinciden con la apertura de cápsulas recubren las fibras ocasionando una de las pérdidas más importantes de la calidad del algodón. El 80-90% del algodón pegajoso (sticky cotton) es atribuible a la M.B. y el resto a los pulgones. Sobre esta melaza se desarrolla en condiciones de humedad un hongo -la negrilla- que mancha de negro la fibra. La mosca blanca puede, además, transmitir enfermedades de virus como es el CLCV (cotton leaf crumple virus) en algodón.

E) HELIOTIS [*Helicoverpa* (=Heliopsis) *armigera*]

El heliotis es una plaga polífaga (maíz, tomate, clavel, ...), clásica en el cultivo del algodón y fue plaga clave en los años setenta y anteriores. En los años ochenta disminuyeron sus poblaciones, posiblemente por la aplicación masiva de los piretroides. Actualmente empiezan a aparecer resistencias a los citados productos.

El adulto, de color variable, amarillento, tostado ..., no tiene ninguna mancha típica como los otros noctuidos (lepidópteros), excepto, una banda transversal con puntos claros en el centro, situada en el tercio terminal de las alas anteriores y que sólo se suele ver en las mariposas recién evolucionadas. En las alas posteriores tiene una banda marrón que nos ayuda a una identificación rápida. El tamaño oscila entre 3'5-4 cm de envergadura.

La oruga, también con colores diferentes, verdosa, marrón etc., tiene varias líneas longitudinales y una clara en el lateral.

Los huevos, blanquecinos, esféricos, estriados, de 0'5 mm, son fáciles de ver porque la mayoría los pone en las hojas más externas de las plantas. (Nos sirven en los conteos para ver la estructura de edad, es decir, como indicador de la continuidad o no del peligro de ataque).

Inverna en crisálida enterrada en capullo terroso y sale en primavera coin-

ciendo con un algodón cercano a la aparición de botones. Tiene en nuestras zonas tres generaciones principales, (Figura nº 5): La primera, es poco numerosa pero muy dañina porque afecta y coincide con los primeros brotes; la segunda, aproximadamente unas cinco semanas más tarde, se encuentra ya con un algodón en plena producción con botones, flores y cápsulas. Prefieren, botones tiernos y cápsulas pequeñas y es una generación intermedia en poblaciones y daños. La tercera coincide ya con un algodón maduro próximo a la apertura de cápsulas y suele ser muy numerosa, pero afectando principalmente a botones-cápsulas pequeñas, que van a repercutir muy poco en la cosecha final.

Los daños han quedado ya descritos, destacando que destruye totalmente botones y frutos pequeños, pero que esto sólo significa un retraso para la planta, ya que ésta los sustituye por otros.

La lucha está centrada en, respetar a, sus enemigos naturales (*Orius*, *Nabis*, *Chrysopa* ...), tratar sólo cuando se sobrepasen los umbrales (variables según la generación y la presencia de insectos auxiliares, pero que a modo de orientación es de 10-20 larvas pequeñas por cada cien plantas) y utilizar productos selectivos del tipo de *Bacillus thuringiensis*, endosulfan etc., por lo menos en las primeras generaciones.

F) GUSANO ROSADO (*Pectinophora gossypiella*)

Es una de las plagas peores del algodón en muchos países, por los daños que hace y por las dificultades que presenta su lucha. En nuestras zonas tiene una incidencia baja y muy irregular de unos años a otros.

El gusano rosado (G.R.) es un microlepidóptero de la familia de los gelechidos. El adulto es pequeño, 15-20 mm de envergadura, de color castaño claro y con manchas oscuras en las alas anteriores y flecos en las posteriores. La larva, de

color blanquecino en las primeras edades, pasa a rosa a medida que crece, llegando a alcanzar los 8-9 mm. El huevo, blanco-rojizo, alargado, mide 0'5 x 0'25 y presenta superficie rugosa (Es muy difícil de ver a simple vista por lo que no los tenemos en cuenta en los conteos).

El G.R. tiene tres generaciones y una cuarta incompleta (Figura nº 6). Pasa el invierno en diapausa en última edad larvaria dentro de la semilla en los rastrojos del algodón (o en las fábricas). La mariposa empieza a salir en primavera cuando todavía no hay botones en la planta. Si la mayoría de las mariposas salen cuando el algodón esté muy retrasado morirán (generación suicida). Sólo se escapan aquellas que encuentren un algodón en o próximo a botones. Los años de gran coincidencia del vuelo con los órganos florales, esta plaga puede ser mucho más peligrosa.

Pone los huevos en sitios escondidos, pelosos, cercanos a los órganos florales y la larva recién nacida penetra en los botones, cicatrizando rápidamente el orificio de entrada y, alimentándose en su interior principalmente de anteras. Al abrir la flor, la larva ya grande, une la corola con hilos de seda impidiendo su apertura y formando los típicos *farolillos* (éste es el primer momento que el agricultor se da cuenta que tiene la plaga). La larva se tira al suelo y en restos de hojas etc., se transforma en crisálida. El botón atacado *no sufre daños* y se transforma en fruto totalmente normal.

Las mariposas de la segunda generación ponen los huevos debajo del cáliz, en frutos receptivos (más de 15-20 días) y la larva neonata, en muy poco tiempo, penetra dentro de él, alimentándose de las semillas. En su trayectoria de semilla a semilla destroza la fibra, disminuyendo su calidad. Al alcanzar su máximo desarrollo perfora la cápsula y se tira al suelo a crisalidar.

La tercera generación tiene un comportamiento parecido a la anterior, con la

variante de que la larva de última edad se suele quedar dentro de la semilla para pasar el invierno.

Los frutos dañados por el G.R., sufren parcialmente daños: carpelos que no abren bien y fibra rota. Los años lluviosos, o en los cultivos que se riegan por aspersión, las cápsulas con orificios de salida, suelen pudrirse totalmente. Los años normales (secos), se pueden producir pérdidas del 40-50%, en relación con el nivel de ataque, además de la disminución de la calidad de la fibra.

El G.R. presenta grandes dificultades para luchar contra él, ya que la larva tarda muy poco en entrar en el fruto, y una vez dentro es invulnerable a insecticidas y a la mayoría de sus enemigos naturales.

El retraso de la fecha de siembra, la siembra de variedades de ciclo más corto, el picado y enterrado del rastrojo del algodón, son medidas culturales muy efectivas, pero en muchos casos no son factibles.

Los insecticidas son muy pocos efectivos contra las larvas. Solamente los piretroides aplicados contra los adultos en el segundo y tercer vuelo (Figura N° 6) son suficientemente eficaces, pero eliminan a muchos insectos auxiliares desarrollando a otras plagas.

La lucha con feromonas sexuales (Gossyplure), por el método de confusión (tratamiento de todo el campo para que los machos no encuentren a las hembras y no puedan fecundarlas) ha sido efectiva pero en superficie mayores a 40-50 Has. No elimina insectos auxiliares pero obliga a una práctica preventiva no justificada en los sitios donde el G.R. no sea endémico.

G) CHINCHES FITÓFAGAS

El aumento de la presencia de estos insectos en nuestras zonas es producido por la implantación de los programas de manejo integrado (I.P.M.), que lógicamente están conduciendo a emplear menos insecticidas y los que se aplican son

pocos selectivos. Las chinches eran fácilmente destruidas por los insecticidas polivalentes.

Se conocen varias especies de hemípteros que causan daños al algodón. Las más conocidas pertenecen a los géneros *Lygus* y *Creontiades*, aunque su importancia depende de las zonas.

Los adultos de *Lygus* miden unos 7 mm, son de colores variables (verde principalmente) y tienen un triángulo (escutelo) muy vistoso en el dorso. Sus ninfas son verdes, redondeadas y con cinco manchas negras características en la parte dorsal.

Los adultos de *Creontiades*, son un poco mayores, 8 mm, más alargadas, verde amarillentos y las alas sobrepasan claramente al abdomen. Sus ninfas tienen forma de pera, carecen de las cinco manchas y poseen unas antenas con bandas rojas y claras, perfectamente marcadas.

Los daños son similares en ambas especies, aunque son más conocidas las producidas por *Lygus*. Causan un primer daño en el botón floral cuando este es muy pequeño, ocasionando su caída y otro, menos grave, en el fruto que afecta a la semilla y que conduce al manchado y a la mala maduración de la fibra.

La vigilancia y muestreo se realiza por medio de la "sábana" (drop cloth) o la manga entomológica (sweep net) siendo para nosotros mucho más eficaz el primero.

En el caso que las poblaciones sean altas, sobre todo en la formación de botones (Figura n° 7), es aconsejable aplicar un insecticida escogiendo los que menos afecten a los insectos auxiliares (endosulfan por ejemplo).

H) PICUDO DEL ALGODÓN (*Anthonomus grandis*)

Es una de las peores plagas en algunos países de América. En Europa es desconocido.

PLAGAS DEL ALGODONERO

El adulto de este Coleóptero (curculionido) mide más de medio centímetro, es de color marrón, y tienen una trompa (rostro) muy larga aproximadamente como la mitad del resto del cuerpo. Posee un par de espolones muy característicos en las patas anteriores.

Los huevos blancos alargados, los insertan y los taponan en los botones y cápsulas. Las larvas son gordas, blanquecinas y arqueadas, y viven dentro del órgano fructífero.

La biología de este insecto está muy estudiado. Inverna en el rastrojo del algodón, y tiene unas 7-8 generaciones (Arizona, USA) con una duración de 3 semanas en verano. Aparecen en primavera, antes de la aparición de los botones afectando a la yema terminal. A partir de aquí se suceden las generaciones alimentándose de botones principalmente y de cápsulas.

Los daños son muy graves en los botones que mordisquean los adultos y que las larvas destruyen interiormente causando su caída. En las cápsulas las larvas se alimentan principalmente de las semillas, ocasionando daños a la fibra que afecta a su calidad.

La lucha es difícil por vivir la larva dentro del órgano fructífero. La recolección temprana junto con el desbrozado y enterramiento del rastrojo, es una medida cultural que disminuye mucho las poblaciones invernales.

Para la detección y vigilancia de los adultos se puede utilizar una feromona (grandlure) que atrae a ambos sexos desde grandes distancias.

Una vez extendida la plaga en la parcela sólo podemos emplear lucha química contra los adultos y antes que hagan la puesta, lo que obliga a numerosos tratamientos.

Figura 1. Ensayos de productos contra *Aphis gossypii* Glover en algodón

MUDAPELO 1. Sevilla

10/06/91

Fenología: 4-5 nudos

Altura. 15-20 cm.

Ataque inicial medio: 458 formas apt./hoja

FORMAS ÁPTERAS / HOJAS

	T + 1	T + 3	T + 7	T + 15
4 (a) Carbosulfan	3 a	2 a	17 a	8 a
5 Dicrotofos	44 a	5 a	26 a	35 a b
12 Proposur	11 a	26 a	89 a b	77 a b
7 Imidacloprid	64 a	19 a	12 a	6 a b
6 End + Metom.	129 a b	151 a b	233 b c	107 a b
9 (b) Metiocarb	279 b c	271 b c	101 a b	182 a b
11 Promecarb	280 b c	380 c d	317 c	42 a b
3 Bif + Pirid.	408 c	475 d	300 c	42 a b
4 Bifentrin	283 b c	461 d	315 c	201 b
Testigo	461 c	491 d	316 c	20 a b

Figura 2. Colonización de araña roja en algodón

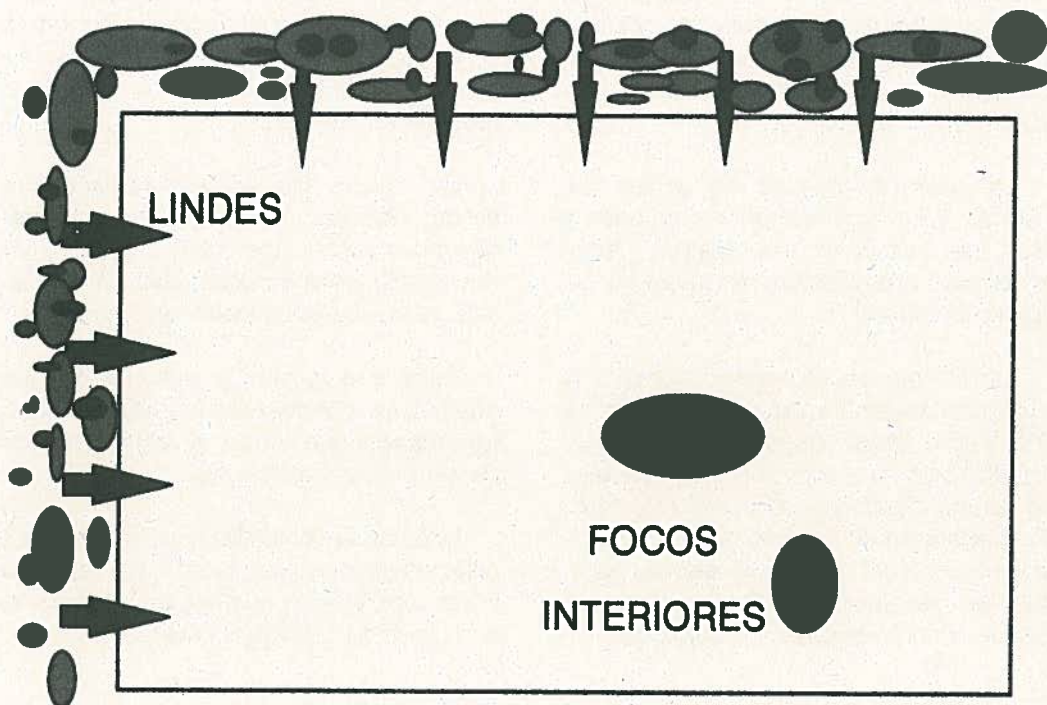
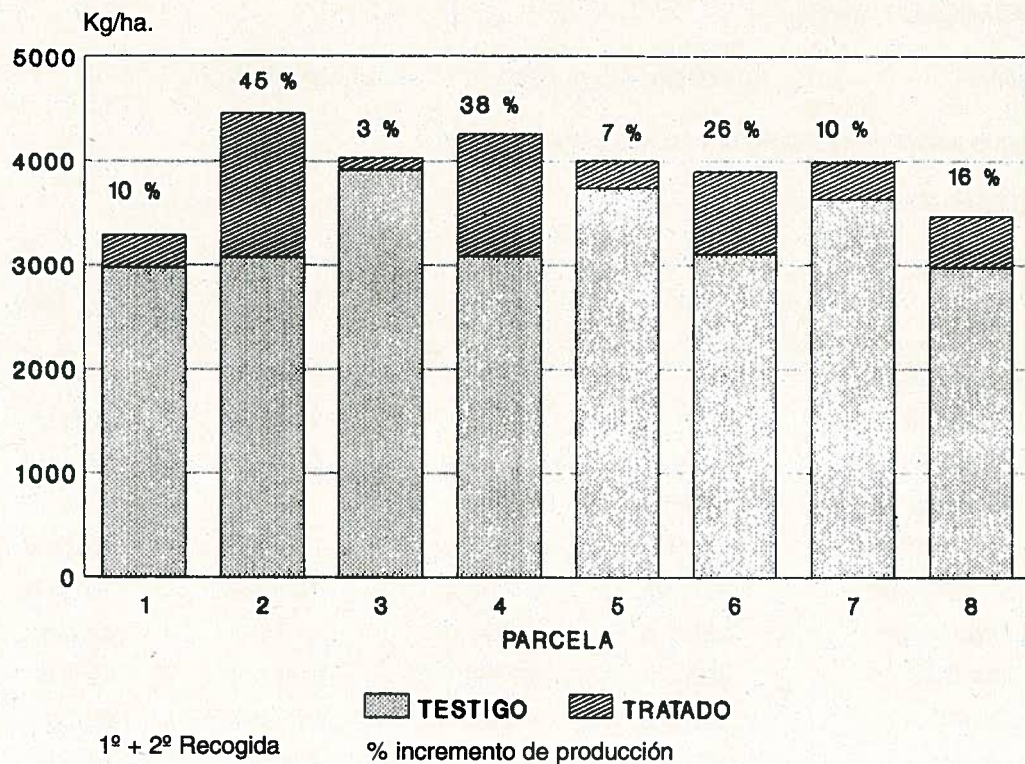


Figura 3. Producción total (kg/ha). Algodón 1991. Trajano. Sevilla



PLAGAS DEL ALGODONERO

Figura 4. Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) Incremento de poblaciones desde introducción de Piretroides (Johnson et al., 1982). Imperial Valley, California

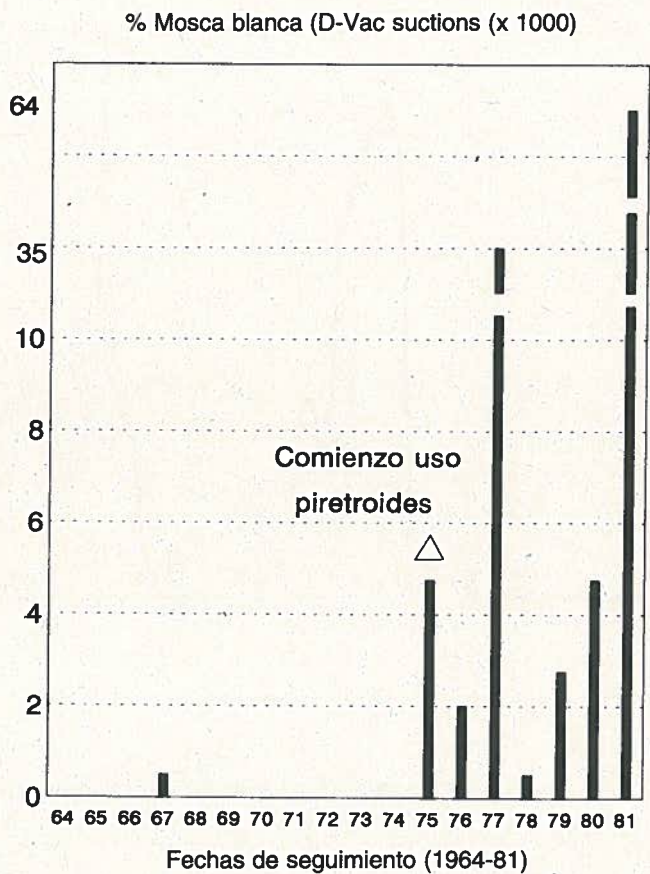
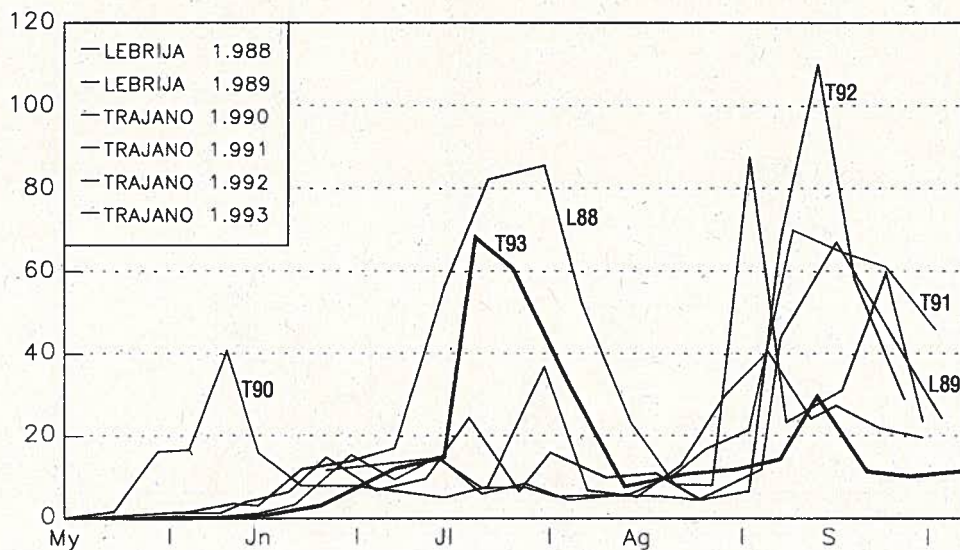


Figura 5. *Heliothis armigera* Hb. Machos en trampas funnel (Feromona). Algodón, Sevilla



S.S.V. Andalucía

Figura 6. *Pectinophora gossypiella* Saund. Machos en trampas funnel (Feromona). Algodón, Sevilla 1993

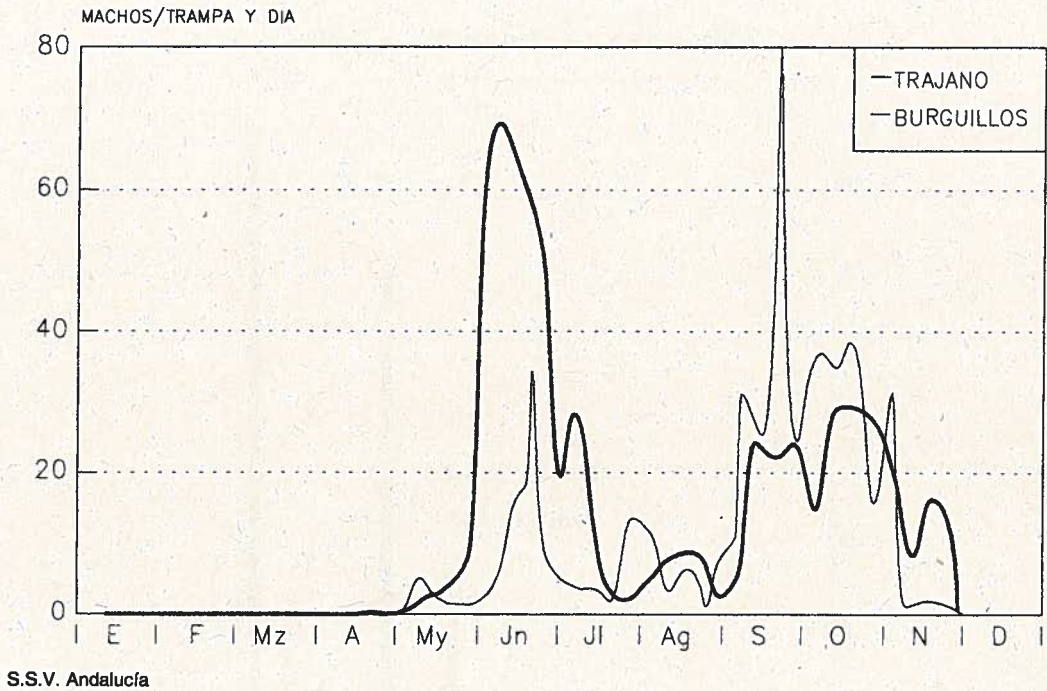
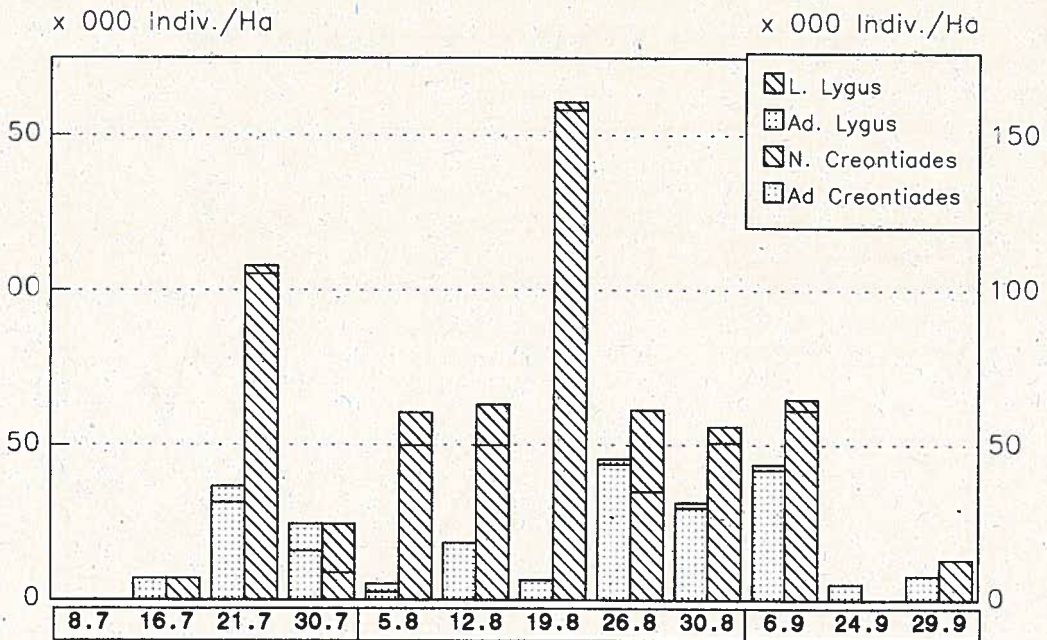


Figura 7. Dinámica poblacional de chinches en Algodón. Mudapelo, Burguillos (Sevilla) 1993.
Chinches Fitófagos



III.9. CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS DE INSECTOS

PEDRO VARGAS PIQUERAS

1. INTRODUCCIÓN

Las poblaciones de plantas y animales son relativamente estables en las comunidades naturales. Los ecologistas basan este fenómeno en la existencia de equilibrios entre las especies de las comunidades biológicas.

Aunque es bien cierto que ocurren oscilaciones en las poblaciones de una especie, su magnitud raramente alcanza niveles de destrucción. Así, en las comunidades naturales, las plagas, tal como las conocemos en los cultivos agrícolas, no suelen existir. Cuando sobreviene alguna disrupción, tal como un cambio climático o la introducción de una nueva especie, la estabilidad del equilibrio se ve perturbada y podemos anticipar fluctuaciones en las poblaciones hasta que un nuevo estado de estabilidad evolucione.

El desarrollo de la Agricultura a lo largo de los últimos 10.000 años ha ejercido un gran impacto sobre el hombre y su medio ambiente. Entre otras consecuencias, ha producido directa o indirectamente una abundancia de alimento y fibra, ha favorecido la explosión de la población humana, ha llevado a la destrucción de grandes áreas de bosques, praderas y otros hábitats naturales para la consecución de suelo arable y en consecuencia, ha causado una rotura a escala mundial de muchos de los equilibrios de especies.

Durante la lenta y gradual evolución de la antigua agricultura, el hombre se conducía dentro de agroecosistemas relativamente estables. Lo hacía así más por necesidad o azar que por diseño. Obviamente, el ser humano colectaba aquellas plantas que habían sobrevivido al ataque de plagas y por ello, inconscientemente, realizaba una selección por resistencia a

plagas. Practicaba la agricultura en comunidades discretas con pocos intercambios de productos vegetales o sus plagas de un área a otra, de forma que existía una gran diversidad genética a lo largo de la distribución geográfica de un cultivo particular. Operaba a pequeña escala por lo que la disrupción ambiental se encontraba minimizada de tal manera que la estabilidad de especies se seguía manteniendo en cierta medida.

Cuando las Américas, África, Australia y las grandes islas del globo fueron exploradas, explotadas, colonizadas y desarrolladas, plantas y animales fueron transportados a través de barreras previamente impenetrables. Maíz y patata se llevaron desde las Américas al resto del mundo; granos de cereales, legumbres comestibles y árboles frutales de hoja caduca se transportaron desde Europa y Asia a otros continentes. Cientos de especies de plantas y animales se repartieron pues a través de la Tierra.

Al llevar las especies vegetales a nuevas regiones, muchas de sus plagas las acompañaron en este transporte, usualmente sin su normal complemento de agentes de control biológico, por lo que a menudo se convirtieron en plagas más severas de sus huéspedes originales en las nuevas áreas que en las de procedencia y frecuentemente hallaron indígenas de los nuevos hábitats que podían asimismo hospedarlas.

La revolución de la Agricultura del siglo XX ha roto y complicado aún más la estabilidad de las especies plaga en nuestro agroecosistemas.

Muchas prácticas de cultivo de la moderna agricultura también incrementan la susceptibilidad a enfermedades, malas

hierbas, nematodos o insectos. Estas incluyen: 1) Irrigación, que favorece a muchas enfermedades y plagas de insectos, en contraste con las fluctuaciones de humedad del suelo bajo condiciones de lluvias naturales. 2) Repetición de cultivo, que promueve el rápido aumento de la población de sus plagas. 3) Alta densidad de plantas del cultivo que conduce a cambios ambientales que favorecen a ciertas plagas. 4) Fertilización, produciendo plantas mayores y más suculentas, a menudo más susceptibles del ataque de las plagas que las que crecen a niveles de bajo abonado.

En resumen, la agricultura particularmente la que comprende agroecosistemas de altos rendimientos de las naciones industrializadas, ha roto los equilibrios entre especies que transcurren en las comunidades naturales y ha creado agroecosistemas que favorecen el ataque de plagas y reprimen en control natural.

2. PROBLEMAS CAUSADOS POR PESTICIDAS. EJEMPLOS EN EL AGROECOSISTEMA DEL CULTIVO DEL ALGODÓN

La rapidez con que se realizan cambios en las prácticas agrícolas de hoy día y la demanda mundial por todo el alimento que podamos producir no permiten el tiempo necesario para que cultivos, sus plagas y los agentes de control biológico alcancen su equilibrio por medios "naturales". Los intentos de protección de cultivos realizados durante las últimas décadas han tenido gran éxito en unos casos y grandes fracasos en otros. Muchos de tales estudios se han limitado en gran medida a aplicaciones unilaterales y simplistas de tácticas de control tales como pesticidas, plantas resistentes e introducción de agentes biológicos, sin basarse en sólidos principios biológicos, ecológicos y ambientales. Tan pronto como ha empezado a aparecer resistencia de plagas a insecticidas, biotipos capaces de atacar variedades vegetales previamente resis-

tentes y problemas ambientales cada vez mayores, tales prácticas unilaterales son más inaceptables y no parecen ser las aplicables en el futuro.

Esta situación se encuentra bien representada en el agroecosistema del cultivo del algodón. En Perú, por ejemplo, en el comienzo de los años cincuenta, los nuevos insecticidas orgánicos (Especialmente DDT, BCH y toxafeno) empezaron a usarse en este cultivo al mismo tiempo que se introdujeron cambios en las prácticas agrícolas (Nuevas variedades e irrigación). Los rendimientos crecieron más del 50% en cuatro o cinco años. Se desarrolló la idea de que dicho rendimiento sería mayor cuanto más pesticidas se utilizaran, que llegaron a aplicarse como una manta sobre el valle de Cañete por entero. Los beneficiosos parásitos y depredadores fueron diezmadados y el número de tratamientos fue creciendo año tras año y comenzando cada vez más temprano. Al final de 1952 apareció resistencia a BCH en áfidos. En 1954, falló el control de la Oruga de las Hojas (*Alabama argillacea*). En 1955-56 el Gorgojo de los Capullos (*Anthonomus grandis*) alcanzó altos niveles de población muy pronto en la estación y apareció una nueva plaga, la polilla *Argyrotaenia*. En seguida, la población de la Oruga de los Capullos, *Heliothis*, explotó y mostró gran resistencia al DDT. Los compuestos organofosforados se sustituyeron por los clorados. El período entre tratamientos se acortó progresivamente de 8-15 días a sólo 3. Durante este proceso, un complejo de insectos previamente inocuos alcanzaron el estado de serias plagas. No resulta raro que la campaña 1955-56 fuera un desastre económico para los cultivadores de algodón del Valle de Cañete. Millones de Kilos se perdieron. A pesar de las tremendas cantidades de insecticidas empleadas en insectos fútiles de control, los rendimientos bajaron a la mitad de lo que habían sido solo dos o tres años atrás.

La investigación ecológica llevada a cabo por personal de la Universidad, recomendando el uso de insecticidas selecti-

vos y los tratamientos basados en la necesidad real de los mismos determinada en observaciones serias de campo, redujeron el uso de insecticidas y aliviaron el problema hasta que en 1965, el Gusano Rosado (*Platyedra gossypiella*) invadió el valle desde Arizona y explotó literalmente en el nuevo área. Las aplicaciones de insecticidas de amplio espectro se realizaron con intervalos de seis días en un mal dirigido intento de erradicación y pronto otras plagas potenciales causaron tales daños que en el presente, la continuidad de la producción algodонера se encuentra amenazada, al haber descendido los rendimientos a su nivel más bajo desde la II Guerra Mundial.

En el área Matamoros-Reinosa del Nordeste de México, la superficie dedicada al cultivo del algodón descendió desde más de 350.000 ha. en 1960 a unas 600 en 1970. Mientras ésto sucedía, el cultivo se fue desplazando al nuevo área de Tampico-Mate como a 300 km. al Sur donde alrededor de 250.000 ha. se sembraron en 1966. Un declive similar pero mucho más rápido aconteció allí. Hacia 1970 solo quedaban 550 ha. Esto se atribuye al aumento en la intensidad de las plagas, particularmente al Gusano de los Capullos (*Heliothis virescens*) y la imposibilidad de controlar esta plaga con tratamientos químicos unilaterales, a pesar de los intentos de incrementar dosis y frecuencia de tratamientos. La ruina económica y el desempleo en la zona se vio multiplicado. Como Adkisson dijo en 1971 "La semillas de la destrucción del algodón mejicano se sembraron cuando los agricultores decidieron que sus problemas de plagas podrían resolverse por el uso unilateral de programas fijos de aplicación de insecticidas de amplio espectro".

En el Valle de Río Grande, las plagas del algodonerero y particularmente el Gorgojo *Anthonomus* se controlaron adecuadamente con compuestos clorados por cerca de 15 años hasta que esta plaga adquirió resistencia a estos productos hacia el final de la década de los 50. Los compuestos organofosforados, Especial-

mente el metil paration, se usaron entonces, con el resultado de que el DDT se hizo necesario para controlar las plagas ("Upset pests") *Heliothis virescens* y *H. obsoleta* que fueron apareciendo. Al finas de los 60, estas dos plagas eran resistentes al DDT, a otros compuestos clorados y a los carbamatos, aunque podían todavía controlarse con fuertes dosis de metil paration. Este control empezó a resultar insatisfactorio hacia 1968 cuando los agricultores trataban 15-18 veces sin lograr respuesta adecuada. Así pues, vemos que la situación del control de plagas ha sufrido un rápido cambio en el sentido de que dos plagas de escasa importancia con anterioridad se convirtieron en azotes mucho más serios que el Gorgojo *Anthonomus* que en comparación desapareció de escena a este nivel económico. En el presente, los agricultores y entomólogos se enfrentan a un real dilema de control de plagas es una ironía que su pero enemigo, *Heliothis virescens*, sin tratamiento insecticida para un control adecuado, ha sido llevado a este estado por el propio uso de insecticidas.

CONCLUSIONES.

La acción de los parásitos depredadores y patógenos es una importante causa de mortalidad de las plagas en muchos agroecosistemas. en otras áreas, especialmente donde el uso de grandes cantidades de insecticidas ha eliminado los controles naturales, tal mortalidad biótica puede ser mínima. Por añadidura, en muchas instancias, se ha producido el resurgimiento de una antigua plaga por el uso de insecticidas. Estas reapariciones y las explosiones de población de plagas antes secundarias, se deben en gran medida a la eliminación de depredadores y parásitos.

El uso de pesticidas químicos sin el estudio de las complejidades de los agroecosistemas, especialmente los aspectos fundamentales de la dinámica de población de las plagas, ha sido la base de la exacerbación del problema en los últimos 10 a 15 años. Una revisión de estos casos

en muchas regiones de cultivo de algodón del planeta muestra un patrón similar. Típicamente, al comienzo, la introducción general de insecticidas de amplio espectro da lugar a un aumento de rendimiento de fibra. Sin embargo, cada vez se van necesitando aplicaciones más frecuentes, las dosis han de ser incrementadas para obtener un control adecuado y el período de tratamientos se alarga. Se aprecia entonces que la plaga aparece cada vez con mayor rapidez y en mayor número tras cada tratamiento. La población de la plaga se vuelve gradualmente tan tolerante al pesticida que el producto carece ya de utilidad por lo que se sustituye por otro producto al que la plaga se hace tolerante también, pero en esta ocasión con más rapidez que con los primeros productos.

El problema consiste en establecer con la mayor celeridad el equilibrio de especies en nuestros agroecosistemas, de tal manera que las poblaciones de las plagas se mantengan por debajo de los niveles en que pueden causar daños de importancia económica. El manejo de plagas ("Pest management") ofrece el medio más prometedor para alcanzar esta meta sin destruir los sistemas agrarios de producción, el medio ambiente o la sociedad. Se trata pues de un estudio ecológico interdisciplinar que emplea la filosofía y metodología de restringir el número de individuos de las plagas hasta niveles sin daños de importancia.

3. CONTROL BIOLÓGICO

3.1. PRINCIPIOS GENERALES

El control biológico es una parte del fenómeno, más amplio, que entendemos como control natural. El control natural puede definirse como la regulación de las poblaciones entre dos límites más o menos regulares, superior e inferior durante un período de tiempo, por uno o cualquier combinación de factores naturales. Tales factores se clasifican en ocasiones en dos grupos, bióticos (vivos) y abióticos (no vivos). Sin embargo,

raramente si es que sucede alguna vez, actúan estos factores de forma aislada, aunque uno solo puede ser el factor llave regulador, responsable en gran medida de una particular densidad de población en una situación dada.

Control biológico, en un sentido ecológico puede definirse como la regulación de la densidad de población de un organismo por la acción de enemigos naturales a niveles más bajos de los que alcanzaría tal población de no existir estos agentes.

El favorecimiento de organismos beneficiosos, de antemano establecidos en un ecosistema, se limita en general a su protección frente a condiciones adversas. El éxito de tales medidas suele ser escaso.

Por el contrario, la introducción de insectos beneficiosos previamente ausentes, resulta mucho más interesante. Una vez establecido, la actividad del insecto beneficioso reducirá o incluso eliminará la necesidad de medidas de control alternativas. Por la introducción de los enemigos naturales de una plaga procedentes de su hábitat original, se ha logrado un control aceptable en muchos casos.

Muchos, probablemente la mayoría de los ecólogos, suscriben la idea de que la diversidad de especies de una comunidad natural se encuentra altamente correlacionada con su estabilidad de población, esto es, con su control natural, lo que incluye su control biológico. Como consecuencia, se acepta comúnmente que este principio se cumple también en el control biológico de poblaciones de una sola especie. Realmente, esto ha resultado cierto solo en unos pocos de casos de control biológico en que la presa o huésped ha sido llevada a bajas densidades de población de manera consistente por el manejo de un complejo de agentes biológicos.

Lo opuesto se ha cumplido en una gran mayoría de ejemplos de control biológico con éxito en los que la población de una plaga ha sido minimizada por la actuación de un enemigo natural altamente específi-

co, obrando solo o a lo más, en combinación con otro y no por la actuación de varios o muchos. Suele suceder que una diversidad de enemigos naturales previamente establecidos es reemplazada por uno solo altamente efectivo, con el resultado de un mayor control de la población de la plaga. Es por ello que la teoría de control biológico debe incluir el precepto de que, en general, el aumento de la diversidad de enemigos naturales de una especie dada se correlaciona inversamente con la regulación de su población a bajos niveles. En otras palabras, la moderna filosofía del control biológico, preconiza el establecimiento de un enemigo natural de la plaga, lo más específico y efectivo posible y no de un grupo de agentes de control que no tardarían en competir entre sí o desviarse hacia otras especies.

3.2. MANEJO DE PLAGAS (PEST MANAGEMENT). EJEMPLOS EN ALGODONERO

El cambio a principios ecológicos y biológicos para el control de plagas se ha venido a llamar control integrado o manejo de plagas. Ha de basarse en primer lugar en cuidadosos estudios ecológicos y biológicos del complejo de plagas y de los factores naturales de control envueltos en el hábitat de cada cultivo en particular. En sentido amplio, control integrado significa la integración del control químico con el control biológico y otras prácticas, no lo opuesto.

Los objetivos del manejo de plagas en el ecosistema de un cultivo son pues, optimizar rendimiento y calidad, minimizando a su vez la polución de pesticidas, otros efectos ambientales adversos y costes. El criterio más difundido entre los entomólogos orientados ecológicamente es que una buena parte de estos objetivos puede alcanzarse casi inmediatamente dado que posiblemente al menos un 50% de los pesticidas químicos se utilizan innecesariamente.

Podemos citar un par de ejemplos sobre la rápida reducción de pesticidas en

los algodones de Texas. En el Valle de Pecos, los insecticidas se vienen aplicando en este cultivo de 10 a 12 veces anualmente. Sin embargo, los entomólogos de la Texas Agricultural Experiment Station en Pecos produjeron algodón durante tres campañas 1968-70 casi sin insecticidas. Esto se pudo lograr por la ausencia en el área de plagas principales como el Gorgojo de las capsúlas (*Anthonomus*) que parece no poseer enemigos naturales capaces de ejercer su control. Las explosiones de población de las plagas en el valle de Pecos están claramente inducidas por el uso indiscriminado de pesticidas que destruyen sus enemigos naturales y promueven a plagas secundarias, principalmente *Heliothis* a niveles que causan daños de consideración.

Los resultados obtenidos en el valle de Pecos indican que el control supervisado por especialistas puede reducir drásticamente la cantidad de productos químicos usados en algodón, incluso sin el desarrollo de nuevas tecnologías. Según el Dr. Adkison, el uso de insecticidas en los algodones de muchas áreas de los EE.UU podría reducirse al 50% sin menoscabo de rendimientos. Dado que casi la mitad de los insecticidas usados en este país se emplean en algodón, la reducción significaría eliminar el 25% de los insecticidas usados en los Estados.

Otro caso interesante de reducción del uso de insecticidas fue llevado a cabo por Strong que estudió el control de plagas de algodón por cinco años en el valle de San Joaquín. El control integrado recomendado por los entomólogos y por investigadores de Ecología aplicada consistió en una modificación de la tecnología en uso, considerando los enemigos naturales, insecticidas selectivos y umbral económico. El rendimiento y calidad de la cosecha fue esencialmente el mismo que bajo la forma de control químico habitual, con una reducción de costes de \$25 a \$12.5 por acre.

Otro ejemplo en este sentido puedo aportarlo de nuestro propio trabajo en el Centro de Córdoba, donde llevamos cinco

años cultivando parcelas de algodón con una sola aplicación de insecticida, en el momento de la siembra, y "sueltas" de un enemigo natural que criamos en masa, con rendimientos de cosecha comparables a los obtenidos con los métodos de control tradicionales, pero sobre ello insistiré más adelante.

Para concluir, debemos poner de manifiesto que una gran parte de control biológico acontece de forma natural en muchos agroecosistemas. Este control natural nos provee de los cimientos sobre los que construir el manejo de plagas. Sin él, nos veríamos incapacitados para producir cosechas de calidad, con su utilización, podemos concentrarnos en el estudio de las pocas especies problema que por una u otra razón no podemos controlar de forma natural.

3.3. LAS PLAGAS Y SUS ENEMIGOS NATURALES

Un organismo que no tuviera enemigos naturales sería muy raro, si es que realmente existe alguno. Las poblaciones de enemigos naturales ostentan la particularidad de interactuar con las de su presa o huésped y llevarlas a niveles más bajos del que sin su actuación, éstas alcanzarían. Ciertos enemigos naturales son efectivos a niveles extremadamente bajos de población de la presa, otros solo a niveles más altos. El control biológico opera entre los límites permitidos por los factores físicos del medio ambiente tales como temperatura, humedad, iluminación etc.

Para mejor apreciar las bases ecológicas del control biológico, es deseable tener una idea de los diferentes grupos de plagas y de los enemigos naturales más importantes.

Se estima que existen descritas en la actualidad 1.000.000 de especies de insectos. A su vez se considera que solo un 15% de los enemigos naturales de los insectos ha sido descubierto y descrito. Basándonos en estudios serios sobre los enemigos naturales de insectos de importancia económica, observamos que muchos de ellos tienen más de un enemigo natural, en general varios. En algunas plagas se han descrito hasta una centena de tales enemigos. Muchos enemigos naturales atacan varias presas o huéspedes, mientras que otros son bastante específicos.

En control biológico natural y según sus formas de vida, los enemigos naturales se designan como parásitos, depredadores y patógenos.

Los insectos parásitos, a veces llamados parasitoides, desarrollan sus larvas sobre o en el interior de un sólo individuo huésped, a partir de huevos puestos sobre, en el interior o cerca del mismo. En general, consumen todo o la mayor parte del cuerpo del huésped, causando la muerte de éste, pupando entonces en el interior o externamente al huésped. El nuevo adulto del parásito inicia su actividad y busca huéspedes en los que ovipositar. Mucho de estos adultos necesitan alimento como néctar o polen, otros se alimentan de los exudados del huésped causados por la punción de oviposición, algunos requieren agua disponible etc.

Nº generaciones:

| Univoltinos.
| Multivoltinos.

Nº individuos:

| 1 larva / huésped: Solitario.
| 2 ó más / id.: Gregario

Compartiendo huésped con otras especies: Múltiple

Por su desarrollo:

| En el interior del huésped: Endoparásito.
| En el exterior de éste: Ectoparásito.
| Huésped no parasítico: Primario
| id. parasítico: Secundario

Nº huevos> posibilidades alimento: Superparasitismo.

Los parásitos pueden desarrollar una generación (Univoltinos) o tener varias por una del huésped (Multivoltinos) y tienden a atacar un solo estado de vida del mismo, ej., huevos, larvas o pupas, aunque en ciertos casos puede solaparse el fenómeno. Los adultos no suelen servir de huéspedes a los insectos parásitos. La vida de tales huéspedes es muy corta, entre unas pocas de horas y un par de semanas y son en general demasiado activos. La formas inmaduras ofrecen mejores perspectivas de parasitación y posterior desarrollo del parásito.

Según la especie, una o más larvas parásitas pueden desarrollarse en el huésped, por lo que encontramos parasitismo solitario o gregario. En ocasiones, dos larvas de especies distintas se desarrollan de huevos dejados en el mismo huésped. Este fenómeno se conoce con el nombre de parasitismo múltiple. También encontramos endoparasitismo y ectoparasitismo, según el parásito se desarrolle en el exterior o interior del huésped. Un parásito que se alimenta de un huésped no parásito es un parásito primario, si lo hace a expensas de un huésped parásito a su vez es un parásito secundario. Estos últimos se tratan de evitar en los proyectos de importación de parásitos de plagas, por medio de cuarentenas en instalaciones cerradas. Cuando una especie de parásito deposita por huésped un número mayor de huevos del que puede desarrollarse con el alimento disponible, al fenómeno se le conoce con el nombre de superparasitismo, que tiene poca importancia en el campo, pues las poblaciones de huésped y parásito tienden a equilibrarse entre sí.

Los insectos depredadores difieren de los parásitos en que sus larvas o ninfas necesitan de varios a muchos individuos presa para alcanzar su madurez. Los adultos depositan generalmente sus huevos en la cercanía de la población de la presa y los depredadores inmaduros, normalmente muy móviles y activos, buscan y devoran sus presas. Esta necesidad de búsqueda de las larvas de los depredado-

res es una importante distinción con respecto a los parásitos, cuyas larvas avivan de huevos dejados por el adulto en contacto con el huésped y que por alimentarse en un solo huésped, no han de descubrir otros adicionales para completar su desarrollo. La metamorfosis entre los depredadores puede ser completa o incompleta según el Orden de insectos. Los adultos de muchos depredadores lo son a su vez, no faltando excepciones. Pueden dar lugar a una o varias generaciones por generación de la presa.

Los microorganismos patógenos atacan a los insectos y ostentan ciclos de vida más o menos característicos de los patógenos que atacan a otros grupos de animales. Los insectos se hayan sujetos al ataque de por lo menos una variedad tan amplia de enfermedades como la que afecta a los vertebrados. Con la excepción de los hongos, los organismos causantes de enfermedades ganan su entrada e infectan a los insectos vía la boca y el tracto digestivo. Esto es, el insecto huésped debe comer plantas u otros alimentos contaminados con el patógeno. Es el caso de los hongos, la entrada se produce vía el tegumento y generalmente se requiere la existencia de agua libre o alta humedad, por lo que estos hongos tienden a estar restringidos a los ambientes húmedos. Sin embargo los hongos tienen la ventaja de infectar a insectos chupadores, que por alimentarse de jugos del interior del vegetal, suelen permanecer libres de enfermedades, causadas por otros microorganismos, a los que raramente ingieren. Podemos afirmar que virtualmente no existe ninguna enfermedad presente en los insectos que se encuentren en los mamíferos y ninguna se ha registrado en el ser humano. Es por ello que su uso es completamente seguro en control biológico, incluso en los tratamientos aéreos a gran escala.

Insectos Parásitos

Los grupos más importantes pertenecen a dos Ordenes de insectos Hymenoptera (Abejas, hormigas etc.) y Diptera (Moscas).

Hymenoptera.: Este es el Orden dominante entre todos los insectos entomófagos por su número y por el éxito de su empleo en control biológico. Más de las dos terceras partes de los casos en que se ha logrado un buen resultado lo ha sido por utilización de himenópteros parásitos.

Entre los Hymenoptera se encuentran adaptaciones biológicas extremadamente interesantes. Una de ellas es el ovipositor, que es un órgano especializado para la puesta de huevos, compuesto por largas placas quitinizadas enlazadas por sus bordes, a través de cuya estructura tubular resultante para el huevo. El ovipositor actúa como un taladro que perfora el huésped o los materiales que le rodean y en muchos casos sirve como una aguja hipodérmica por donde se le infecta veneno-paralizador.

En este Orden de insectos se incluyen los géneros *Trichogramma* y *Microplites*, que constituyen buenos ejemplos de control biológico aplicado contra una importante plaga del algodón, *Heliothis*.

Diptera: En este Orden, los taquínidos constituyen el conjunto más importante tanto por su importancia económica como por el número de especies y han sido el único grupo utilizado extensamente en proyectos de importación de control biológico.

Los taquínidos forman una gran familia, con un número de subfamilias que contienen especies de gran importancia en el control biológico. No existen especies hiperparásitas. Como es de esperar en un grupo tan extenso, las preferencias de huésped ostentan una lista muy amplia. Un buen número de especies son altamente específicas, mientras que otras son claramente polífagas, tanto que algunas poseen la lista de huéspedes más larga conocida en ningún grupo parasítico.

Insectos Depredadores

Existe tal variedad de grupos taxonómicos, de hábitats y huéspedes tan diversos, que solo podemos tocar los mayores

y de más importancia ecológica. En general, los depredadores carecen de la alta especialización adaptativa que se correlaciona con la forma de vida parasítica. Tanto las larvas como las ninfas y los correspondientes adultos pueden ser depredadores, o solo uno de tales estados puede exhibir tal hábito.

Coleoptera: Probablemente más de la mitad de los insectos depredadores conocidos pertenecen a este Orden. Las principales familias depredadoras son Coccinellidae, Silphidae, Staphylinidae, Histeridae, Lampyridae, Cleridae, Cantharidae, Meloidae, Cicindelidae, Carabidae, Dytiscidae y Gyrinidae.

Los cocinélidos y carábidos son de la mayor importancia en control biológico de plagas agrícolas. De hecho, una especie de cocinélido permitió el primer éxito de control biológico aplicado.

Neuroptera: Muchas de las especies de este Orden son depredadoras. Contiene formas tan conocidas como las crisopas o la Hormiga León, cuyos embudos de caza pueden verse a menudo en los lugares polvorientos. Las larvas de casi todos los neurópteros poseen largas y curvas mandíbulas que actúan como fórceps para sujetar y perforar las presas, succionando sus jugos corporales.

Las familias más importantes en control biológico son Chrysopidae y Hemerobiidae, que atacan muchas plagas agrícolas incluyendo cóccidos, pulgones, mosca blanca, ácaros etc. Las crisopas ponen sus huevos de forma característica, al final de un pedúnculo y generalmente en grupo. Sus larvas tienen, vista albinocular, un aspecto feroz y ciertamente lo son, con mandíbulas como cimitarras con las que capturan y devoran gran cantidad de áfidos y chinches.

Hymenoptera: Como una cuarta parte de las familias de este Orden son estrictamente depredadoras. Muchas de estas forman tienden a ser sociales y viven en colonias. Las hormigas (Formicidae) com-

prenden probablemente el grupo depredador más importante en control natural, aunque muchas de ellas están consideradas como plagas. Se utilizan en Europa en el control biológico de insectos perjudiciales para los bosques y en Oriente para el control de ciertas plagas de cítricos. Las hormigas son particularmente efectivas contra formas que habitan en el suelo en los estados de larva, pupa o adulto.

Diptera: Unas pocas de familias son enteramente depredadoras y otras muchas contienen especies con tales hábitos. Tanto las larvas como los adultos pueden ser depredadores, generalmente de insectos perjudiciales. Tienen una clara importancia en el control natural y algunos han sido utilizados en control biológico aplicado. Las familias de mayor importancia económica en este sentido son Syrphidae, Asilidae, Cecidomyiidae, Bombyliidae, Anthomyiidae, Calliphoridae y Sarcophagidae. Las últimas cuatro contienen especies depredadoras de las masas de huevos de saltamontes. Las larvas de Syrphidae son bien conocidas como depredadoras de áfidos.

Hemíptera: Aunque este Orden es en general fitófago, un número sustancial de especies de varias de sus familias han evolucionado hacia la depredación. Muchas atacan insectos perjudiciales para los cultivos y son consideradas importantes en el control natural. Un número considerable de especies de la familia Miridae son depredadoras. Entre los anthocoridos, el depredador mejor conocido es *Orius insidiosus* que succiona los fluidos corporales de una variedad de presas incluyendo trips, áfidos, orugas y ácaros. Las chinches reduvidas atacan una amplia variedad de fitófagos como orugas, cicadélidos y áfidos.

Microorganismos patógenos

Las enfermedades más comunes de los insectos están causadas por las bacterias, hongos, virus, protozoos y nematodos. Dado su pequeño tamaño, sólo los

síntomas pueden ser vistos por el no especialista. En términos de número de especies, se conocen sólo unos pocos patógenos, en comparación con la lista de insectos entomófagos, sin embargo muchos de ellos, como *Bacillus thuringiensis* y los hongos *Entomophthora sphaerosperma*, *Beauveria bassiana* y *Metarrhizum anisopliae*, atacan una larga lista de huéspedes. Sus efectos son en ocasiones espectaculares, cuando devastan un rápido incremento de población de una plaga. No obstante, los patógenos presentan el problema de no ser buscadores activos de huéspedes, como lo son los insectos entomófagos y por ello no limitan generalmente la densidad de población del huésped se éste se encuentra a niveles bajos.

En control biológico clásico, se ha hecho muy poco en cuanto a la introducción de nuevos patógenos exóticos. De los que se han importado, raramente el patógeno por sí solo ha producido un control biológico satisfactorio a bajos niveles, aunque algunos virus han jugado un papel importante.

En los años recientes, el mayor énfasis se ha puesto en la producción en masa de los patógenos y su aplicación en el campo como insecticidas microbianos. Este método resulta prometedor ya que los preparados microbianos parecen no presentar ninguno de los problemas de residuos tóxicos de los productos químicos. Sin embargo, existe la posibilidad de desarrollo de resistencias de las plagas a tales preparados. Preparados bacterianos de *Bacillus thuringiensis* pueden adquirirse en varias firmas comerciales y han dado buen control contra varias plagas, especialmente Lepidoptera. La enfermedad lechosa, *Bacillus popillae* del Escarabajo Japonés, se produce comercialmente en los EE.UU y se utiliza con éxito en los estado del Este.

La Patología de los insectos constituye un campo por sí solo y encuadra tantos especialistas como cualquiera de las grandes áreas de control biológico.

3.4. CONTROL POR PARÁSITOS, DEPREDADORES, COMPETIDORES Y PATÓGENOS.

El uso deliberado de enemigos naturales para controlar las plagas se conoce con el nombre de control biológico o biocontrol. Durante centurias, el hombre ha sabido que los insectos que atacaban sus cultivos eran a su vez atacados por muchas clases de enemigos naturales que, en ocasiones ejercían un alto grado de control sobre ellos. Sin embargo, no fue hasta hace 100 años que se iniciaran intentos para usar estos enemigos en actividades de control de plagas, bien por la introducción de nuevos enemigos en el medio ambiental de una plaga, o por el incremento de efectividad de una especie ya presente en el área.

Las primeras demostraciones de control biológico efectivo resultaron del reconocimiento del hecho de que en varias partes del mundo muchas plagas se han establecido en nuevos lugares trasladadas por los movimientos y actividades comerciales del hombre. El primer logro de biocontrol se realizó en California en 1888. Los entomólogos de estas fechas se dieron cuenta de que las plagas que se habían establecido en nuevas áreas lo habían hecho a menudo sin que las acompañaran sus enemigos naturales, presentes en los países de origen. Se concibió pues la idea de importar tales enemigos y soltarlos en los nuevos medios con la esperanza de controlar las plagas inmigrantes. Durante muchos años, el movimiento de enemigos naturales fue la actividad dominante en control biológico, e incluso hay constituye una gran parte de los esfuerzos realizados en biocontrol.

Ventajas de estos métodos de control.

El control biológico, tal como lo entendemos aquí, posee un número de ventajas que le son distintivas y que no ofrecen otros métodos hoy disponibles. Tres de estas ventajas son su permanencia, seguridad y economía.

Una vez establecido, el control biológico es relativamente permanente. Los ene-

migos naturales de que depende tal control se va perpetuando a sí mismos, librándose de catástrofes naturales o de la interferencia del hombre, ajustándose continuamente a los cambios de población de las plagas que atacan. Se conocen pocos ejemplos en que una plaga haya desarrollado resistencia a sus parásitos, interfiriendo con su biocontrol. Al parecer, la relación huésped-parásito o presa-depredador lleva consigo una evolución adaptativa continua como si de una carrera de obstáculos se tratara, con el huésped o presa hacia una mayor efectividad. Esta tensión entre los antagonistas es, por la evolución que presiona, en su mayor parte la causa de la permanencia del biocontrol.

Los métodos de control biológico carecen de efectos laterales indeseables tales como toxicidad y polución ambiental y no son peligrosos en su aplicación. En los tiempos que corren en que el ser humano es cada día más consciente de la mejora de calidad del medio ambiente y de los riesgos que comporta la exposición continua a niveles de media toxicidad, las ventajas de los métodos biológicos de control se valoran más y más cuando se han de tomar decisiones de control de plagas. Sin embargo, los métodos biológicos de control no deben tenerse en cuenta como meras útiles alternativas de los métodos químicos de control. Deben ser considerado por su posibilidad de ofrecer ventajas específicas y poseer características propias allí donde puedan ser de aplicación.

Tradicionalmente, existen tres tipos importantes de control biológico:

Parásitos.

El modo de vida adoptado por los parásitos han limitado en gran parte su libertad de acción. Se han adaptado tan estrechamente a ciertos nichos que se han excluido virtualmente de todos los demás. En particular, las larvas parásitas de encuentran tan íntimamente conectadas a, o tan dependientes de una corta lista de huéspedes que dependen de

éstos para nicho y alimento. Una especie dada de parásito ataca solo huéspedes que poseen una serie de características específicas presentes solo en una corta lista de especies (Oligofagia) o, en casos extremos en una sola especie (Monofagia). Pocos parásitos poseen una amplia lista de huéspedes (Polifagia). De cualquier modo, tal es la diversidad de los parásitos que pocos artrópodos se ven libres de ellos.

Los dos organismos (huésped y parásito) deben encontrarse en el mismo microhabitat cuando ambos se encuentran en el estado apropiado para, respectivamente, recibir y dar el nuevo parásito. Este proceso envuelve dos fases: una coincidencia cronológica estrecha entre sus ciclos de vida y un comportamiento innato que conduce al parásito a la vecindad del huésped.

La sincronización entre los desarrollos de parásito y huésped se asegura en gran parte por la casi completa dependencia de la larva parásita por los procesos fisiológicos del huésped, que son importantes en asegurar la coincidencia de los restantes estados. Ello también elimina muchas especies fitófagas que podrían ser huéspedes potenciales de un parásito dado. Debido a que el momento de emergencia del parásito está influenciado por el desarrollo del huésped, el parásito adulto tiende a sincronizarse con la misma especie de huésped y no con otras especies que no tienen influencia en la cronología de su desarrollo.

El sincronismo parásito-huésped es de la mayor importancia en la transferencia de un parásito a un nuevo área. El parásito debe situarse en el nuevo medio precisamente en el estado y en el momento en que las hembras grávidas están listas para ovipositar en o cerca de los huéspedes en su estado más vulnerable a la parasitización. Téngase en cuenta que este período de vulnerabilidad puede ser breve.

Antes de que la parasitización tenga lugar, el parásito adulto debe encontrar un

huésped adecuado. Los mecanismos de búsqueda incluyen probablemente dos principales: un mecanismo de comportamiento que lleva al parásito a la cercanía del huésped y un mecanismo sensorial que permite la percepción y el reconocimiento de los huéspedes adecuados. Las bases biológicas de ambas fases son indudablemente complejas y probablemente varían ampliamente entre los diversos tipos de parásitos de los artrópodos.

Depredadores.

Aunque la depredación es un fenómeno muy común y una función biológica altamente significativa, se sabe muy poco de sus mecanismos o papel en los procesos de las poblaciones. Las teorías clásicas no tienen una amplia base en procesos biológicos demostrables. Un gran conjunto de complejos de variables condiciona todas las interacciones depredador-presa, y es probable que no existan dos situaciones con el mismo conjunto de factores. Así, cada situación depredador-presa es indudablemente única, pero ciertos elementos de base condicionan todas las situaciones, por lo que éstas son básicamente similares.

En todas las instancias, el número de presas destruido por los depredadores es el producto de dos elementos universales: el número de depredadores presentes y el número de presas capturadas por cada depredador. Cada uno de estos elementos genera una respuesta diferente en las poblaciones: la que concierne el número de depredadores presente se llama la respuesta numérica; la que influencia el número de presas consumidas por depredador es conocida como respuesta funcional. Cada tipo de respuesta se encuentra condicionada por el número de presas presentes; por ejemplo, los depredadores pueden responder a cambios en la densidad de población de su presa alterando su propio número (Respuesta numérica) o cambiando el número de presas que cada depredador captura (Respuesta funcional), o ambas. Las respuestas numéricas son el producto de la cantidad de alimen-

to disponible para los depredadores y operan a través de la reproducción, inmigración emigración y procesos de mortalidad. Las respuestas funcionales se generan en procesos fisiológicos y de comportamiento y por la mecánica esencial del acto de la depredación en sí mismo; como son la búsqueda, descubrimiento, tiempo de manejo, digestión, hambre, competencia entre depredadores y defensas de la presa. El grado con el que los depredadores responden, bien sea numérica o funcionalmente, influencia marcadamente su función reguladora en la comunidad.

Patógenos.

Afortunadamente, muchos de los organismos capaces de causar enfermedades en insectos no producen el menor daño en otros animales o plantas e, inversamente, los patógenos humanos no originan enfermedades en los insectos. Esto constituye uno de los factores más importantes en el uso de los patógenos de insectos como agentes de control.

Resulta lógico que los microbiólogos que estudian enfermedades infecciosas en insectos de apoyaran en la experiencia desarrollada en la investigación médica. Desde un principio se aceptó la idea de que un posible agente microbiano debe satisfacer las siguientes condiciones de los postulados de Koch, antes de ser utilizado como patógeno de insectos: (1) El microbio debe ser identificado microscópicamente y aislado en todos los casos de insectos presentando los mismos síntomas; (2) El organismo ha de ser cultivado en forma pura en medio artificial; (3) El cultivo puro del microorganismo ha de ser introducido en especímenes sanos de la especie huésped y ha de producir los mismos síntomas que los registrados originalmente, y (4) El organismo ha de poder ser aislado en cada caso de enfermedad con los síntomas específicos.

Estos requerimientos fueron adecuados para establecer la patogenicidad de hongos y bacterias que se desarrollan bien en medios artificiales, sin embargo

cuando se descubrieron en insectos bacterias, protozoos, rickettsias y virus, de manejo mucho más fastidioso, los criterios hubieron de modificarse.

3.5. PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS

Introducción de especies exóticas

La introducción de especies exóticas se considera a menudo como el más importante o incluso el único papel del control biológico y se pone gran énfasis en ello en varios tratados sobre la materia. Muchos ejemplos de control adecuado que se encuentran en la literatura han resultado de este sistema. Sin embargo, existen casos en que todos los esfuerzos para lograr un buen control de esta forma han fallado o producido solo un control parcial. La mayoría de estos fracasos se han debido al intento de emplear esta estrategia en situaciones inapropiadas, sin el establecimiento de necesidades y objetivos de una forma clara.

Existen solo dos situaciones en que la introducción de una especie exótica es deseable: Cuando hay nichos libres en el sistema de vida de la plaga que pueden ser ocupados por la especie introducida y situaciones en que un cierto nicho está ocupado por un organismo que es de forma inherente ineficaz como regulador y por ello puede ser desplazado por un regulador exótico más eficiente. A menos que haya una probabilidad razonable de que exista una de estas situaciones y a menos que un organismo exótico adecuado pueda encontrarse, la introducción de un regulador exótico no debe contemplarse.

La posibilidad de desplazar un entomofago nativo ineficiente por un regulador exótico más eficaz se da en muchas situaciones. Tal desplazamiento se realiza a través de la propia competencia entre homólogos ecológicos en un medio común. Uno de los competidores puede tener alguna ventaja, aunque sea ligera, sobre el otro y gradualmente, acceder a la total provisión que de un cierto requeri-

miento ofrece el nicho, negando de este modo dicha provisión al otro competidor, que progresivamente declina dejando la preponderancia al primero.

El desplazamiento competitivo debería de ser una poderosa herramienta en control biológico, pero predecir cual de los dos organismos va a prevalecer en un hábitat común es imposible y no puede programarse con certeza que es lo que hará de un homólogo un mejor regulador de la plaga que el nativo existente.

Exploración en el extranjero.

La búsqueda de especies entomofagas en áreas del extranjero se basa en el hecho de que plantas y animales transportados a nuevas tierras se multiplican a veces de tal forma que se convierten en plagas por haberse librado de los enemigos naturales que las limitaban en sus lugares de origen. La introducción de estos enemigos en los hábitats invadidos pueden resultar en una disminución de la abundancia de la plaga.

La organización y ejecución de un programa de exploración de este tipo en el extranjero no encierra ningún misterio. Si se siguen unos pasos lógicos, tenemos una posibilidad óptima de éxito. Como hemos indicado anteriormente, la exploración en áreas del extranjero se realiza en búsqueda de enemigos naturales de plagas de origen exótico, aunque existen excepciones en que se ha importado un entomofago para luchar contra una plaga indígena. En estos últimos casos, los resultados no han sido significativos, por la obvia razón de que una plaga indígena ya suele estar de antemano atacada por enemigos naturales adaptados.

Envío de parásitos y depredadores

Los criterios para el transporte de insectos vivos son, en muchos aspectos, similares a los del envío de cualquier bien perecedero. Con frecuencia, un envío de insectos representa el final de un largo programa de investigación, búsqueda y

cría. Si los insectos mueren en su tránsito, es difícil o imposible sustituirlos, al menos hasta la próxima temporada. Resulta pues de suma importancia que en los envíos se exprese la fragilidad de lo contenido y que se pueda mantener éste dentro de un margen razonable de temperaturas. Tenemos cierta experiencia en este tema por nuestros envíos de *Trichogramma cordubensis*. Hace un par de años llegamos a enviar un cultivo hasta cuatro veces para complacer a una empresa holandesa, llegando muertos los entomófagos en todos los casos. Lo mismo nos ha sucedido un par de veces en Israel. Seguramente, la causa era un período de exposición a temperatura defavorable, claramente demasiado alta.

Cuarentena de los parásitos y depredadores importados

Los insectos importados de otros países deben pasar por una cuarentena adecuada hasta que su suelta sea aprobada. Esto lleva consigo un conocimiento profundo por parte de los investigadores de las estaciones de cuarentena de la identidad taxonómica y de los hábitos parasíticos o depredadores del insecto en cuestión. La taxonomía es fundamental en cualquier investigación y por otro lado, la etología es imprescindible para evitar la introducción de especies que pudieran resultar más perjudiciales que beneficiosas. No pueden permitirse errores. Una vez que un insecto se ha establecido en el medio natural, resulta virtualmente imposible su total aniquilación. Existe también un gran peligro en el manejo de líneas o especies de plagas de gran agresividad procedentes del extranjero, por lo que las precauciones deben extremarse en todo caso.

Suelta y establecimiento de los parásitos y depredadores importados

Tras alcanzar la plena seguridad de que el organismo importado es beneficioso (Esto es, que carece de hábitos primarios perjudiciales, de potencial como plaga y que se encuentra libre de hiperparásitos), se inicia la producción en el

insectario para obtener adultos en cantidad suficiente para su establecimiento en el campo. Estos pasos raramente pueden o deben soslayarse aunque en caso muy especiales pueden abreviarse en cierta medida, de tal manera que el engorro de la multiplicación en insectario se puede cortar cuanto antes.

3.6. EJEMPLOS DE CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS DE ALGODÓN. *TRICHOGRAMMA* Y MICROPLITES COMO AGENTES BIOLÓGICOS DE CONTROL.

El género *Trichogramma* constituye un grupo de minúsculas avispas que parasitan huevos de otros insectos, principalmente de Lepidóptera.

Su interés en control biológico radica en dos hechos: En primer lugar, un considerable número de plagas agrícolas está causado por especies de lepidópteros y por otro lado, las especies de *Trichogramma* pueden criarse en huevos de un huésped alternativo (Francia, Rusia, Alemania, Portugal, España etc.) o en medio semi-sintético (Principalmente China).

Para controlar estas plagas de lepidópteros, los individuos de las especies adecuadas de *Trichogramma* se crían y sueltan en enorme número para originar inundaciones del parásito en el cultivo o sueltas inundativas, en coincidencia cronológica con el periodo de oviposición de la plaga.

En el caso de una plaga univoltina, son necesarias pocas sueltas, pero el número de éstas ha de incrementarse lógicamente cuando luchamos contra una especie polivoltina, para tener hembras del parasitoide buscando huevos siempre que nuevas hembras de la plaga realicen su oviposición, ya que los individuos de *Trichogramma* tienen una longevidad como adultos de aproximadamente dos semanas.

En los campos de algodón de Colombia, el abuso de los productos químicos durante la pasada década para combatir

plagas de lepidópteros era tan común que los problemas usuales que esta situación produce alcanzaron tal nivel que la producción de algodón se vio seriamente amenazada. Gracias a la gradual disminución de los tratamientos químicos y a la importación, cría y sueltas en masa de *Trichogramma australicum*, las polillas de este cultivo se pueden controlar de forma efectiva y sin efectos laterales indeseables.

Dado que el tamaño de estas avispillas es de aproximadamente 0.5 mm, su uso en estado adulto es difícil. Las sueltas se conducen generalmente en la forma de los huevos del huésped alternativo o medio de cría conteniendo los parasitoides listos para emerger en un corto periodo, normalmente unas horas.

En Alemania, la superficie de maíz tratada cada año con *Trichogramma* contra los taladros es cada vez mayor. En Rusia y China, existen literalmente cientos de centros de producción de especies de *Trichogramma* para ser soltadas principalmente en campos de algodón. Francia ostenta la supremacía en conservar muchas especies y líneas de tal manera que el INRA en Antibes posee un "banco" que provee a investigadores del mundo entero de las especies adecuadas para cada caso.

En España, trabajamos sobre las posibilidades de *Trichogramma* como agente de control biológico. En los campos de algodón del S.O. de nuestro país *Heliothis* es una plaga de importancia, pues las orugas disminuyen la producción e incrementan los costes por los tratamientos químicos. Por añadidura, el abuso de los insecticidas químicos para controlar esta plaga destruye sus enemigos naturales y los de la Araña Roja, *Tetranychus* lo que produce la explosión de población del ácaro, que con el clima estival de nuestros regadíos es virtualmente imposible de controlar adecuadamente. Lo mismo puede decirse del maíz, los tratamientos tempranos contra taladros y el posterior ataque del ácaro, al menos en Córdoba.

Para investigar las posibilidades de control biológico de *Heliothis* que nos permitiera además mantener las poblaciones de Araña Roja a bajo nivel, mi colaborador Dr. Cabello y yo colectamos en 1982 huevos de *Heliothis* en campos de algodón de las cercanías de Córdoba, buscando parásitos oofagos de esta plaga.

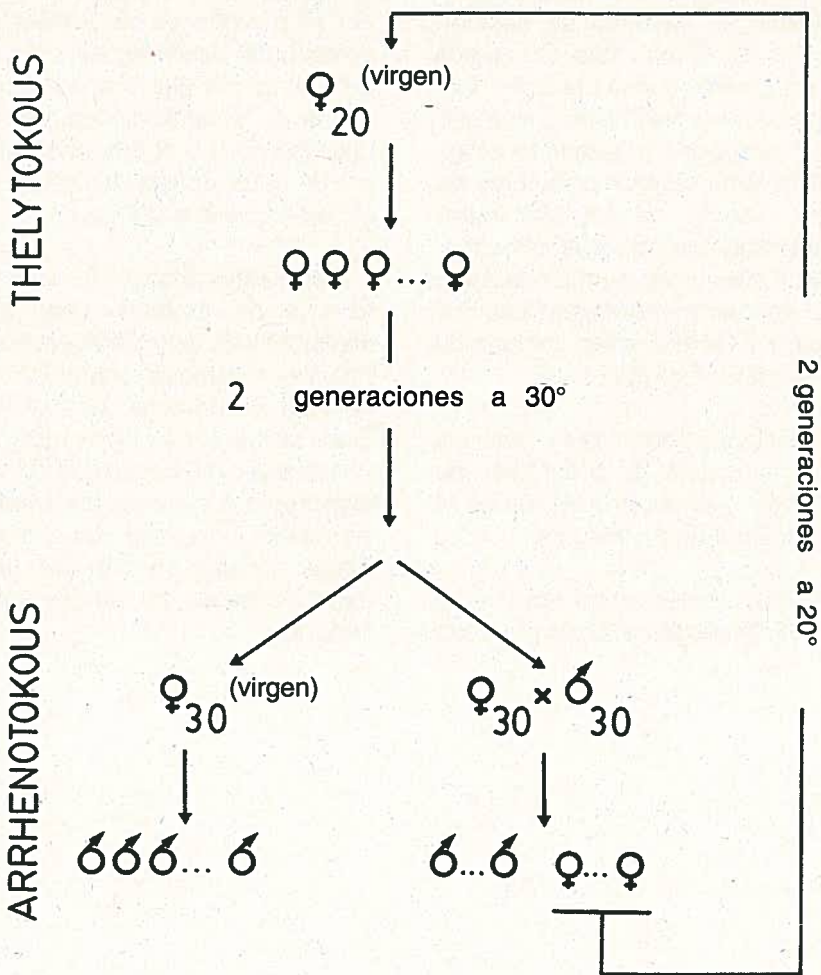
Un 3% de los huevos de *Heliothis* colectados contenían especies de *Telenomus* y otro 3% dieron *Trichogramma evanescens* y dos especies de *Trichogramma* no identificadas.

Desde entonces venimos criando en masa estas dos últimas especies en nues-

tro laboratorio siguiendo una metodología similar a la Daumal, a 20° C. y 70% de H.R., 14/10 L/O.

Una de estas especies fue identificada como una variedad, sin llegar a subespecie, de *T. pintoi* y la otra resultó ser una especie nueva en el género y la describimos como *Trichogramma cordubensis* Vargas y Cabello.

T. cordubensis ofrece, según nuestros resultados buenas perspectivas como agente de control biológico de *Heliothis* y ostenta una serie de peculiaridades biológicas dignas de mencionarse tal y como aparecieron en Chalcid Forum nº 6.:



En términos generales, uno de los problemas de la cría en masa de insectos es la consanguinidad, causada por sucesivos cruces entre individuos con los mismos parentales, es decir entre hermanos y hermanas. Trabajando a 20º en nuestro laboratorio, la forma particularísima de reproducción de *T. cordubensis* nos permite obtener solo hembras, evitando tal problema, ya que es obvio que no puede haber cruces entre hembras. Una vez soltada, las temperaturas de más de 30º del campo en verano, que es cuando realizamos las sueltas, permiten a la población soltada y a la natural dar generaciones bisexuales, lo que a su vez permite la necesaria variabilidad y a la evolución adaptativa de la especie.

Durante 1983 y 84, realizamos sueltas de *T. cordubensis* y de *T. pintoï* para controlar *Heliothis* en parcelas de algodón sembradas a tal efecto. Los resultados indicaron claramente que la efectividad de ambas especies era muy distinta y de que la densidad de suelta y el estado fenológico del cultivo eran asimismo factores de importancia. Seltas de 120.000 individuos/ha. de cada una de estas dos especies y cada 4 días produjo un parasitismo sobre los huevos de *Heliothis* colectados del 56% para *T. cordubensis*, comparado con un 2,5% para *T. pintoï*.

Estos resultados ponen de evidencia la importancia que, para los programas de control biológico, tienen la elección de la especie adecuada de parasitoide.

Durante los últimos cinco años venimos usando *Trichogramma cordubensis*

en parcelas de algodón y tomate, con un total de 2 ha. y con resultados comparables a los tratamientos químicos más efectivos, con dos ventajas: En primer lugar, las poblaciones de Araña roja se encuentran controladas por sus enemigos naturales a un nivel de daños inapreciable, en contraste con los grandes daños que, año tras año, ha venido causando el ácaro en los campos vecinos, tratados químicamente. En segundo lugar, este método nos permite producir frutos de tomate sin el uso de productos químicos, es decir, sin los problemas de residuos tóxicos que pueden presentarse en un fruto directamente comestible.

En Stoneville, Mississippi, se investiga la biología de *Microplites croceipes*. Se trata de un himenóptero de unos 7,5 mm de longitud que ataca las larvas de *Heliothis*. El parásito es tan específico que ha de ser multiplicado en su huésped natural. Esto presenta algunos problemas, como son la dieta semisintética empleada para criar *Heliothis* y el que dado el canibalismo de éstas orugas, la cría ha de conducirse en celdillas aisladas.

Microplites presenta, sin embargo, la ventaja de poderse usar en sueltas implantativas, de tal forma que el parásito, una vez establecido, mantiene su población en los campos de cultivo. Por otro lado, se ha comprobado que *Microplites* posee una gran capacidad de destoxicación frente a los insecticidas en uso contra *Heliothis* muy superior a la de la propia plaga, lo que resulta de importancia excepcional en los programas de lucha integrada.

III.10. ENFERMEDADES

J.M. MELERO VARA

LA VERTICILOSIS DEL ALGODONERO

Es una enfermedad ampliamente distribuida en zonas donde se cultiva el *G. hirsutum* L. Ocasiona importantes pérdidas de cosecha (2,5% en fibra en EE.UU.) y es conocida desde los años 20. En España constituye desde la pasada década un factor limitante para el cultivo, particularmente en el Bajo Guadalquivir.

Las pérdidas de cosecha que ocasiona llegan a ser muy importantes en algunos campos y se estiman, globalmente, en más de 300,000 Tm a nivel mundial.

SINTOMATOLOGÍA

Depende principalmente del aislado, del cultivar, del estado de desarrollo de éste cuando ocurre la infección y de las condiciones ambientales, sobre todo la temperatura. Por ello podemos distinguir:

Infecciones moderadas: Se manifiestan mediante áreas cloróticas internerviales que evolucionan a necrosis foliar. Los síntomas se inician en floración y tienen progreso acrópeto.

Infecciones severas: Presentan similares síntomas, pero se inician antes y son más pronunciados y de evolución más rápida. Llegan a defoliación, enanismo, muerte, maduración anticipada y menor rendimiento y calidad de fibra.

En ambos casos se observan coloraciones oscuras de vasos xilemáticos.

Las prospecciones realizadas indicaron la presencia de Verticilosis del algodón en el 75% de los campos, con inci-

dencia media de plantas con síntomas foliares del 20% y severidad media de 2.9, considerando una escala de 1-5 según la superficie foliar afectada.

ETIOLOGÍA

El agente, *Verticillium dahliae* Kleb., es un hongo de suelo que forma conidias generalmente unicelulares en las fiáldas, dispuestas en verticilos en el conidióforo. Además produce microesclerocios oscuros por septación y proliferación de células de una o varias hifas contiguas. La gama de huéspedes abarca unas 400 especies de dicotiledóneas herbáceas y leñosas, incluyendo olivo. Se presenta, sin embargo, un grado de especificidad mayor en aislados concretos de patógeno.

Los aislados con distinto grado de virulencia sobre diversos huéspedes son denominados *razas* sólo en el caso de tomate, refiriéndose generalmente como patotipos defoliantes (identificados por vez primera en California, EE.UU., en 1966) y no defoliantes según que el algodón resulte o no defoliado a causa de la infección. En Marismas identificamos primeramente al patotipo defoliante en 1983. Los patotipos defoliantes en algodón son poco virulentos en tomate y viceversa.

Los patotipos de *V. dahliae* se caracterizan morfofisiológicamente en laboratorio y por su virulencia en plantas inoculadas artificialmente por inyección con suspensión conidial (106 conidias/ml) en los primeros entrenudos del tallo.

Patotipos defoliantes (del tipo P-1), pertenecientes al grupo de compatibilidad vegetativa VCG-1:

- Crecen óptimamente a 24-27°C.
- Producen microesclerocios alargados, además de los globulares.
- Metabolizan la sanguinarina y producen fluorescencia en ella bajo luz UV.
- Producen 10 veces más conidias que los no defoliantes.
- Ocasionan mayor severidad de síntomas.
- Determinan menor peso y altura en plantas inoculadas.

Presentes en el 90% de los campos de Marismas (con una frecuencia de 11-100%), las plantas infectadas por patotipos defoliantes ven considerablemente reducido su rendimiento.

Patotipos no defoliantes (tipo P-2), que han sido los comúnmente encontrados en los campos del algodón hasta hace unos 10 años y son los más frecuentes en áreas de cultivo distintas del Bajo Guadalquivir. También se han descrito en EE.UU. patotipos intermedios en virulencia (INT-1 e INT-2).

PATOGÉNESIS

V. dahliae tiene una prolongada supervivencia (*in vitro* o en suelo) en ausencia de huéspedes (hasta 14 años), merced a los microesclerocios y, en cierta medida, a micelio en restos de cosecha. Ambos constituyen el inóculo primario, que se concentra en la capa arable del suelo, pero se han detectado dichas estructuras hasta a 90 cm de profundidad. Este patógeno tiene una escasa capacidad de supervivencia saprofitica.

La actividad de exudados radicales de algodón llega hasta 100-500 μm , induciendo la germinación de los propágulos del hongo y la colonización superficial de las raíces en la zona de elongación. Estas hifas infectan los tejidos jóvenes de las raíces a través de heridas o por penetración directa, siendo favorecidas las infecciones por las temperaturas frescas del suelo.

La colonización tiene lugar por avance intra- e intercelular en el córtex hasta lle-

gar al xilema donde proliferan y generan conidias. La colonización cortical ocurre igualmente en cultivares resistentes. La colonización del xilema induce la manifestación de síntomas (epinastia, pardeamiento del tejido vascular, marchitez, clorosis y necrosis foliares) debido a la oclusión de vasos xilemáticos en peciolo y hojas por las gomas, tilosas y los geles vasculares, que ocasiona un bloqueo del flujo xilemático. Estos pueden ser inducidos por el etileno producido en exceso en tejidos infectados, que incrementa la actividad de enzimas pécticas que solubilizan los pectatos de paredes de radios vasculares y se solidifican en el interior de los vasos. El etileno es también causante de la defoliación. También se incrementan los niveles de ácido abscísico en plantas infectadas por aislados del tipo defoliante.

De la rapidez con que se produzcan las reacciones de taponamiento depende que la interacción huésped-patógeno sea incompatible (resistencia por rápido confinamiento del patógeno) o compatible (susceptibilidad que se traduce en estrés hídrico, sin que se evite el avance del patógeno).

Con la senescencia y muerte de los tejidos infectados se inicia la formación de nuevas estructuras de supervivencia si hay condiciones adecuadas de humedad. Esto se debe al desarrollo saprofitico del hongo. Una planta de algodón infectada puede aportar al suelo del orden del 250.000 microesclerocios.

Las reacciones de resistencia se manifiestan por la acumulación de fitoalexinas (aldehidos sesquiterpenoides), tóxicas al patógeno, en vasos xilemáticos; y en la acumulación de taninos en el parénquima, que inhiben el crecimiento de micelio y retrasan la colonización de los tejidos xilemáticos.

EPIDEMIOLOGÍA

La Verticilosis es una enfermedad dependiente del inóculo inicial del patógeno, que es monocíclico. Además de la

cantidad de inóculo, influyen en el desarrollo epidémico: virulencia del patotipo, susceptibilidad del cultivar, temperatura del aire, humedad del suelo, densidad de plantas, y balance entre N y K disponibles. Las densidades de inóculo fueron bajas en las zonas Alta y Media del Valle, donde los ataques son moderados. En el Bajo Guadalquivir los ataques son más graves y las densidades de inóculo más variables, llegando a superar 100 ppg.

Las correlaciones entre densidad de inóculo (DI) e incidencia de enfermedad (IE) no resultan generalmente significativas. Esto puede deberse a la multiplicidad de factores que influyen en la expresión de síntomas.

Al considerar la relación DI-IE en un campo en distintos años se observó un progreso parabólico con saturación de IE (síntomas foliares) próxima a 40 microesclerocios/g (ms/g), mientras que con 10 ms/g se consiguió un porcentaje de infección (coloración vascular) próximo al 100%. Sin embargo, estos síntomas de infección tienen escaso efecto en el rendimiento en fibra mientras que la IE, en función del momento en que ocurran los síntomas foliares, es determinante del rendimiento. Los períodos de temperaturas elevadas (> 30°C) incrementan la diferencia entre incidencia de infección e incidencia de enfermedad debido a que la tasa de infección no es alterada sustancialmente por las temperaturas aéreas elevadas mientras que sí lo es la tasa de enfermedad.

En estudios realizados en Andalucía en 1986 y 1987 se observó un buen ajuste lineal del progreso de enfermedad con el tiempo fisiológico (grados-día) en todos los campos. La tasa de incremento de enfermedad fue mayor en los campos infectados por el patotipo defoliante y también tendió a ser mayor con las mayores densidades de inóculo (2-10 ms/g del patotipo defoliante ocasionaron tasas e incidencias finales de enfermedad iguales o superiores que las correspondientes a 28-34 ms/g del patotipo no defoliante).

El principal efecto de la Verticilosis sobre el cultivo de algodón es la inhibición de crecimiento y desarrollo, originándose las mayores reducciones de rendimiento cuanto antes se inicien los síntomas de Verticilosis. Las plantas que inician la expresión sintomática en el cuajado de cápsulas no ven apenas afectados los rendimientos. Los componentes productivos se redujeron más en campos con más alta DI del patotipo defoliante y apenas en campos con el patotipo no defoliante.

La calidad de la fibra resulta afectada por las infecciones de las plantas por *V. dahliae*. Las magnitudes de pérdida cualitativa, al igual que las reducciones de rendimiento, dependen del patotipo implicado y de la fenología del cultivo en el momento de las infecciones (o en el de la manifestación sintomática). La longitud de la fibra y la finura micronaire son los dos parámetros cualitativos que se ven más afectados por la enfermedad, ya que ésta afecta a la maduración de fibras.

MÉTODOS DE LUCHA

Las estrategias de lucha se fundamentan en el análisis del progreso epidémico de la Verticilosis.

Los análisis de la densidad de inóculo no permiten predecir los niveles de Verticilosis que pueden desarrollarse en cultivos susceptibles pero ofrecen una orientación a este respecto, teniendo en cuenta si el patotipo defoliante está presente. Asimismo es indicativa la incidencia de infección en un año respecto a lo que pueda ocurrirle al cultivo de algodón del año siguiente (en California se considera permisible el cultivo de Acala SJ2 si el año anterior la incidencia de infección no sobrepasó el 30%).

La resistencia a la enfermedad, basada en el retraso de la aparición de síntomas y en la menor tasa de progreso y severidad de síntomas, es la aproximación más adecuada al control de la enfer-

medad desde el punto de vista del huésped. Las evaluaciones de resistencia del algodónero a Verticilosis han de realizarse a temperaturas máximas de 23-26°C, ya que por encima de 28°C algunos cultivares susceptibles se manifiestan como resistentes. La incidencia de coloración vascular puede ser mayor en tallos de cultivares de algodónero resistentes que en los susceptibles a la enfermedad, pero los peciolos de plantas resistentes quedan exentos de coloración vascular, de forma que excluyen al patógeno de los tejidos foliares y de los consiguientes efectos sobre el desarrollo y rendimiento de la planta. Los cultivares Alba, Crema 111, Deltapine Acala 90 y Stoneville 506 ofrecen niveles moderados-altos de resistencia a la Verticilosis.

Cuando la densidad de inóculo es baja se recomienda la rotación con cultivos de gramíneas (cebada, maíz...) no susceptibles al patógeno, de forma que no se repita algodónero hasta al menos 3 años después del último cultivo susceptible. Si la densidad de inóculo es alta no resulta factible su reducción mediante esta rotación de cultivos y hay que recurrir a la inundación del suelo durante 3-4 meses de la estación calurosa (por ejemplo, cultivando arroz) o bien a la solarización del suelo en climas cálidos durante al menos 1 mes del verano para lograr la erradicación del inóculo, lo que se consigue hasta 45 cm de profundidad.

La utilización de polietileno transparente de 25-50 um para cubrir suelo húmedo (regado intensamente tras un pase de grada o rotavator posterior a la recolección de trigo) desde mediados de Julio a

primeros o mediados de Septiembre resultó en una erradicación completa del inóculo en los 20 cm superficiales de suelo, y casi total en la capa 20-40 cm del suelo en la que las poblaciones de *V. dahliae* son bastantes reducidas. Las incidencias de enfermedad en los testigos fueron muy elevadas mientras que en las parcelas solarizadas fueron inferiores al 14%. Además, la solarización ejerció un control de las infecciones de plántulas por *R. solani* y de las infestaciones por muchas malas hierbas. Un incremento del crecimiento y una disminución del síndrome de deficiencia de K son otros efectos beneficiosos del empleo de la solarización. El efecto de la solarización sobre el rendimiento depende del nivel de inóculo en el suelo, de las prácticas de cultivo (densidad de plantación y cultivar empleado), así como de las condiciones ambientales. En nuestros ensayos, dicho efecto ha sido generalmente espectacular, determinando incrementos de cosecha de algodón bruto de 33-131% (Cuadro 1).

Entre las prácticas de cultivo que tienen incidencia sobre la Verticilosis del algodónero y que contribuyen a reducir niveles y efectos de la enfermedad cabe señalar:

- el empleo de altas densidades de plantación.
- el retraso del primer riego hasta que las temperaturas bajas han desaparecido, y la disminución de la cantidad total de agua aportada en los riegos.
- la evitación de dosis excesivas de abonado nitrogenado y de las deficiencias en el abonado potásico.

ENFERMEDADES

Cuadro 1. Efecto de la solarización del suelo en la Verticilosis del algodónero y en el rendimiento del cultivo.
(Adaptado de Jiménez Díaz et al., 1991).

Año	Tratamiento	Densidad inóculo en la siembra (p/g)		Incidencia de enfermedad (%)	Rendimiento Kg algodón bruto/ha
		0-20 cm	20-40 cm		
1987					
	A No solarizado	51.3	—	90.5	—
	Solarizado	—	—	5.0	—
	B No solarizado	6.0	—	60.1	2093
	Solarizado	0.1	—	4.5	4833
1988					
	C No solarizado	28.8	5.8	87.7	1562
	Solarizado	1.5	0.3	13.5	3279
	D No solarizado	15.3	5.0	55.0	3425
	Solarizado	0.3	0.0	1.8	4575

REFERENCIAS SELECCIONADAS

- Anonymous. 1992. *Boletín de Información Agraria y Pesquera* Nº 60 (9/92).
- BELL, A. A. 1992. Verticillium wilt. Pages 87-126. In: *Cotton diseases* (ed. R. J. Hillocks). C.A.B. Internacional, Wallingford. UK. 415 pp.
- BELL, A. A., Mace, M. E., 1984. Physiology of Verticillium wilt of cotton. Pages 43-46 In Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.
- BLANCO LÓPEZ, M. A., J. BEJARANO ALCÁZAR, J. M. MELERO VARA, and R. M. JIMÉNEZ DÍAZ. 1989. Current status of Verticillium wilt of cotton in southern Spain. Pathogen variation and population in soil. Pages 123-132. In *Vascular wilt diseases of plants*. (E. C. Tjamos and C. Beckman eds.). Springer-Verlag, Berlín. 590 pp.
- BRODY, A. K., R. KARBAN, & W. C. SCHANATHORST. 1990. Inverse relationship between cotton plant density and verticillium wilt incidence and severity: evidence for an alternativa hypothesis. *Crop Protection* 9, 174-176.
- CANO RIOS, P., DAVIS, D. D. 1981. Breeding for early maturity and verticillium wilt tolerance in upland cotton. *Crop Sci.* 21: 319-321.
- DEVAY, J. E., L. L. FORRESTER, R. H. GARBER, and E. J. BUTTERFIELD. 1974. Characteristic and concentration of propagules of *Verticillium dahliae* in air-dried field soils in relation to the prevalence of Verticillium wil in cotton. *Phytopathology* 64: 22-29.
- DEVEY, M. E., M. L. ROOSÉ 1987. Genetics analysis of Verticillium wilt tolerance in cotton using pedigree data from three crosses. *Theor. Appl. Genet.* 74: 162-167.
- Dirección General de Investigación, Tecnología y Formación Agroalimentaria y Pesquera. 1991. Seminario sobre Enfermedades del Algodonero. Congresos y Jornadas 25/91. 117 págs. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
- El ZIK, K. M. 1985. Integrated Control of verticillium wilt of cotton. *Plant Disease*, 69: 1025-1032.

- FRIEBERTSHAUSER, G. E., and J. E. DEVAY. 1982. Differential effects of the defoliating and nondefoliating pathotypes of *Verticillium dahliae* upon the growth and development of *Gossypium hirsutum*. *Phytopathology* 72: 872-877.
- GARBER, R., H., and B. R. HOUSTON. 1966. Penetration and development of *Verticillium albo-atrum* in the cotton plant. *Phytopathology* 56: 1121-1126.
- HUISMAN, O. C. & L. J. ASHWORTH, Jr. 1976. Influence of crop rotation on survival of *Verticillium albo-atrum* in soils. *Phytopathology* 66, 978-981.
- JIMÉNEZ DÍAZ, R. M., J. BEJARANO, M. A. BLANCO, J. GÓMEZ, RL. GONZÁLEZ and J. M. MELERO, 1991. Control of *Verticillium* wilt and *Fusarium* wilt and *Fusarium* wil diseases by soil solarization in Southern Spain. Pages 94-107 *In: Soil solarization*. Ed. J. E. DeVay, J. J. Stapleton and C. L. Elmore. FAO. Plant Production and Protection paper 109. Rome, 1991. 196 pp.
- PAPLOMATAS, E. J., D. M. BASSELT, J. C. BROOME & J. E. DEVAY. 1992. Incidence of *Verticillium* wil and yield losses of cotton cultivars (*Gossypium hirsutum*) based on soil inoculum density of *Verticillium dahliae*. *Phytopathology* 82, 1417-1420.
- PULLMAN, G. S., AND J. E. DEVAY. 1982. Epidemiology of *Verticillium* wilt cotton: A relationship between inoculum density and disease progression. *Phytopathology* 72: 549-554.
- PULLMAN, G. S., and DEVAY, J. E. 1982. Epidemiology of *Verticillium* wilt cotton: effects of disease development on plant phenology and lint yield. *Phytopathology* 72: 555-559.
- PULLMAN, G. S., J. E. DEVAY, R. H. GARBER, and A. R. WEINHOLD. 1981. Soil solarization: Effects on *Verticillium dahliae*, *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani* and *Thielaviopsis basicola*. *Phytopathology* 71: 954-959.
- SCHANATHORST, W. C. 1973. Additional strain of *Verticillium dahliae* from cotton in California. Pages 22-23 *In Proc. Beltwid Cotton Prod. Res Conf.* Phoenix, Arizona.
- SCHANATHORST, W. C. 1981. *Verticillium* wilt. Pages 41-44 *In G. M. Watkins, ed. Compendium of Cotton diseases.* The American Phytopathological Society, 87 pp.
- SCHANATHORST, W. C. 1981. Life cycle and epidemiology of *Verticillium*. Pages 81-111 *In Fungal wilt diseases of plants.* M. E. Mace, A. A. Bell, and C. H. Beckman, eds. Academic Press, New York. 640 pp.
- SCHANATHORST, V. C. and D. E. MATHERE. 1966. Host range and differentiation of a severe form of *Verticillium albo-atrum* in cotton. *Phytopathology* 56: 1155-1161.
- SCHANATHORST, W. C. 1969. a severe form of *Verticillium albo atrum* in *Gossypium barbadense* in Perú. *Plant Disease Repr.* 53, 149-150.
- STAPLETON, J. J., J. QUICK, & J. E. DEVAY. 1985. Soil solarization: effect on soil properties, crop fertilizers and plant growth. *Soil Biol. and Biochem.* 17, 369-373.
- STAPLETON, J. J. & J. E. DEVAY. 1986. Soil solarization: a non-chemical approach for management of plant pathogens and pests. *Crop Protection* 5, 190-198.

LA CAÍDA DE PLÁNTULAS

La Caída de plántulas del algodónero (CPA) constituye un complejo de enfermedad primeramente descrito en EE.UU. por Atkinson hace un siglo. Las estimaciones de pérdidas de cosecha debido a la CPA dan valores promedio para los Estados algodóneros de hasta el 6.5%, llegando a ser muy superiores en campos individuales. Además, se dan importantes pérdidas indirectas por el costo de resiembra y los tratamientos insecticidas y herbicidas y de reguladores adicionales, así como por la heterogeneidad del cultivo y el retraso de recolección que se derivan de aquellas.

La problemática de la nascencia y establecimiento de las plántulas de algodónero tiene componentes agronómicas, ambientales y fitopatológicas que han de considerarse en su globalidad para una adecuada comprensión.

El origen tropical de *Gossypium hirsutum* L. y su naturaleza perenne hacen que los estados iniciales de cultivo sean particularmente vulnerables a las condiciones adversas que suelen presentarse en la zona templada, donde el cultivo se ha establecido.

CALIDAD DE LA SEMILLA

La alta calidad de la semilla es el primer factor a considerar en el contexto de la problemática de la nascencia del algodónero. Para ello las cubiertas seminales deben estar exentas de daños, principalmente ocasionados durante la desmotación; las semillas deben estar libres de agentes de podredumbre y haberse seleccionado por estado de madurez, tamaño, y ausencia de borra y residuos; y también deben mantener una alta germinabilidad y emergencia en una gama de condiciones ambientales y no sólo en las condiciones óptimas. Esta última precisión es la que hace referencia al vigor de las semillas, ya que la viabilidad se mediría exclusivamente por su germinabilidad en un test estándar.

Un determinado "acondicionamiento" de las semillas (en campo o en almacén) es necesario para obtener una adecuada germinación pero un "acondicionamiento" excesivo de las semillas conduce al deterioro. Este se asocia a una combinación de factores físicos (temperatura, humedad) y microbianos y resulta en una mayor frecuencia de plántulas anormales y una emergencia más lenta.

La evaluación de la calidad de las semillas puede realizarse por métodos indirectos (conductancia de exudados, degradación lipídica, coloración del embrión, y test del tetrazolio) y por métodos directos (germinación estándar, germinación en frío, y métodos de estrés). Entre los últimos es de resaltar el del estrés por agua caliente, puesto a punto por Bourland, y consistente en la germinación estándar tras la inmersión de las semillas en agua a 65° durante 5 min. Es el que mejor se relaciona con los resultados de establecimiento de las plántulas en campo y presenta además la ventaja de ser un método rápido, ya que la germinación final se tendría a las 36 hr de incubación a 30° C.

Para evitar el deterioro de la semilla se aconseja la producción de semillas de algodónero en zonas áridas, tales como el SO de EE.UU. Por otro lado, puede seleccionarse genéticamente por resistencia a deterioro (considerando dureza e impermeabilidad de las cubiertas seminales), que se relaciona con la resistencia a crecimiento de moho sobre las semillas incubadas en agar agua a 13° durante una semana.

VIGOR DE PLÁNTULAS

El vigor de las plántulas del algodónero no puede medirse por la altura. Esta puede verse modificada por la calidad de la semilla, por la presencia de infecciones radicales o por tratamientos herbicidas del suelo que afectan a las plántulas.

La selección de plántulas vigorosas puede realizarse por la medida del desarrollo de raíces laterales, que se relaciona con el crecimiento radical en suelo tratado con trifluralina a dosis bajas (0,28 Kg/ha) durante 2 semanas. Este método incrementa la presión de selección de plantas vigorosas que se utilizarían en un programa de mejora.

Otro parámetro fisiológico relacionado con el vigor es la rapidez en la diferencia de la primera hoja verdadera, que es un carácter independiente del tamaño de la plántula. No se conoce la heredabilidad de este carácter y, por tanto, no se ha determinado la posibilidad de incorporación en los programas de Mejora.

SINTOMATOLOGÍA

El complejo de síntomas incluye:

- Podredumbre de semillas.
- Muerte de plántulas en preemergencia.
- Muerte de plántulas en postemergencia.
- Podredumbres subletales de raíces y de hipocotilo.

Los dos primeros se detectan como fallos de nascencia o marras. El tercero es el más característico y puede desarrollarse en un período más o menos corto (3-6 semanas). Las podredumbres subletales se deben a infecciones menos severas o más tardías, cuyo efecto sobre la plántula depende del tamaño de la lesión. La pérdida del ápice radical es frecuente y las raíces secundarias quedan más superficiales dando lugar a una planta menos competitiva, más susceptible al estrés de sequía y, generalmente, menos productiva.

IMPORTANCIA Y DISTRIBUCIÓN

Los estudios de la CPA en Andalucía, evaluada en el período 1980-84, indicaron su amplia distribución en toda

la Vega del Guadalquivir y del Genil con una importancia mayor en el Alto Guadalquivir y menor en el Bajo Guadalquivir (Fig. 1), como consecuencia de la favorabilidad de las condiciones ambientales y el efecto de las prácticas de cultivo más frecuentes. La mortalidad e postemergencia no fue muy elevada en términos globales, pero la incidencia de plántulas con síntomas subletales estuvo en torno al 50% (Fig. 2).

ETIOLOGÍA

Al igual que en los demás países algodoneros, la CPA tiene en Andalucía una etiología compleja que incluye *Rhizoctonia solani*, *Pythium ultimum*, *Thielaviopsis basicola* y a veces, algunas *Fusarium spp.* En nuestro entorno, de estas últimas sólo un aislado de *F. equiseti* fue importante agente patogénico. Además, *Phytophthora palmivora* se mostró muy virulento pero fue aislado ocasionalmente en un año con condiciones primaverales de humedad en el suelo muy elevada. Iguales requerimientos ambientales tiene *P. ultimum*, que suele ocasionar mortalidad en preemergencia o podredumbre blanda de raíces. El más importante componente etiológico, *R. solani*, ocasiona la mayoría de los síntomas del complejo. *T. basicola* es bastante esporádico y está asociado a podredumbre negra de raíz y enanismo de plántulas.

MÉTODOS DE LUCHA

La naturaleza compleja de la enfermedad implica dificultades en el control de los distintos patógenos. La calidad de la semilla es el primer factor en el control de la CPA, ya que un crecimiento rápido y vigoroso de las plántulas reduce enormemente las probabilidades de éxito de las infecciones. Similarmente intervienen las condiciones ambientales durante la nascencia, recomendándose evitar las bajas temperaturas del suelo y su elevada humedad. Para ello, la fecha de siembra es un factor primordial, debiendo decidir-

se en función del pronóstico del tiempo. La profundidad de siembra debe ser la mínima que asegure una humedad suficiente para la germinación. La práctica de siembra en lomos y el empleo de acolchado plástico son útiles medidas de lucha contra la CPA. El cumplimiento de los requisitos anteriores hace posible el empleo de dosis de siembra reducidas que evitan un aclareo excesivo.

El tratamiento de las semillas con uno o varios fungicidas específicos de los distintos patógenos implicados en la CPA, contribuye a un control de la enfermedad por la protección de las plántulas en las fases iniciales que son las de mayor susceptibilidad del cultivo. Sólo en los casos de infestaciones muy intensas y tempranas, se requiere además la aplicación de fungicidas en los surcos de siembra. En todo caso debe asegurarse la ausencia de efectos negativos de los fungicidas, tales como las reducciones de emergencia y de desarrollo.

El control de la CPA por resistencia genética no se ha logrado y será difícil de conseguir ya que habría de realizarse primero selección de genotipos resistentes a cada uno de los patógenos implicados y, posteriormente, seleccionar frente al complejo en la descendencia de los cruzamientos entre los distintos parentales con resistencia individual. La herencia poligénica de la resistencia a los patógenos de la CPA dificulta enormemente su utilización.

El control biológico de la CPA está actualmente bastante avanzado. La utilización de cepas seleccionadas de antagonistas (principalmente *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Trichoderma harzianum* y *Gliocadium virens*), incorporados con las semillas o en los surcos de siembra, constituye una buena medida de lucha. El método de aplicación es clave para que, facilitando la colonización por los antagonistas, se consigan resultados consistentes. También es posible incrementar en el suelo las poblaciones naturales de antagonistas de los patógenos mediante prácticas de cultivo.

REFERENCIAS SELECCIONADAS

- BAILEY, B.A. and F.M. BOURLAND. 1986. The influence of seed quality on response of cotton seedlings to the preplant herbicide trifluralin. *Field Crops Res.* 13:375-382.
- BIRD, L.S. 1981. Cotton seed and germination-stand establishment. *Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.*, pp. 318-321. National Cotton Council. Memphis, TN.
- BOURLAND, F.M. Gabriela KAISER, and E.R. CABRERA. 1988. Rapid deterioration of cotton, *Gossypium hirsutum* L., seed using hot water. *Seed Science and Technology* 16:673-683.
- BOURLAND, F.M. and B.W. WHITE. 1984. Techniques for selecting and evaluating tolerance to trifluralin in cotton. *Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.*, pp. 99-102. National Cotton Council, Memphis, TN.
- CHRISTIANSEN, M.N. and R. ROWLANE. 1986. Germination and stand establishment. pp. 535-541 In J.R. Mauney and J. McD. Steward (eds.), *Cotton Physiology*. The Cotton Foundation, Memphis, TN.
- DAVIS, R.G., L.S. BIRD, A.Y. CHAMBERS, R.H. GARBER, C.R. HOWELL; E.B. MINTON, R. STERNE, and L.F. JOHNSON. 1981. Seedling disease complex. pp. 13-20 In G. M. Watkins, ed. *Compendium of Cotton Diseases*. The American Phytopathological Society. 87 pp.
- DEVAY, J.E. K.M. EI-ZISS, F.M. BOURLAND, R.H. GARBER, A.M. KAPPELMAN, S.D. LYDA, E.B. MINTON, P.A. ROBERTS, and T.P. WALLACE. 1989. Strategies and tactics for managing plant pathogens and nematodes. pp. 225-266 In R.E. Frisbie, K.M. EI-Zik, and L.T. Wilson (eds.) *Integrated Pest Management System and Cotton Production*. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY.

- DEVAY, J.E., R.H. GARBER, and D. MATHERON. 1982. Role of *Pythium* species in the seedling disease complex of cotton in California. *Plant Disease* 66:151-154.
- Dirección General de Investigación, Tecnología y Formación Agroalimentaria y Pesquera. 1991. Seminario sobre Enfermedades del Algodonero. Congresos y Jornadas 25/91. 117 págs. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
- HALLOIN, J.M. and F.M. BOULARD. 1981. Deterioration of planting seed. pp. 11-13 In G.M. Watkins, ed. *Compendium of Cotton Diseases*. The American Phytopathology Society, 87 pp.
- JOHNSON, L.F., D.D. BAIRD, A.V. CHAMBERS, and N.B. SHAMIYEH. 1979. Fungi associated with postemergence seedling disease of cotton in three soils. *Phytopathology* 68:917-920.
- MELERO VARA, J.M., y R.M. JIMÉNEZ DÍAZ. 1986. La Caída de Plántulas de Algodonero en Andalucía. *Comunicaciones Agrarias. Serie: Protección Vegetal* N° 5 (54 págs).
- MELERO VARA, J.M., and R.M. JIMÉNEZ DÍAZ, 1990. Etiology, incidence and distribution of cotton seedling damping-off in southern Spain. *Plant Disease* 74:597-600.
- MINTO. E.B., and R.H. GARBER. 1983. Controlling the seedling disease complex of cotton. *Plant disease* 67:115-118.
- MITCHELL, G.A. and F.M. BOURLAND. 1986. Effects of trifluralin and pendimethalin on cotton emergence and seedling characteristics. *Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.*, pp. 64-66. National Cotton Council, Memphis, TN.
- PAPAVIZAS, G.C., J.A. LEWIS, E.B. MINTON, and N.R. O'NEILL. 1980. New systemic fungicides for the control of cotton seedling disease. *Phytopathology* 70:113-118.
- ROY, K.W., and F.M. BOURLAND. 1982. Epidemiological and mycofloral relationships in cotton seedling disease in Mississippi. *Phytopathology* 72:868-872.
- WHITE, J.G. 1984. Seedling diseases of cotton: damage, loss and control. pp. 247-254 In R.K.S. Wood D.L. Jellis. *Plants Diseases: Infections damage and loss*. Blackwell scientific Publication, Oxford. England, 327 pp.

LAS PODREDUMBRES DE CÁPSULAS

Las podredumbres de las cápsulas de algodnero ocasionan las principales pérdidas de cosecha en las zonas de cultivo que tienen alta humedad al final del ciclo, particularmente durante el período de apertura de cápsulas. Están presentes en todas las áreas algodneras y son más frecuentes en el caso de que se produzcan heridas a la cápsula bien por daños mecánicos o provocadas por el ataque de insectos. Se incluyen como agentes una multitud de hongos, aparte de *Xantomonas campestris* pv. *malvacearum*, que pueden ser agentes primarios de enfermedad o invasores secundarios.

En muchos casos, los microorganismos causantes de Podredumbres de cápsulas originan la contaminación de la fibra, sobre todo cuando las cápsulas abiertas permanecen expuestas a lluvias o alta humedad durante un largo período, por retrasos en la recolección. Además de ocasionar coloración de la fibra, los contaminantes pueden degradar enzimáticamente las fibras de celulosa confiriendo fragilidad a la fibra.

SINTOMATOLOGÍA Y ETIOLOGÍA

Los síntomas varían según el agente implicado. Al principio consisten en lesiones poco extensas de coloración parda, rojiza o verde oscura.

Si se trata de *Colletotrichum gossypii*, la superficie de la cápsula se cubre de un micelio gris con un tono rosado debido a las masas de conidias, formándose al final acérvulos negros que pueden observarse con lupa. En el caso de *Diplodia gossypina* la podredumbre es de color negro a causa de su micelio, picnidios y exudados de conidias.

Fusarium spp. y *Phytophthora* spp. originan lesiones necróticas en brácteas que facilitan la penetración a través del receptáculo para originar una podredumbre

marrón que se cubre de micelio blanco-grisáceo y masas conidiales de color rosa en el caso de ataques por *F. moniliforme* y una podredumbre blanda, acuosa, de color negro cuando es *Phytophthora* el agente causal, que además anticipa la apertura de cápsulas. Las infecciones por *Nematospora gossypii* pueden ocasionar reducción del tamaño de la cápsula y dificultar la apertura de la misma en la maduración, la fibra resulta teñida de amarillo o marrón debido a la producción de riboflavina por el hongo. *Aspergillus flavus* también deteriora la calidad de la fibra debido a la presencia de un pigmento fluorescente. *Alternaria* spp. ocasionan pequeñas manchas de color púrpura, mientras que las infecciones por *Rhizoctonia solani* originan una podredumbre parda seca.

Los síntomas producidos por la podredumbre de la fibra varían según el momento en que se produce la contaminación y el agente causal de la misma. Si la infección ocurre antes de la dehiscencia de la cápsula, se produce falta de apertura de lóculos y la fibra toma color amarillento-pardo en el caso de infecciones por *X. campestris* pv. *malvacearum* o por *Nematospora* spp. o *Nigrospora oryzae*, y color rosa cuando se encuentra *F. moliniiforme*. La coloración de la fibra es gris mate cuando la contaminación ocurre después de la dehiscencia normal de las cápsulas mediante *Cladosporium herbarum*, *Alternaria* spp. y *Fusarium* spp. que prosperan con largos períodos de alta humedad previos a la recolección. Cuando hay ataques graves de insectos que excretan compuestos azucarados (mosca blanca o áfidos) en un estadio avanzado del cultivo, dichos compuestos pueden gotear sobre las cápsulas abiertas originando pegajosidad en la fibra que plantea dificultades serias en su procesamiento industrial. Tales excreciones constituyen un sustrato nutritivo para hongos como *C. herbarum* y *Aspergillus niger* que confieren coloración negra a la fibra. Finalmente, el almacenamiento del algodón o de la fibra en condiciones de alta humedad favorece el desarrollo de hongos como *Trichoderma* o *Penicillium* que han dado coloración verde-azulada a la fibra.

Las propiedades celulolíticas de algunos aislados de ciertos hongos colonizadores de la fibra, principalmente *Alternaria spp.*, *Curvalaria spp.* y *F. moniliforme*, inducen una degradación de la celulosa que reduce la fuerza de la fibra. Si dicha degradación es muy elevada puede presentarse un efecto perjudicial en el procesamiento industrial de la fibra.

EPIDEMIOLOGÍA

Los agentes causales de Podredumbre de cápsulas incluyen patógenos de suelo, de semillas o foliares. Los patógenos primarios pueden infectar a través de pelos, brácteas, nectarios o estomas o bien a través del sistema vascular (como en el caso de *Fusarium*). La penetración puede ser directa *D. gossypina* aunque es más frecuente que se realice con la intervención de insectos vectores que introducen al hongo (caso de *Nematospóra*) en la cápsula producidas mecánicamente o por la acción de insectos. Los invasores secundarios de las cápsulas suelen ser mejores agentes colonizadores de la fibra inmadura.

Los largos períodos con agua libre o con humedad relativa alta, junto a la baja intensidad luminosa y alta temperatura son los factores ambientales que suelen incrementar la incidencia de la Podredumbre de cápsulas. Estos se ven favorecidos por la mayor frondosidad del cultivo que viene determinada varietalmente y por la mayor relación parte vegetativa/parte reproductiva inducida por un exceso de fertilización con nitratos, principalmente. Sin embargo, algunos de los agentes causales (como *A. flavus*, *Ascochyta gossypii* y *Fusarium spp.*) pueden ocasionar importantes niveles de podredumbre en condiciones de humedad no muy alta, en tanto que *N. oryzae* y *F. moniliforme* son prevalentes en zonas de temperaturas no muy elevadas.

La relación entre ataques de insectos a las cápsulas y podredumbres es de la mayor importancia no sólo en el caso de

vectorismo de *Nematospóra spp.* por *Dysdercus spp.* que conduce a la podredumbre interna, sino también en infecciones como la de *A. flavus* a través de heridas ocasionadas por insectos (entre otros el gusano rosado) o en la podredumbre de fibra ocasionada por *N. oryzae* que es transmitido por un ácaro.

Asimismo se ha observado que las plantas de algodónero menos susceptibles a las podredumbres de cápsulas, por tener características como alto contenido en gopipol, brácteas de tipo "frego" y ausencia de nectarios, deben su efectividad, parcialmente, a su menor atracción para las plagas.

MÉTODOS DE LUCHA

Para su mayor efectividad, el control de la podredumbre de cápsulas requiere ser integrado, máxime en una enfermedad como ésta de etiología tan diversa.

La reducción del inóculo transmitido por semilla (*X. campestris pv. malvacearum* y *C. gossypii*) puede conseguirse con el desborre de semillas con ácido, que elimina contaminantes superficiales, así como mediante tratamientos fungicidas de las semillas que erradican, *C. gossypii* del interior de las mismas y han disminuido enormemente la importancia de este patógeno mientras que ha aumentado la incidencia de *Fusarium spp.* que no son controlados con dichos tratamientos.

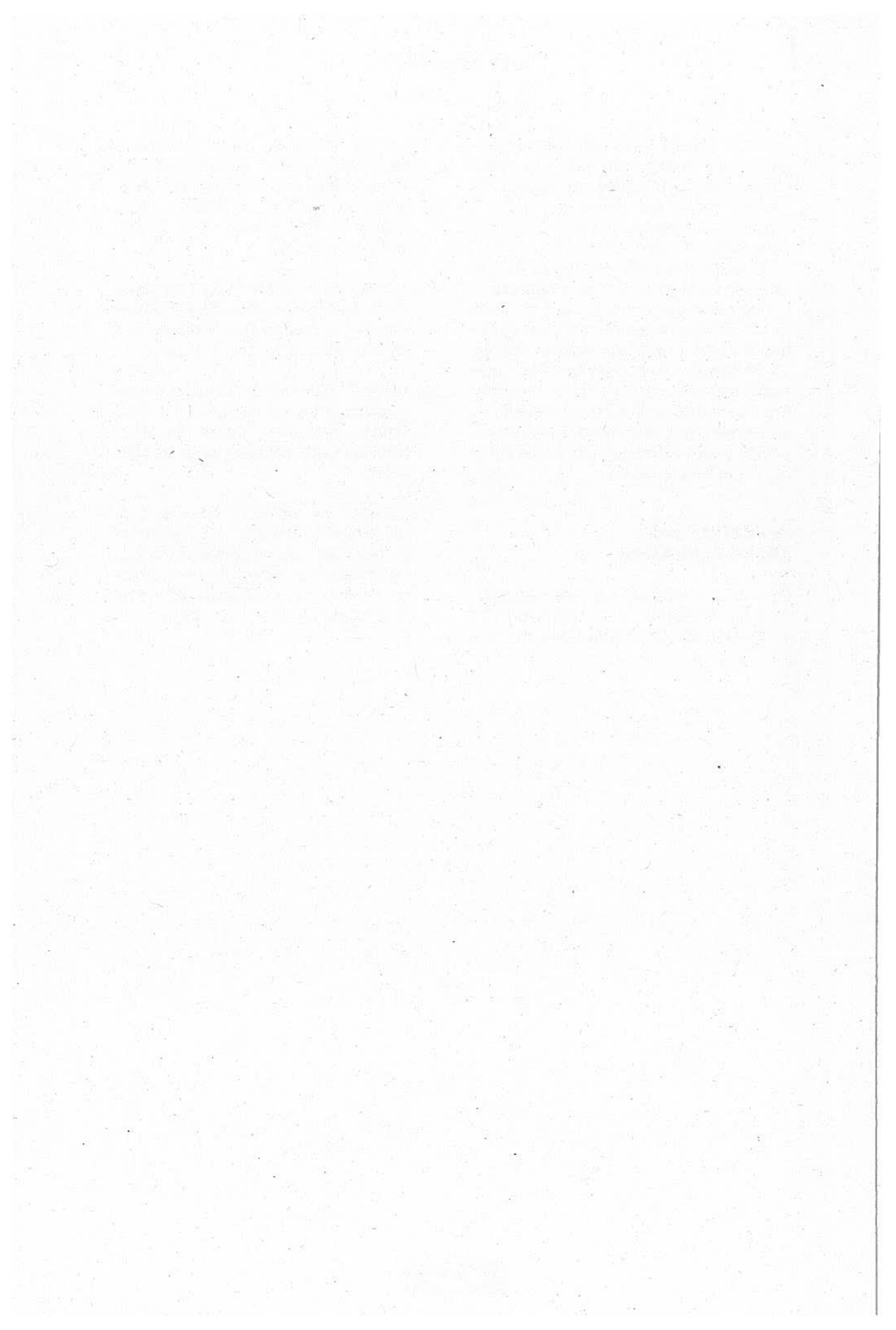
El control de los patógenos aéreos mediante aplicaciones foliares con benomilo o tiabendazoles no es viable económicamente debido al elevado número de tratamientos necesarios. Sin embargo, los tratamientos insecticidas solos o combinados con fungicidas resultan más adecuados en la mayoría de los casos.

Dada la gran dependencia de las Podredumbres de cápsulas de condiciones ambientales de alta humedad y baja intensidad luminosa en el cultivo, la estrategia de control más apropiada consiste

en realizar las prácticas culturales tendientes a evitar tales condiciones. El empleo de menores densidades de plantas, la orientación de las líneas de siembra según vientos predominantes y el uso de variedades de menor porte o la consecución de éste mediante reguladores de crecimiento y/o el manejo de la fertilización y el riego, consiguen reducir la incidencia de las Podredumbres de cápsulas. Basadas en similar estrategia está el empleo de variedades con hoja de tipo "okra" que tienen menor frondosidad. Las características de brácteas tipo "frego" y ausencia de nectarios son convenientes por reducir puntos de infección que son importantes para algunos patógenos.

REFERENCIAS SELECCIONADAS

- DEVAY, J.E. EL-ZIK, K.M., BOURLAND, F.M., GARBER R.H., and KAPPLEMAN, A.M. (1989) Strategies and tactics for managing plant pathogens and nematodes. Pages 225-226 In: Integrated pest management systems and cotton production. IED. (edited by R.E. Frisbie, K.M. El-Zik, and L.T. Wilson).
- HILLOCKS, R.J. (1992) Fungal diseases of the boll, pages 239-261 In: Cotton diseases (edited by R.J. Hillocks) CAB International, Oxon, U.K. 415 pp.
- HILLOCKS, R.J. (1992) Microbial contamination of the lint, pages 263-273 In: Cotton diseases (edited by R.J. Hillocks) CAB International, Oxon, U.K. 415.
- PINCKARD, J.A., ASHWORTH JR., L.J., SNOW, J.P. RUSELL, T.E. RONCADORI, R.W. and SCIUMBATO, G.L. (1981) Boll rots. Pages 20-24 In: Compendium of cotton diseases (edited by G.M. Watkins). APS. USA, 87 pp.



III. 11. RECOLECCIÓN Y ALMACENAMIENTO DEL ALGODÓN BRUTO

JOSÉ L. CALDERÓN

RECOLECCIÓN

El momento tan deseado de la recolección, después de haber seguido el crecimiento, desarrollo y madurez de la cosecha, es la culminación de los esfuerzos de casi ocho meses para demostrar que las prácticas realizadas han sido las mejores en un cultivo de tal primor, que se puede considerar casi como hortícola, por su semejanza en "calidad" y "costes". (plásticos)

El nerviosismo casi desapercibido que todo agricultor tiene en días anteriores a la recolección, nunca debe impedir que ésta se haga lo mejor posible. De la recolección bien hecha, depende un buen resultado económico, y en ella se puede perder o ganar la rentabilidad del cultivo. De su importancia da fe el hecho de que en nuestro país su coste significa para una producción buena casi 60.000 Pts./ha, importe que ninguna práctica de cultivo realizada llega a alcanzar, como podría ser el abonado, gastos de riego, de tratamientos, que son los más caros. El más caro es la recolección y por tanto su buen hacer es muy importante para el coste beneficio de este cultivo.

La cosecha está conseguida en el campo, y "tan sólo" falta venderla después de recogerla en las mejores condiciones de precio del mercado, que lógicamente dependerá de sus condiciones al recolectarla lo mejor posible.

La espera parece interminable, y mientras dura la apertura de las cápsulas, hay que tener bien dispuesto el equipo de recolección en sí, que es muy sencillo, pero debe ser siempre el mejor: cosechadora adecuada, útiles de carga y transporte idóneo al almacén del comprador.

Siempre con los mejores costes o los mínimos costes dentro de la calidad:

1. Una buena máquina, puesta a punto y un buen conductor que la maneje bien, es importantísimo, quizás más importante o casi, que la puesta a punto mencionada.
2. Un medio de transporte adecuado, de altura de concordante con la canasta de la máquina, capacidad suficiente para calcular la distancia o pérdida de tiempo en el transporte o varias canastas calculadas con este sistema.

Siempre nos estamos refiriendo a la recolección mecanizada o con cosechadora, indicándoles que en nuestro país el 93% de la recolección en Andalucía se realiza con cosechadora, gran avance realizado en los últimos años, sin el cual no sería posible el cultivo del algodón no sólo en España, sino en muchos países. El pequeño porcentaje que se realiza a mano aún, es en zonas marginales de pequeños agricultores propietarios que emplean a su propia familia para intentar ahorrar los costes en este cultivo, por supuesto sin contabilizar o valorar esa mano de obra de recogida que creo recordar que en el último convenio está a 52 Pts./Kg. prohibitivo, si consideramos que el precio normal del mercado u oficial está a 150 Pts., en números redondos.

Dentro de este inciso no queremos pasar sin resaltar el gran empuje que la Administración y las empresas desmotaadoras tanto privadas como cooperativas han dedicado en los últimos veinte años a que la realidad que se vivía en las grandes zonas productoras de algodón mediante la total mecanización fuera posible en nuestro país, para poder competir

en costes con un producto mundial de tanto valor. No cabe la menor duda de que sin ello el algodón habría desaparecido totalmente de nuestras tierras y con ello perder quizás el más rentable de los cultivos de este momento, ya dentro de la Comunidad Europea.

Los primeros pasos de recolección se dieron tímidamente en 1968, y en experiencia, pero también en gran cultivo, sólo que en grandes extensiones de secano, de gran importancia en aquellos años, debido a la menor diferencia entonces entre el precio de recogida manual y el coste de la mecánica. También se tropezaban entonces con la mentalidad de "pérdidas" de la recolección mecánica, y la gran dificultad de trabajar con cosechadoras en suelos encharcados por lluvias aparecidas en la recolección. Pues bien, la constancia, el tiempo, la aparición de reguladores, defoliantes, y por consiguiente la mayor precocidad de la cosecha, han hecho posible que España sea un país de cultivo de algodón mecanizado.

Dejaremos a un lado la recolección manual, ya hemos dicho aún existente en un 7%, como mal menor. Y decimos mal menor, porque aunque parezca una contradicción, de que el producto recogido artesanalmente debería ser mejor que el de una gran máquina sustituyendo esa mano, y en los últimos años se ha demostrado que la recolección mecánica (estamos hablando en líneas generales), es mucho "mejor" en calidad que la manual; por muchos motivos, independientemente de la producción por horas, que depende del número de personas a "competir" con la máquina. Fundamentalmente por la limpieza de ese algodón bruto, y por la uniformidad en esas materias extrañas, cuya diferencia entre una máquina mal graduada y otra bien puesta a punto puede ser del 7% en menos, cuando en el manual puede llegar al 35% de impurezas. Imagínense ustedes que con este último porcentaje el desgaste de la maquinaria y su desajuste es incalculable, con la mayor pérdida de fibra que implica el que cada materia extraña puede arrastrar alguna

fibra al intentar separarla para su limpieza. Rendimientos bajísimos, y costes elevados de desmotación, son las consecuencias de una recolección manual mala, de acuerdo con la productividad de la mano de obra rural, cada día más anciana y cada día más acostumbrada a la "comodidad" o rapidez de sus labores.

Por otra parte la recogida manual va como ustedes saben en sacos de gran medida con unos pesos oscilantes entre 23 y 35 Kg que necesitan también gran mano de obra para su manipulación tanto en el campo, una vez lleno, como en la desmotadora para su vaciado y alimentación a máquinas, infringiendo el principio de uniformidad (cada saco puede estar recolectado mejor o peor) y uniformidad en alimentación (cada saco puede variar en peso hasta un 30%) y por tanto al vaciar en boquilla el "chorro" de algodón succionado variará.

Una vez hecho este inciso sobre la recolección manual, volvemos a la recolección mecánica o normal en casi toda la agricultura mecanizada del mundo.

La recolección mecanizada se prepara desde antes de la siembra.

La siembra en lomos o en surcos altos, implica preparar el terreno desde el mes de diciembre o enero, por lo que al tener que adecuarnos al marco de 95 a 1 m. entre líneas, los caballones han de hacerse en basto, a esta distancia. Si no es así, si no que la siembra se va a realizar en llano, la sembradora deberá estar graduada entre cuerpos de 95 a 1 m.

Para aprovechar el terreno al máximo y dada la longitud de la máquina sembradora con sus equipos de plástico si los lleva, al alinear el tractor se dejan casi 7 metros desde la orilla al primer chorro de semilla del líneao, por lo que al terminar de sembrar la parcela que sea, habrá un cordón perimetral sin semilla; no perimetral sino en dos laterales de la parcela, al principio y al final de cada líneao, por lo que con la sembradora perpendicularmente a

los líneas de siembra, se completarán estos espacios vacíos sembrados en tal sentido.

Por fin llega el momento de la recolección.

El defoliante ha actuado bien, las hojas se han caído, y antes de meter la máquina recolectora, hay que observar ciertas normas:

1. Humedad del algodón en la mata no superior al 15%.
2. Cápsulas abiertas en un 75-80%.
3. Probar con la máquina en líneas para comprobar como recoge.
4. Tener a la par preparados los medios para transportar la cosecha; y lugar de destino para pesar cada vehículo.

1. La humedad se puede medir con aparatos de humedad portátiles, recogiendo el algodón de varias cápsulas y alturas y puntos distintos de la parcela, y llevándolo a una desmotadora, si no se dispone de aparato propio, donde le dirán su humedad. Una humedad excesiva a la indicada, unida a la humedad que la propia máquina comunica a la fibra, para facilitar la recolección, haría que en el propio carpelo se adhiriera más algodón que el normal dejando para segunda vuelta, una fibra ya madura en este momento, con el consiguiente perjuicio que ocasiona el riesgo y deterioro en campo. La experiencia y los agricultores en el campo les hace a muchos innecesarias estas medidas y todo lo más lo miden ya de la canasta de la propia cosechadora. Como es lógica las horas tempranas de la mañana dan mayor humedad a la fibra, empezando a desaparecer esta a las 11 horas en el mes de septiembre-octubre período normal de la recolección de Andalucía. En días de calma, las horas nocturnas son aprovechables para la recolección, y debido a la humedad ambiente cero, se pueden efectuar recolecciones hasta las 2-3 a.m. sin ningún problema de humedad. Las máquinas cosechadoras actuales, en sus distintas marcas, son pickers, es decir de husi-

llos rotatorios, capaces de recolectar 2 o 4 hileras. El rendimiento económico de la máquina de 4 hileras es mucho mejor que el de la de dos, teniendo sólo el inconveniente que después de lluvias para volver a entrar en besana por su gran peso, comparado con la máquina de 2 unidades necesita mayor tiempo de oreo, aproximadamente con unas lluvias de 40-50 l. un día más tarde, naturalmente dependiendo de las tierras. Una máquina de 4 chorros o hileras puede llegar a recolectar al día 50.000 Kg. de algodón y las de 2 hileras 20.000 Kg. La mayor capacidad de la canasta que carga la máquina y el menor tiempo de parada para descarga con sus 4 líneas la hace ideal para superficie de 10 ha o más y bastante económica en la actualidad.

2. Cápsulas abiertas en un 75-80% del total. Desde la defoliación que se debe realizar según los técnicos, cuando el 60% de las cápsulas, al menos estén maduras, como normalmente tarda 12-15 días en efectuar un total deshojado, han ido abriendo las cápsulas y al terminar la defoliación casi se ha conseguido ese 75% de cápsulas abiertas. Es fácil apreciar en el campo que las cápsulas sin abrir están situadas en el extremo de las matas y ver toda la parcela "blanqueada".

3. Es medida aconsejable probar la máquina en los primeros 2-4 líneas para comprobar si recoge el algodón abierto. El ajuste es necesario para cada parcela : aproximación de husillos, fundamentalmente o en caso de gran cosecha. El ajuste de medida entre surcos, viene casi regulado por la máquina ya que desde 96 cm. a 1,05 m. no necesita mayor ajuste. Es curioso comprobar que cuanto mejor sea la cosecha, mejor queda la recolección; es decir, que la misma fibra en cantidad mejora la recogida de la cápsula lateral o inmediata, siempre que la limpieza de los husillos sea perfecta y la aspiración a gran revolución. Estamos hablando de recolección mecánica para aquellos que ya han visto o conocen el sistema de cosechadoras, pero si hay alguien que lo ignora podemos indicarle en esencia lo

siguiente: El conjunto consiste en un gran tractor de 220 CV. que lleva cuatro ruedas dos de ellas motrices con dirección asistida "trasera". En la parte delantera lleva unos cogedores verticales (2 ó 4) compuesto cada uno de: Barras verticales que llevan encastrados husillos o pinchos estriados giratorios sobre su eje y la barra también gira con 80 o 20 según modelos, barras más. Esos husillos pasan cada uno por unos rodetes de goma que a su vez giran y se autolimpian que hacen desprender la fibra del husillo para que limpios lleguen a la posición frontal de recogida y puedan otra vez "agarrar" el algodón. Un sistema potente de aspiración absorbe el algodón de la zona de los limpiadores y lo conduce por tubos a la canasta superior. La canasta mediante un sistema hidráulico es capaz de izarse, abrir la tapa y volcar todo el algodón sobre el equipo auxiliar de transporte que se coloca paralelo a la cosechadora en el punto de descarga, dos pasadas normales. Raramente tres ó un líneo sí y otro no en primera.

4. Elementos de transporte. La idea fundamental es que la cosechadora, (máquina de gran valor monetario), funcione el mayor número de horas al año, y dentro de las condiciones mencionadas anteriormente como idóneas para la recolección. Es decir, humedad de fibra idónea, semilla de la cápsula seca, cápsulas abiertas en un 75% y ajuste de la cosechadora.

Para aprovechar al máximo el rendimiento de la cosechadora, el sistema de descarga en vehículos de transporte que reciben el algodón es fundamental. El método más simple es colocar un camión normal pero preparado con laterales altos para dar mayor cabida, en la parcela a recolectar. En él, vuelca la cosechadora las distintas canastas que va recolectando. Para aumentar la cabida, obreros agrícolas se encargan, mientras la máquina va llenando, de "pisar" el algodón bruto en la caja del camión, contribuyendo a repartirlo uniformemente sobre la superficie de la caja, para aumentar al máximo la cabi-

da. Por supuesto este camión ha de ser basculante al menos en un 30% de pendiente para permitir la descarga en almacén del algodón bruto. Los laterales y suelos de la caja han de ser pulidos o muy lisos para que deslice el algodón al bascular, y como normalmente llevan cadenas transversales para impedir el abombamiento de los laterales con la presión estas cadenas, han de ser fácilmente desenganchadas una vez totalmente llena la caja, ya que en caso contrario el algodón se enganchara al bascular e impedirá su descarga.

Cuando el algodón está en condiciones de humedad normales, la descarga es fácil. Si tiene un alto contenido de humedad el apisonamiento producido mientras se está recolectando forma, por las condiciones de adherencia del algodón, una masa compacta, que se pega al suelo y laterales, y no descarga. Por la forma de caer el algodón al vaciar del camión la práctica puede determinar la humedad aproximada que tiene a su llegada al almacén. (Trucos de arenilla en fondo). Otro sistema es el de canastas, o remolques especiales de algodón. Estos pueden ser normales conducidos por un tractor cualquiera de la explotación, basculantes, o canasta adecuadas a camiones especiales de recogida que izan las canastas desde el suelo. En la película que vamos a proyectar se verá este proceso en toda su amplitud.

En EE.UU. la mayoría del algodón se recoge en remolques de tela metálica, los más baratos, sin bascular, que son absorbidos directamente desde el telescópico de las cosechadoras. Estos remolques son trasladados hasta la desmotadora por los conocidos todo terrenos americanos, Ford o Chryslers, de gran velocidad, que les permite recorrer grandes distancias y volver a la parcela con gran rapidez. Normalmente la explotación dispone de casi el total de remolques necesarios para su producción, y almacenados con un número identificativo, permite a la desmotadora desmotar junto o seguido el algodón del mismo productor o de la misma parcela,

ya que el sistema de maquila general empleado allí, aconseja este método. A veces la desmotadora alquila el número necesario de remolques para aquellos agricultores que no tienen los medios de transporte, aunque es raro ya que eso implica un capital invertido por la desmotadora importante, que no es común.

Las canastas que ustedes ven o van a ver en la película, con enrejillados laterales, que les hacen pesar menos, y por lo tanto valer menos en su adquisición, tienen la desventaja que sólo sirven para algodón, por lo que aunque encarezca más, gran parte se construyen de chapas en los laterales. Estas canastas pueden ya utilizarse en la explotación además del algodón para cereales, semillas, abonos a granel, etc. dándole un sentido más útil a lo largo del año, sobre todo por la gran importancia que tiene el camión especial adaptado a este tipo de levantamiento, que hay que amortizar, y que dado que disminuye su tonelaje por la adaptación del sistema, aproximadamente 1.300 Kg. menos de carga, habrá que aprovecharlo con espacios muertos de menor tiempo, es decir, mientras se carga la próxima caja el camión está en tiempo de transporte, no parado.

Por ello el sistema de tiempos en manejo de algodón recolectado es importantísimo para que la cosechadora no pare la recolección, más que el tiempo imprescindible para su limpieza y engrase.

Otro sistema que elimina este retraso que puede originar la avería de un camión o colas en la descarga, es preparar en la besana una era. Un terreno limpio de piedras y hierbas, seco a ser posible, un poco alto y ruleado o apisonado suficientemente, y vaciar las distintas canastas en ese "suelo". Cuando llega el medio de transporte (en este caso suelen ser camiones rápidos) se carga el algodón con una pala mecánica y se pisa como si fuera directo de la cosechadora.

Hemos olvidado mencionar, que dada la situación de la canasta o el camión en

la bezana, se suelen emplear "transportadores intermedios". Estos transportadores que no aparecen en la película, son unas enormes canastas elevadoras y basculantes, movidas por tractor, que se encargan de recoger el algodón de la cosechadora y llevarlo al punto origen de la carga. De esta manera la cosechadora no abandona ningún momento el líneo o los líneas en que esta trabajando.

La formación de pacas de algodón que ven ustedes en la película, mediante un compactador, es otra medida usual en la zona, pero el compactador es caro, la presión aunque sólo aumenta un 20% la carga, comparado con el camión o el remolque, lo cual sí abarata el transporte, tiene un pequeño inconveniente, el factor importante de la recolección: la humedad. Si algunas cápsulas tienen más humedad de la debida en el momento de la recolección la compactación tan directa en campo, no permite su almacenamiento por mucho tiempo, es difícil de medir la humedad de esa bala en su interior. El sistema esta pensado para almacenar en la desmotadora las pacas ya prensadas y a la intemperie, evitando la construcción de almacenes, ideal para climas muy cálidos y de pocas lluvias en la época de la recolección; pero en España, la bala hay que almacenarla bajo cubierta, evitando la fermentación interior que pudiera haber, y sólo con la ventaja de disminuir un poco el coste de transporte por el mayor peso, contra el encarecimiento de la compactadora y el palet del fondo. No han proliferado en los últimos años, sólo existen las primeras que se trajeron para prueba extensiva.

Son además equipos que requieren superficies grandes de siembra que puedan amortizar toda esta maquinaria, y un equipo de camiones importantes para su traslado, o gran cantidad de palets para almacenar en la propio finca a la intemperie, esperando que los camiones lo retiren. Si el clima fuera más seguro, esto significaría que se dejarían para el tiempo de menor agobio o bajada de la recepción, esas pacas o balas para retirar, pero la

incertidumbre de la humedad interior, que ya hemos dicho, casi imposible de medir, nos hace desconfiar de su buen estado. Se han dado muchos casos de balas perfectas en su exterior y medidas de humedad no superiores al 12% hasta donde la pinza o pincho detector de humedad puede penetrar en esa bala prensada, aproximadamente 40 cm. y al desmotarlo encontrar un centro, un corazón, todo "colorado", es decir fermentado y por tanto inservible por su pérdida de calidad.

ALMACENAMIENTO.

Este es un tema crucial en la desmotadora.

Si el algodón bruto estuviera seco, es decir recolectado con humedad inferior al 15%, permitiría con la recolección, carga, descarga, poder llegar a la desmotadora con un máximo del 12% de humedad. En estas condiciones, y recordamos que estamos hablando de humedad del algodón junto con la semilla, se podría almacenar casi tres meses sin problemas de fermentación. Pero la generalidad es la falta de uniformidad en las parcelas recolectadas y por tanto humedades medias mantenidas pero no homogéneas. Por tanto el control de humedad para almacenar el algodón es importantísimo.

En cada factoría hay personal encargado de controlar exhaustivamente la humedad de las partidas que entran, independientemente del control por el Organismo oficial que efectúa la clasificación y que determina la humedad oficial de cada entrega.

Este personal al descargar la partida lleva la hoja de características del algodón, es decir su clasificación, humedad, impurezas, grados y rendimiento, incluso si es primera o segunda recogida, y orden a la descarga en el almacén que tenga similares características de algodón ya almacenado.

Normalmente debe contar la desmotadora con tres zonas de almacenamiento:

1. Algodones secos 10% humedad. Estos algodones, pueden ser desmotados a largo tiempo por su capacidad de *aguante*, en caso de que existan otras partidas que necesiten su desmotación inmediata por peligro de fermentación.

2. Algodones a medio plazo, para humedades entre 10-12% de humedad.

3. Algodones con peligro, humedad superior al 12,5%.

Teóricamente la humedad máxima permitida en la recepción es del 14%, pero como es de media en esa partida puede haber parte con el 12% y parte con el 16%, por lo que su fermentación es segura a lo largo del proceso de espera en desmotación.

El algodón seco del almacén que hemos denominado nº 1, no necesita ningún manejo interior desde su descarga, más que ser aspirado en su momento por el equipo de desmotado. Este algodón permite grandes alturas de almacenamiento, y remotes desde su descarga, hasta alturas de 6-6,5 m. Hemos mencionado que las naves han de tener como mínimo libre a pie de cercha 7,5 m.. Se remonta desde el nivel de descarga con palas cargadoras de gran volumen haciendo grandes montones hasta la altura que la pala permita.

El algodón almacenado en el nº 2, es decir, el "dudoso", puede mantenerse almacenado pero no con las alturas mencionadas anteriormente. Siempre se debe mantener como máximo 3 m. de altura que permita controlar la humedad en las partes bajas. Con regularidad se voltea con la pala de un lugar a otro y así se puede descubrir algún foco que anteriormente haya pasado desapercibido, y a la par medir humedad.

La experiencia nos dice que bien vigilado su almacenamiento, sin deterioro puede ser desmotado al cabo de 30 días.

El algodón que consideramos peligroso es el señalado con el nº 3, que al cabo de 24-30 horas puede dar lugar a calenta-

miento, coloreando la fibra en grado sumo. Este es el mayor vigilado y el que por supuesto tiene preferencia en la desmotación.

A la par que se va almacenando algodón, lógicamente se realiza en momentos de campaña en que la desmotación funciona a pleno rendimiento, por lo que la capacidad de desmotado, es decir, cantidad de Kg. en jornada de 24 horas influye en la capacidad que hay que disponer de almacenes y en la distribución que se hace de los algodones según su humedad.

Con la recolección mecánica las impurezas, que junto con la humedad de las semillas son las que pueden elevar la humedad del "conjunto" algodón bruto, tienen ya poca importancia, puesto que en la generalidad de los algodones sí están bien defoliados, las hojas o impurezas orgánicas que llevan están normalmente desecadas.

No obstante el proceso de maduración del algodón, influye lógicamente en la maduración de las semillas que contiene, y si éstas están inmaduras la humedad las transmite a la fibra, que puede estar seca pero que puede fermentar o calentarse si la semilla está inmadura.

Al proyectar por tanto una factoría, las capacidades de almacenamiento diferirán unas de otras de acuerdo con las características en que se recoja el algodón de esa zona que se va a desmotar.

Es primordial en ese proyecto, que el patio de maniobras central o distribuidor permita cualquier trasvase de una nave a otra y que a su vez el recorrido de balas terminadas nunca interfiera la recepción de algodón. La gran capacidad de los trenes actuales de desmotado, al ser industria de temporada exige una máxima recepción y por consiguiente máximo almacenamiento, para disminuir los gastos generales y hacer más rentable la industria. La recolección cada día en todo el mundo, no sólo en España se realiza en

el menor tiempo posible, por muchas razones, cobros, riesgos, labores próximas, máximo tiempo de venta de fibra, etc., por lo que cada día o se necesitan más almacenes, o se aumenta la capacidad de desmotado diaria para aumentar el número de kilos por campaña trabajados.

Normalmente en estas industrias se acostumbra a medir la capacidad de las fábricas por el número de balas por campaña (de 220 Kg. en fibra), pero como medidas para nuestro país si se quiere traducir a Kg. aproximados basta multiplicar esas balas de fibra por 700 y nos dará en algodón bruto la capacidad total.

SECADEROS

Este aspecto de gran cantidad de algodón con respecto a la capacidad de desmotación diaria, es decir, mayor entrada que el consumo diario, es un tema muy importante que hay que manejar perfectamente para que ese "oro blanco", que tanto ha costado criar en el campo, y comprar para su transformación, no se estropee por su mal almacenamiento, antes de sacar la fibra.

En todos los trenes de desmotado uno de los componentes más importantes son los secaderos.

Tienen como misión secar el algodón bruto para su mejor desmotado, mediante corriente de aire caliente mezclados con el algodón. Pueden ser horizontales o verticales, según el camino que siga el algodón. Los horizontales pueden ser a su vez estáticos, (parados) y rotativos, pero los de mayor empleo por su mejor eficacia son los verticales, simples torres de secado, constituidos por una serie de bandejas, conectadas entre sí, por las cuales circula el algodón describiendo un camino zigzagueante. No posee ninguna parte móvil, por tanto exento de averías. El algodón penetra por una boquilla superior, arrastrado por una corriente de aire caliente a temperatura adecuada y

después de hacer su recorrido por las bandejas sale por una boquilla inferior hacia las limpiadoras.

Pueden ir en serie de dos o tres continuos, o intercalados entre varias limpiezas, pero siempre, por supuesto, antes de la caja desmotadora.

La temperatura dependerá de la humedad de entrada del algodón, y con un algodón superior o alto en humedad, debe estar el primer secador a 120°F. y el segundo si va a continuación 90º.

Con algodones secos, a veces se pasan por secadero con aire que lo empuja pero apagados, sin calor no es necesario.

Es imprescindible el secado para producir una buena separación de las impurezas de la fibra en el algodón bruto. Se aconseja dejar el algodón a un 6% de humedad para un proceso bueno de desmotado.

Teóricamente, este algodón al salir en balas, debería tener una humedad de fibra de 8,5% que es la medida de venta internacional, y para ello se acopla en la rampa de caída del condensador-limpiadora de fibra, unos pulverizadores que distribuidos muy regularmente debían aumentar esa humedad del 6% a 8,5% en su caída antes de prensarlo. Por la gran capacidad o rapidez, por la falta de tiempo para aplicar esta humedad, no se consigue en España la homogeneidad al 8,5%, saliendo la fibra con una humedad realmente baja, pero con plena seguridad de conservación. La mala aplicación de esta humectación a la fibra, coloreados e inservibles para la hilaturas.

GRANDES SECADEROS.

En algunos países con este mismo problema de corto período de recepción y mucho algodón, mayor que lo que se desmota, instalaron en la misma factoría algodonería lo que podríamos llamar un

SECADERO PREVIO, es decir un secadero de gran capacidad y una despalilladora también de gran capacidad, necesaria para dejar el algodón limpio y seco, con objeto de pasar el algodón por este equipo y almacenarlo en buenas condiciones hasta el día en que le toque desmotarlo.

En España se pensó en este sistema, pero su estudio económico resultó negativo, ya que el coste de este secado es tan caro como el de desmotado, la línea y el equipo necesita una amortización que encarece. Podríamos decir que es el coste de la mitad de un tren de desmotado, y por la mitad del coste del desmotado habría que añadirlo al coste de desmotación (1,5 veces).

No hay ninguno instalado en España.

PRODUCCIÓN DE CALOR

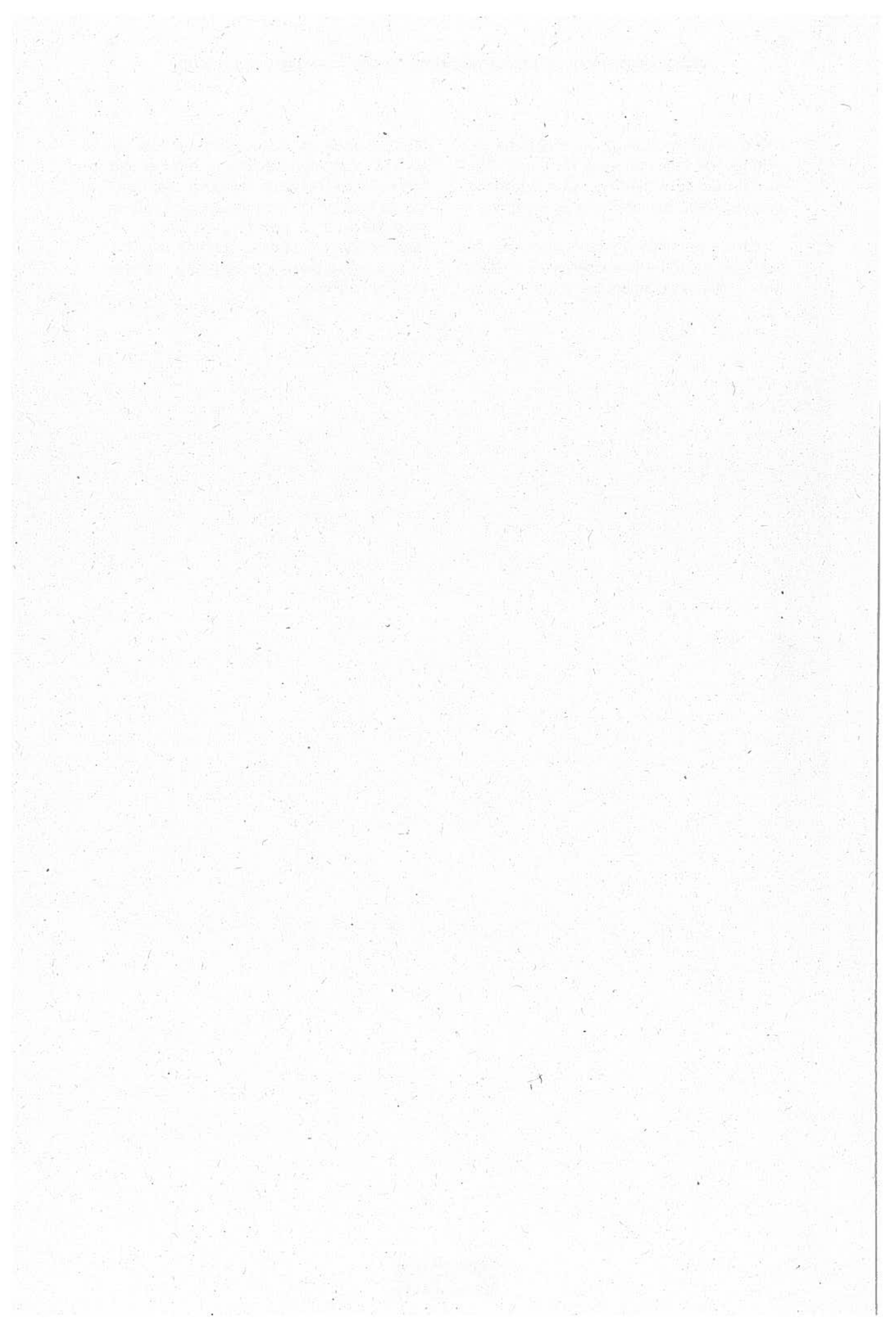
El aire caliente del secadero, necesita quemador y combustible. Los quemadores tradicionales horizontales, fuel o gasoil, simplemente quemando y calentando aire impulsado por una turbina, han sido sustituido por quemadores de propano verticales o instalaciones de calentamiento de aceites térmicos, que a su vez calientan el aire, utilizando como combustible los desperdicios de algodón que se recogen de la despalilladoras, limpiadoras, etc. en el proceso.

Los quemadores de propano necesitan muy poco espacio y pueden ser instalados con gran facilidad. La inversión en la central térmica es grande, por su equipo, obra civil, etc., pero resulta a la larga más económica que el propano, con un pequeño inconveniente: con algodones húmedos y para caso de averías, es necesario disponer de los quemadores tradicionales para ayudar a alcanzar la gran temperatura que se requiere para su secado. No hay que decir que la regulación de la temperatura del secadero es muy importante y mucho más importante que el secadero alcance su temperatura ideal antes de

que entre el algodón, por lo que la primera máquina debe ponerse en marcha en un tren de desmotado es el secadero, y una vez esté caliente iniciar el proceso.

En los quemadores de los secaderos, hay que mantener una vigilancia constante con objeto de limpiarlos y que el com-

bustible no *oscurezca* la fibra. Un fogonazo o un mal quemado produce en el aire que ha rozado en ese momento, una mezcla de combustible en suspensión que al empujar la fibra por el secadero la va manchando y adquiere además de olor, un tono grisáceo que la hace bajar de precio enormemente.



III.12. MANEJO DEL ALGODÓN BRUTO COSECHADO A MÁQUINA

LEONARDO BARAHONA

ANTECEDENTES

Hace ya varios años que los principales países productores de algodón (Estados Unidos, Rusia, etc) vieron la necesidad de fabricar máquinas cosechadoras de algodón tanto por motivos económicos de necesaria rentabilidad como por falta de material de mano de obra en muchas ocasiones.

Pero, curiosamente, pronto pudieron apreciar que la simple consecución de una cosechadora adecuada no era suficiente ya que al solucionarse el problema de la recogida surgieron otra serie de nuevos problemas a los que ha sido preciso prestar atención.

Por ejemplo: Al ser recogida la cosecha en menos tiempo a máquina que a mano surge el problema del transporte y almacenamiento del algodón bruto. Todas las entregas del algodón se pretendían hacer en muy corto espacio de tiempo y las factorías no podían dar abasto para desmotar en menos tiempo la cosecha. La posible solución de aumentar la capacidad desmotadora no siempre resultaba conveniente ni económicamente factible.

El costo del transporte del algodón a granel tal cual salía de las cosechadoras con su baja densidad y gran volumen se elevaba extraordinariamente. Había que buscar nuevos sistemas.

Así nacieron los "módulos". Enseguida se inventó el "compactador" del que sucesivamente se han hecho varias modificaciones y modelos y se buscaron diversas soluciones para el almacenamiento del algodón recién cosechado, más o menos compactado. Al principio se fabricaron largos almiarés en el campo con la cosecha.

Después, se proveyó al compactador de sus caras laterales y desde entonces los módulos se hacen de medidas sensiblemente constantes cuya longitud y anchura se corresponde con las "plataformas" y cuya altura se hace prácticamente constante. Corrían los años 70.

Ya tenemos tres nuevos instrumentos: módulo, compactador y plataforma. Los problemas que planteaba un simple cambio de actitud ante la recolección se iban sucesivamente resolviendo. Con los módulos fabricados caben varias opciones:

Dejarlos varios días en el mismo campo. Trasladarlos al cortijo al final de la jornada. Trasladarlos a un almacén previo intermedio. Trasladarlos directamente a factoría.

La solución a) ha sido la más usada en países como EE.UU. y Rusia. En nuestro caso se ha venido usando siempre que ha sido posible la d). La a) puede presentar problemas cuando llegaran lluvias abundantes.

Pero como las cosechadoras no pueden perder el tiempo yendo y viniendo de la parcela al compactador se inventa un "transportador intermedio" de algodón bruto y de paso unos "camiones" especialmente adaptados para el transporte de los módulos y por si fuera poco se adosa si se desea una plataforma especial al compactador que alberga a los remolques llenos de la cosecha que son volcados directamente dentro. Es la mecanización integral.

MECANIZACIÓN DE LA RECOLECCIÓN

Creo que no es necesario esforzarse mucho para demostrar que la mecaniza-

ción de la recolección y su transporte a factoría es el único camino para reducir los costos del cultivo en los países desarrollados. Naturalmente existen aún algunos países donde el valor de los jornales es reducido y la mecanización costosa. En ellos se sigue recolectando a mano y es natural que sea así.

Pero una simple cosechadora de algodón puede hacer el trabajo de más de 100 personas. Por algo la cosechadora se ha convertido en el símbolo de la mecanización. Por eso no es de extrañar que en países como EE.UU. o Rusia prácticamente toda la recolección se haga a máquina, mientras hacia 1955 sólo se había iniciado el proceso. Pero el obligado recorrido de la fibra desde la cápsula en el campo hasta la entrada en la hilatura tiene que estar organizado perfectamente tratando de no producir pérdidas por reducción de la calidad de la fibra y de la semilla obtenidas.

Y de paso hay que tratar a la vez de reducir los costos de producción. Por todo ello se ha adoptado este nuevo sistema que algunos han venido en llamar de módulos compactados.

SISTEMA DE MÓDULOS COMPACTADOS

Con él se trata de racionalizar el trabajo de los tractores y camiones (siempre empleados aun con recogida manual) no sólo con las cosechadoras de algodón (elemento fundamental de la recolección mecanizada) sino también con otra colección de elementos auxiliares nuevos (transportadores intermedios, compactador, plataformas o pallets, etc) que en conjunto deben hacer factible un máximo aprovechamiento y un rendimiento óptimo al conjunto de la instalación que permita conseguir una adecuada rentabilidad a la, de todas formas importante, inversión que es preciso realizar. Por cierto que para ser del todo completo debería disponer también de un "transportador interno de módulos".

Diccionario. Antes de seguir adelante explico muy escuetamente lo que es cada elemento del equipo.

Cosechadora. Autopropulsada recogedora directa de las cápsulas que pasan a su tolva.

Transportador intermedio. Recipiente sobre ruedas arrastrado por tractor que recibe el algodón de las tolvas de las cosechadoras y posteriormente lo vacía directamente en el compactador.

Compactador. Caja metálica sin fondo y sin tapa de forma paralelepípedica recto rectángula de dimensiones normales más frecuentes: 7,00 m. De largo por 2,40 m. De ancho y de 2,20 m. De alto provisto de mecanismo apisonador.

Módulo. Bloque apisonado de algodón bruto formado en el interior del compactador sobre una base metálica (plataforma) con medidas las del compactador (7,00 x 2,40 x 2,20 m) con ligeras variaciones de su altura y con peso variable entre 7.000 y 9.000 kilos.

Plataforma o pallet. Superficie plana rectangular de medidas sensiblemente iguales a las del compactador (7,00 x 2,40 m) generalmente de chapa metálica sobre la cual descansa el módulo.

Transportador interno de módulos. Aparato especialmente adaptado para transportar los módulos hasta su lugar del almacenamiento. Es arrastrado por tractor y carga y descarga automáticamente el módulo. Los hay de varios tipos, alguno no automático.

Camión especial. Para transporte de módulos con equipo automatizado de carga y descarga de módulos con ángulo no superior a los 18º para evitar el deslizamiento del módulo sobre el pallet.

Proceso completo de manejo. El más complejo exige el siguiente movimiento al algodón bruto:

Del campo de cultivo a la cosechadora
 > De esta al transportador intermedio >
 De aquí al compactador > De él al módulo
 fabricado > De éste al transportador
 interno de módulos > Al módulo almace-
 nado > Al camión > A la factoría.

Naturalmente este proceso puede reducirse y cabe hacer varias combinaciones intermedias pero a costa de reducir la eficacia. Se puede eliminar el transportador intermedio y el transportador interno o el camión especial, etc. Las variadas soluciones dependen de múltiples factores: distancias al almacenamiento y a la factoría; tiempos de estancias de los módulos; posibilidad de acceso de camiones a las parcelas de algodón; lugares donde pueden colocarse las plataformas, etc.

En España no hemos llegado a instalar un proceso de manejo tan completo como el indicado. Consideramos que un "equipo completo" está formado por: tres cosechadoras, un compactador, un transportador intermedio, veinte plataformas y un camión especial de uso parcial. El camión dispone de guías hidráulicas especiales adaptables a variados modelos que levantan sobre su chasis cada módulo pero que pueden emplearse para otros muchos transportes distintos del algodón.

Este equipo completo puede todavía simplificarse más haciendo que el algodón de la cosechadora pase directo al compactador y que el módulo fabricado pase, bien al transportador interno o directamente al camión para que en ambos casos lo lleven a factoría.

Veamos ahora como deben hacerse las cosas en este aparente y complejo proceso de actividades a desarrollar. En síntesis:

a) Preparativos para la recolección.
 Aperos revisados.- Máquinas a punto.-
 Defoliación adecuada.- Campo en condiciones.-
 Recolección en su momento.-
 Humedad

b) Movimientos de las plataformas.

Estudio de su situación.- Estudio de los recorridos.- Revisión de los lugares de permanencia en su caso.- Centro geográfico.- Cantidad necesaria.-

c) Fabricación de los módulos. Entre 6 y 10 canastas.- Descargas delanteras, traseras y centrales.- Juego adecuado del "tramper" o apisonador.- Dimensiones: 7,00 x 2,40 m.- Alturas: 1,60 a 2,20 m. Densidad media. 200 a 250 kgs/m³.- Peso: 5.800 a 9.000 kilos.- Trabajo de 1 a 2 hombres.- No fumar.-

d) Almacenamiento y conservación de módulos. La calidad intrínseca que el algodón bruto tiene en la planta es necesaria conservarla. La humedad en exceso es el principal peligro. El módulo no debe pasar el 12% de humedad. En los cinco primeros días es necesario examinar frecuentemente la temperatura del módulo. Dentro de las primeras 48 horas puede esperarse una elevación normal de la temperatura y si no tiene exceso de humedad dicha temperatura se estabilizará. Si continua elevándose hay que desmontar el módulo cuanto antes y si alcanza los 40° a 45°C, es preciso hacerlo inmediatamente. Hay termómetros especiales "de pincho". Temperatura estabilizada entre 80 y 90°F (26 a 32°C). Límite admisible máximo 110°F (43°C).

Proyecto de investigación. Efectuado en España en 1980 y 81 sobre estudios de rendimiento en recolección mecanizada con el primer módulo importado.- Estudios de tiempos invertidos y de pesos, humedades, formas de trabajo, rendimientos, estudios económicos, etc.

Gráficos de peso de módulos.

Gráficos de cosechas recolectadas.

Gráficos de tiempos invertidos por cosechadora.

Gráficos de tiempos invertidos en minutos.

Gráficos de tiempos por máquina.

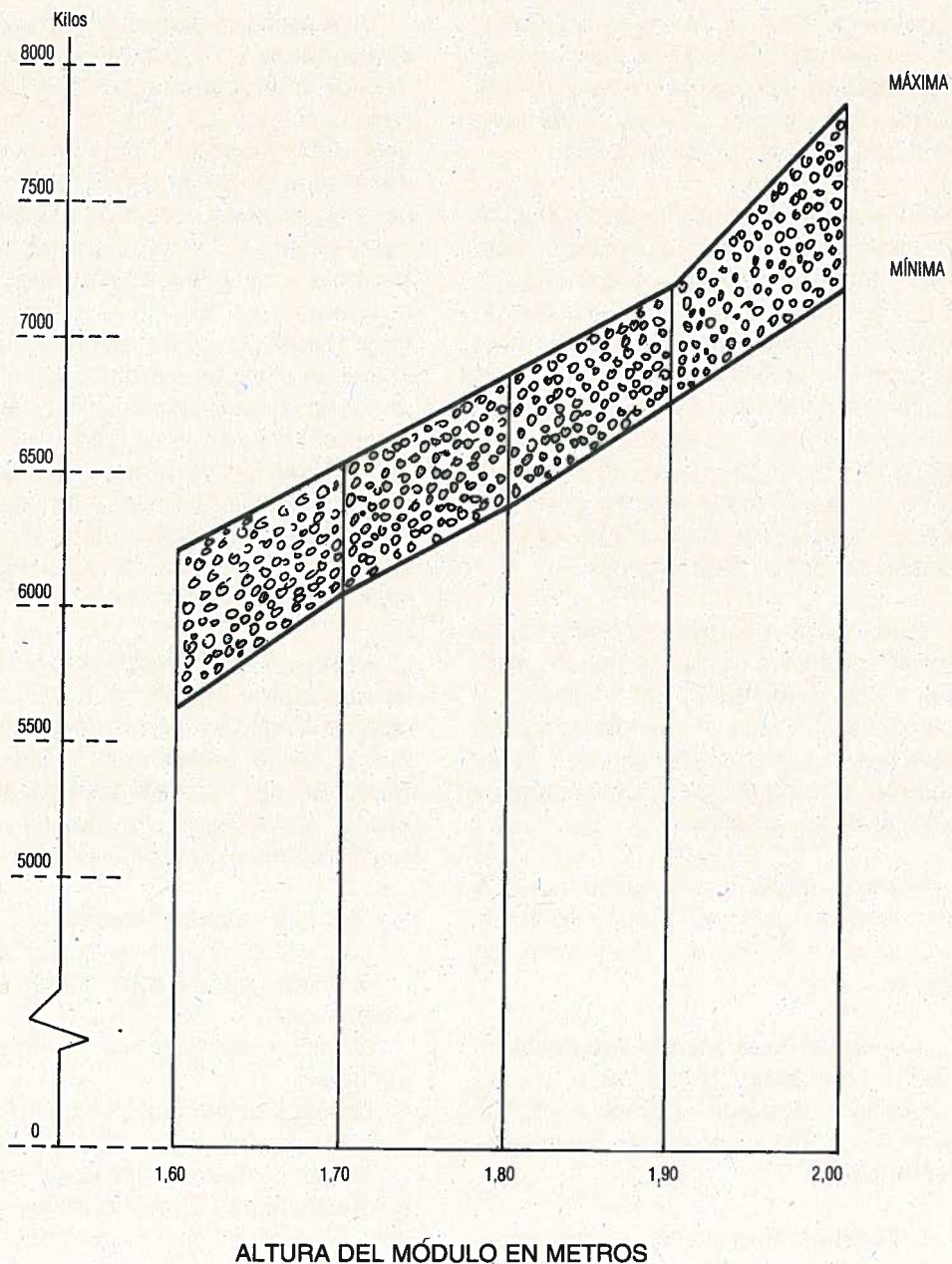
Observaciones.- Necesidad de coordinar los trabajos.- Buscar el centro geográfico.- Evitar los tiempos perdidos.- Una a

tres cosechadoras alimentan un compactador según estado de la plantación y tipo de máquina.

Estudio de módulos con exceso de humedad. Recolectado a primera hora.- Arriba 9% de humedad pero abajo 16%. - Primer día 24°C.- Cuatro días entre 21 y 24°C.- Quinto comienza el recalentamiento de la parte baja.- Sexto día diferencia de

3°C de arriba abajo.- Décimo día diferencia de 10°C.- Undécimo día 12°C de diferencia con 35°C en total de temperatura.- Semilla entonces estaba en mal estado; blanda y sin facultad germinativa.- Se desmotó sin más espera y la fibra perdió un grado de abajo sobre la de arriba y su resistencia en índice Pressley bajó de 92,5 a 89,5.- Y todo eso a pesar de que sólo había alcanzado los 35°C la parte peor.

Gráfico 1. Peso de los módulos (7,20 x 2,40 m. superficie) según altura.



MANEJO DEL ALGODÓN BRUTO COSECHADO A MÁQUINA

Gráfico 2. Factorías algodoneras. Porcentajes de recogida de algodón mecanizado por quincenas. Campaña 1985-86

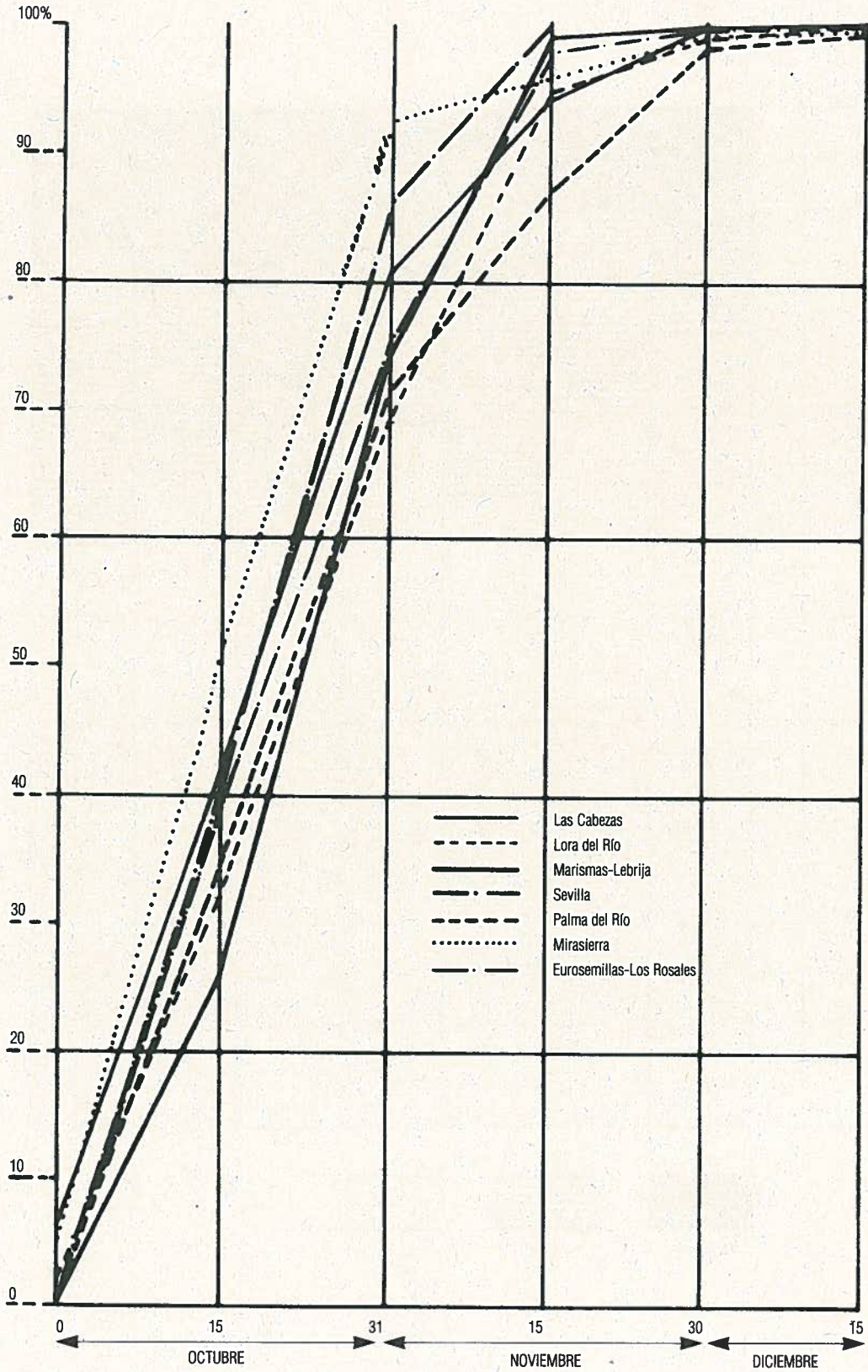
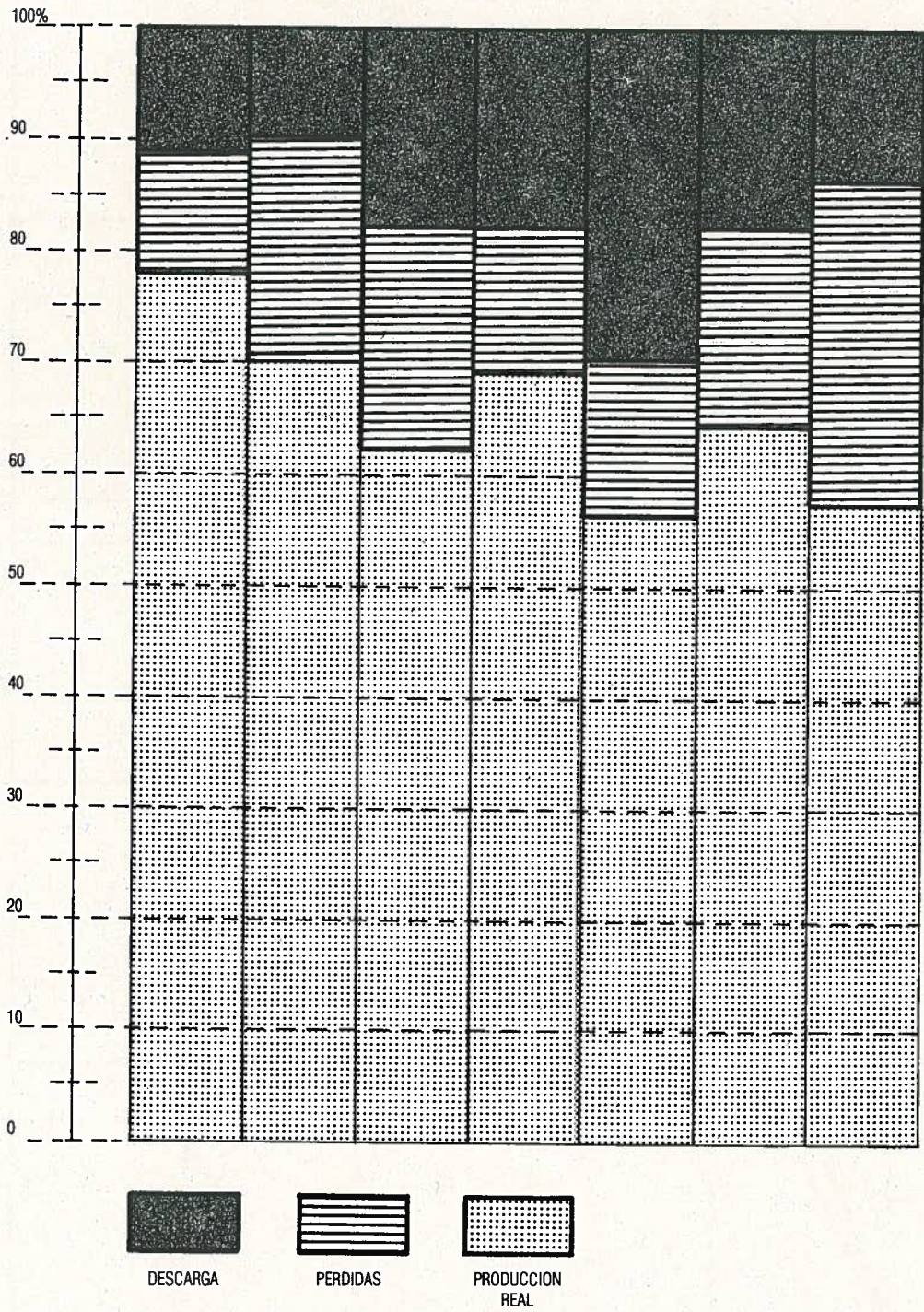
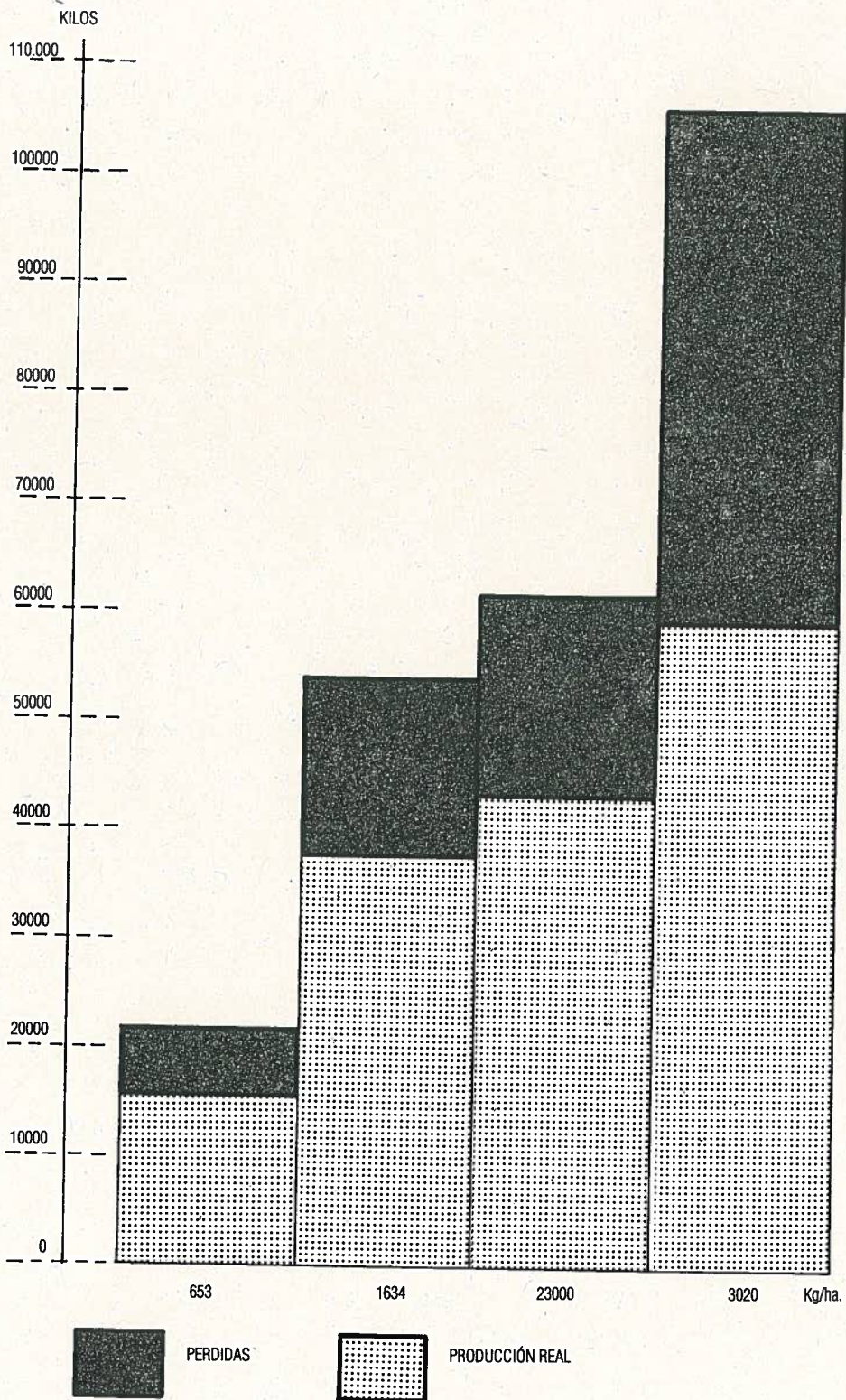


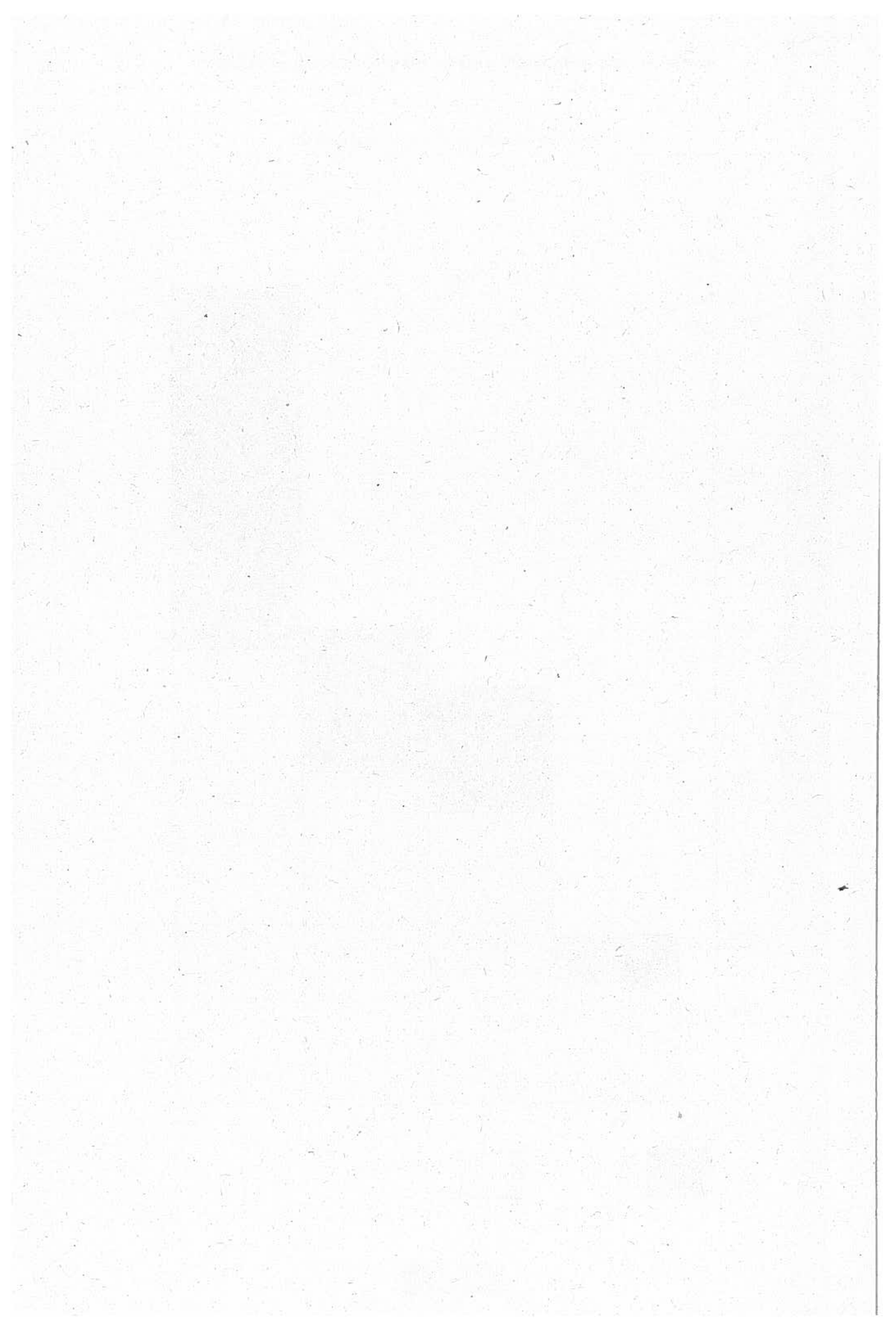
Gráfico 3. Tiempos invertidos por cosechadora %



MANEJO DEL ALGODÓN BRUTO COSECHADO A MÁQUINA

Gráfico 4. Cosecha recolectada con 4 cosechadoras en una jornada.





III.13. FUNCIONAMIENTO GENERAL DE UNA FACTORÍA ALGODONERA

LEONARDO BARAHONA

UN POCO DE HISTORIA

Hasta 1792 sólo existió la "churka" o "Jerka" que era una inicial y elementalísima "desmotadora" formada de dos pequeños cilindros de madera que giraban en contacto. En 1793 Eli Whitney, ayudado por H. Holmes inventó la desmotadora de sierras y costillas. Aunque Whitney es famoso por su invento no ganó dinero con él porque no lo había patentado.

Pasó cerca de un siglo de lento desarrollo pero para 1884 ya se habían inventado dispositivos para la descarga neumática del algodón bruto, separadores, alimentadores y condensadores de fibra hasta llegar a la obtención de la prensa de balas.

Desde 1930 surgió una nueva era de desarrollo con la creación del Laboratorio de desmotado de investigaciones ubicado en la ciudad de Stoneville (Mississippi, Estados Unidos). Hoy todavía prosigue su trabajo y los avances de los últimos 30 años han sido formidables en todos los órdenes de mecanización y concretamente de la desmotación.

PROYECTO DE UNA FACTORÍA ALGODONERA

El proyecto completo para la ejecución de una factoría algodонера es relativamente complejo y debe hacerse por personal especializado en evitación de errores que siempre se traducen en gastos innecesarios o en inversiones que después no son productivas.

Por de pronto hay que prever: capacidad, espacios, accesos, maquinaria, energía, agua, almacenamientos, naves,

tinglados, depósitos, aparcamientos, desperdicios, vientos dominantes, prevención de incendios, control de pesos, torres de polvo, incineradores, pavimentaciones, cerramiento (en su caso), etc.

Como es una industria de temporada debe preverse también si se va a dedicar o no a otras actividades sean o no complementarias del desmotado. Entre éstas están por de pronto las de desbarrado de semilla y la de extracción de aceite.

Objetivos principales del desmotador. En síntesis:

- a) Producir fibra de calidad.
- b) Mejorar el "grado" de la fibra pero reduciendo al mínimo la posible baja de calidad de dicha fibra.
- c) Obtener alta productividad al más bajo coste.

Efectos del desmotado sobre la calidad de la fibra

Esta depende de muchos factores: variedad del algodón; tipo de suelo y de cultivo; clima; recolección; contenido de humedad e impurezas; forma de desmotar; etc.

Todo influye en la futura calidad de la fibra. La mejor calidad está en el campo en la cosecha madura. Hay que pensar siempre en el mantenimiento de la calidad.

Proceso de trabajo en la factoría. Fundamentalmente:

- a) Almacenamiento de algodón bruto.
- b) Desmotado completo.

- c) Almacenamiento de fibra y de semilla.
- d) Desborrado (en su caso).
- e) Extracción de aceite (en su caso).

ALMACENAMIENTO DE ALGODÓN BRUTO

Normalmente el algodón bruto recolectado no pasa directamente y de forma inmediata al tren de desmotado de la factoría. La razón fundamental está en que la capacidad de desmotación suele ser siempre inferior a la del algodón recolectado. Se recoge más deprisa que se desmota.

En consecuencia es necesario almacenarlo previamente hasta que llegue el momento oportuno. Para ello pueden emplearse variados sistemas que esencialmente podemos considerar quedan reducidos a cuatro:

A la intemperie en almiarés (a granel o ensacado).

A la intemperie en módulos (algodón apisonado).

Bajo cubierta en pilas a granel.

Bajo cubierta en pilas de sacos.

En plataformas móviles (módulos, canastas, remolques).

Grandes almiarés a granel se han venido empleando sobretodo en determinadas regiones de Uzbequistán (antigua Unión Soviética) y el sistema de módulos en el propio campo de cultivo en lugares diversos de California, Texas, Carolina, etc de los Estados Unidos. Todos estos casos en general corresponden a zonas de escasez de lluvias y en cultivos de secano. Se deben revisar con frecuencia sobre todo si reciben lluvias.

La estancia del algodón bruto en almacenes o tinglados cubiertos es muy común en las propias factorías. Tanto si está ensacado como a granel conviene hacer las pilas con chimeneas de ventilación y siempre colocado sobre enjaretados de madera que le preserve del suelo. Hay que buscar siempre la mayor aireación posible.

Es preciso inspeccionar con frecuencia las pilas de algodón bruto vigilando tanto la separación de partidas distintas, evitando mezclas de clases o variedades como, sobre todo, estar muy atentos con la humedad. Porque el problema más grave que presenta todo almacenamiento de algodón bruto es el del posible exceso de humedad. El control riguroso al respecto no puede abandonarse nunca ni por ningún motivo.

Cuando el algodón bruto tiene exceso de humedad se calienta espontáneamente, fermenta, baja el "grado" de la fibra por cambio de color y deterioro de la semilla. El apagado del color se produce por acción bacteriana y en este caso el manchado aparece por desintegración del tegumento de la semilla.

El calentamiento espontáneo es por la humedad de la semilla. El algodón bruto con semilla de menos del 10% de humedad puede ser almacenado sin problema pero con más del 14% se manchará y fermentará.

Cuando la semilla tiene entre el 10% y el 14% de humedad puede o no sufrir degradación el algodón bruto. Es cuestión de tiempo.

El algodón bruto con el 14% de humedad, o más, debe desmotarse inmediatamente. La mejor solución está en no recibirlo.

El acondicionamiento del algodón bruto, antes de almacenarlo, en general no es recomendable (salvo cuando es para obtener semilla para siembra) porque suele necesitar gran inversión de capital.

Son más difíciles de almacenar sin perjuicio las grandes partidas de algodón bruto que las pequeñas.

MANTENIMIENTO DE PILAS DE ALGODÓN BRUTO

Cuando la semilla "respira" genera calor.- Una pila caliente de algodón bruto

insuflada de aire se enfría por fuera pero no se detiene su recalentamiento ni la sucesiva descoloración de su fibra.- Las partidas con fibra húmeda y semilla seca transfieren la humedad a la semilla y se produce el recalentamiento.

En el secado del algodón bruto se extrae la humedad de la fibra con relativa rapidez y facilidad pero muy poca humedad de la semilla. El volumen de las partidas influye bastante en el equilibrio higroscópico y, naturalmente, las partidas compactas son peores al respecto.

Las recogidas de primeras horas del día deben desmotarse las primeras; deben ir separadas y marcadas. Los algodones cosechados con humedad relativa del 70% o superior no deberían almacenarse salvo que se sequen cuidadosamente antes.

Pueden obtenerse buenos resultados con los traslados de algodón bruto (ensacado o a granel) siempre que la humedad relativa sea baja.

SECADO DEL ALGODÓN BRUTO

El algodón nunca debe ser secado a una temperatura más alta de la necesaria.- Las fibras de algodón siempre se "chamuscan" cuando llegan a 500°F (260°C) e incluso antes.- Su inflamación puede alcanzarse hacia los 550 a 600°F (287 a 315 °C).

Al calentar el algodón la humedad relativa disminuye muy rápidamente al principio pero después no. El volumen y la velocidad del aire de los secaderos son muy variables. Hay modelos con unos 1.200 a 1.375 metros cúbicos por minuto en la tubería (o sea 4.000 a 4.500 pies cúbicos por minuto en unidades americanas) mientras sólo llevan 275 metros cúbicos por minuto en la torre de secado.

El consumo de aire del secadero, naturalmente, también es bastante variable. Hay modelos que van desde 1,13 a 2,83

metros cúbicos por cada libra de algodón bruto, o sea, 40 a 100 pies cúbicos por libra.

La temperatura del aire de secado puede oscilar entre 65°C y 121°C (150 a 250°F).

Es más fácil rebajar la alta que la baja humedad del algodón bruto.- Por ejemplo: Hace falta más energía para bajar la humedad de 10% a 8% que bajarla de 16% a 14%.

HUMEDAD DEL ALGODÓN BRUTO

No podemos actuar mágicamente sobre la humedad pero sí podemos:

- a) Medir la humedad de las partidas de algodón bruto.
- b) Agruparlas homogéneamente dentro de unos límites.
- c) Proteger del mal tiempo el algodón que espera.
- d) No recibir algodones con exceso de humedad.
- e) Recomendar no coger demasiado pronto el algodón.
- f) Incentivar las buenas prácticas culturales.
- g) Incentivar con un buen precio al buen algodón.

Uso debido del secadero. Se puede y se debe usar el secadero sin el quemador con algodones de secano, secos, y con un tiempo seco y temperaturas relativamente altas cuando la humedad relativa es baja.

El **secado excesivo** daña a la fibra; ésta pierde peso; encarece el combustible; baja el rendimiento en producción; dificulta el prensado; acorta la fibra; disminuye la resistencia de la fibra. En resumen: Bajan los rendimientos, aumentan los costos y, sobre todo, baja la calidad.

El **secado insuficiente**, cuya consecuencia es obtener la fibra con más del 7% de humedad en el momento de entra-

da en prensa, también baja el grado. Además la fibra húmeda se prepara peor; se producen atascos en las costillas de las desmotadoras y baja el rendimiento en producción.

Deben seguirse las recomendaciones del fabricante del secadero.- No olvidárlas.- Debe vigilarse con frecuencia el termómetro y debe actuarse sobre el quemador según el tanto por ciento de humedad entrante del algodón bruto en el secadero. Últimos modelos de secadero pretenden hacer automáticamente esta labor pero no dan del todo solución cuando no hay un mínimo de homogeneidad en la humedad del algodón entrado.

Cuidados de funcionamiento de las desmotadoras. En síntesis:

- Todas las máquinas deben estar limpias y bien engrasadas.
- Los discos-sierra y los rodillos (modelo fibra larga) en buenas condiciones.
- Hay que operar siempre dentro de las velocidades marcadas.
- Hay que controlar los ajustes, las correas, las poleas.
- Los motores limpios, centrados y funcionando sin calentarse más de lo normal.
- Cumplir las normas de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Tener todas las protecciones de seguridad necesarias.
- Evitar en lo posible la "segunda vuelta" de algodón de la casetilla.
- Debemos **conocer bien las máquinas**.- Vigilar la salida de la semilla. Controlar todos los rendimientos.- Seguir las instrucciones detalladas de los fabricantes.- Las desmotadoras son el corazón de la planta desmotadora.
- No se debe modificar la velocidad de los ejes.
- Los discos-sierra deben pasar sin rozar las costillas.
- No olvidar el peligro de la "bala achispada".
- Controlar la salida de la semilla bajo la máquina: bien limpia pero no con exceso.- La "almohadilla" apretada reduce el valor del algodón-

- Afilar los discos-sierra cuando corresponda (suele ser cada 400 a 600 balas por máquina y sólo 3 ó 4 veces cada uno).

- El algodón limpio y seco se desmota mejor que el sucio y húmedo.

- No olvidemos que desmotar bien es un "arte".

FASES DE LA DESMOTACIÓN

Como ya saben Vds. hay dos tipos esenciales de desmotadoras: las de rodillos de cuero (más propias para algodón de tipo egipcio) y las de discos-sierra (más propias para el de tipo americano). Toda factoría algodонера precisa tener trenes de desmotación pero también un conjunto de equipos auxiliares de los que hablaremos en días sucesivos.

Una vez recolectado el algodón bruto se pasa por un conjunto de fases de la elaboración preindustrial del algodón pudiendo considerar como más importantes:

- Preparación y acondicionamiento.
- Deseccación del algodón bruto (secadero).
- Limpieza del algodón bruto (limpiadoras alimentadoras).
- Desmotación propiamente dicha.
- Limpieza de la fibra (limpiadoras de fibra).
- Embalado o enfardado (prensa de balas).

Las factorías de rodillos de cuero suelen ser más sencillas que las de discos-sierra y suelen estar menos "mecanizadas". Su producción por máquina es mucho menor. No disponen por consiguiente de todos los elementos auxiliares existentes.

FUNCIONAMIENTO ADMINISTRATIVO DE LA FACTORÍA

Exigirá un mínimo de trabajo administrativo que, a grandes rasgos deberá llevar al menos:

- 1- Partes de trabajo.
- 2- Partes de existencias.
- 3- Partes de rendimientos y pérdidas.
- 4- Partes de fibra: Loteado de balas.
- 5- Relación con agricultores.
- 6- Relación con proveedores y compradores.
- 7- Relación con servicios oficiales.
- 8- Etc, etc.

DATOS NUMÉRICOS.

- Trenes de desmotación de tipo americano.- Los hay de 70-75-79-80-90-120-141-142-158-161 y 177 discos-sierra y éstos de 12-16 y 18 pulgadas de diámetro.

Los trenes de desbarradoras tienen cada máquina 106-141 y 176 discos-sierra. Su capacidad varía de 1/2 a 3/4 de libra de borra producida por sierra y hora.

- Prensas de balas hay:

De baja densidad: 192 Kg/bala/por m³.

Densidad normal: 384 Kg/bala/m³.

Alta densidad: 577 Kg/bala/m³.

O sea, 12-24-36 libras por pie cúbico de densidad.

Las cajas de las prensas tienen 20x54" - 20x50" - 20x41", o sea, 508 mm. de largo x 1.371, o 1270, o 1041mm. de ancho.

- Densidad de la semilla.

Semilla desmotada: 380 Kg/m³.

Semilla ligeramente desbarrada 410 Kg/m³.

Semilla desbarrada integral: 480 Kg/m³.

Semilla desbarrada químicamente: 530 Kg/m³.

La borra total es aproximadamente el 8% medida sobre semilla, o sea, más o menos el 5% sobre el algodón bruto. La borra "limpia" es 1,7% sobre la semilla, o sea, 1% sobre algodón. La borra de "segundo corte" es 6% sobre semilla limpia.

Nota.- Todas estas cifras numéricas de datos son orientativas y aproximadas.

I. PRÁCTICAS RECOMENDADAS EN DESMOTACIÓN

Las prácticas recomendadas para el adecuado funcionamiento de una factoría algodонера desmotadora no sólo corresponden a las máquinas desmotadoras sino al complejo proceso total en el que intervienen toda otra serie de trabajos complementarios, más o menos completos, que incluyen, por ejemplo, el desbarrado de la semilla, el tratamiento y almacenamiento de ésta, los secaderos de semilla, la semilla para siembra, etc. así como la eliminación de desperdicios, la contaminación, la prevención de incendios, los seguros de productos, etc. de todo lo cual trataré seguidamente.

Para ello recordemos que las principales FASES DE LA DESMOTACIÓN son:

- Preparación y acondicionamiento
- Deseccación del algodón bruto
- Limpieza del algodón bruto
- Desmotación propiamente dicha
- Limpieza de la fibra
- Embalado o enfardado

TRABAJOS COMPLEMENTARIOS EN FACTORÍAS

Almacenamiento de semilla.- Su manejo puede hacerse por gravedad, por cintas transportadoras, por tornillo sin fin o por tubería.- Pueden emplearse silos apropiados.- Existen secaderos especiales de semilla para cuando tiene exceso de humedad.- Puede apilarse a granel o en sacos.- Debe usarse enjaretados y chimeneas de ventilación.- Debe conservarse en zonas aireadas.- Debe vigilarse la temperatura.

Semilla de siembra.- Conservar la pureza genética.- Evitar rigurosamente las mezclas.- Punto crítico: 12% humedad.- Mejor sólo 10%.- Esperar al menos 60 días para ver facultad germinativa.- La semilla bien almacenada puede variar su temperatura de 5° a 7°C según el tiempo exterior.

Desperdicios en las factorías.- Son muy abundantes. Cada vez más. Plantean problemas de suciedad, espacio y muchos gastos.- No deben usarse como fertilizantes por ser nidos de plagas y enfermedades.

Pueden proyectarse adecuados incineradores de desperdicios y los hay de diversos tipos. Los más usados son los ciclones para recoger dichos desperdicios. Existen también los recolectores de pelusa y los depósitos de polvo o cámaras de sedimentación.

Contaminación. Recuerdo al respecto el tema ya tratado anteriormente. En la factoría debemos estar permanentemente vigilantes tratando de impedir por todos los medios la posible contaminación de la fibra, comenzando por el algodón bruto. En todas partes puede haber contaminación que arrastra pérdidas generalizadas.

Prevención de incendios. Es evidente su necesidad. Todos los productos algodoneros arden con extrema facilidad. Desde las balas "achispadas" hasta los desperdicios. Evitar riesgos. Agua a presión.- Naves de máquinas, almacenes y "tinglados": Sin goteras ni humedades, limpias, ventiladas, sin roedores, con extintores y con enjaretados de madera bajo las pilas.

Calles de la factoría adoquinadas o asfaltadas, amplias, con desagües y bocas de riego.

Incineradores de desperdicios. Los desperdicios de cualquier tipo tienen energía aprovechable. Por eso pueden usarse para alimentar **cámaras de combustión** con "lecho fluidificado" que gasifica la biomasa en vez de quemarla del todo.

Estas cámaras están llenas de partículas parecidas a arena gruesa o grava. Si se introduce menos oxígeno del necesario para la combustión completa se logra la gasificación. La energía se puede utilizar

en forma de calor directo o de vapor de agua (hasta el 60% de la energía puede darla en forma de vapor).

También existen incineradores de tipo "fosa" o de tipo "sobre superficie" formados por equipos de chapa de acero con dimensiones variables. Las más frecuentes son:

18 pies de diámetro por 16 pies de altura (5,50m. x 4,88 m.)

20 pies de diámetro por 20 pies de altura (6,10 m. x 6,10 m.)

25 pies de diámetro por 25 pies de altura (7,60 m. x 7,60 m.)

terminados en chimenea de un mínimo de 30 pies (9,15 m.) de altura.

Seguros de productos y seguros de cosecha.- Las entidades desmotadoras, naturalmente, debido al riesgo, no solamente tienen necesidad de prevenir los incendios, sino que también lo que hacen siempre, son unos contratos de seguro de incendios de todos los productos existentes en factoría y de las propias edificaciones, maquinaria, etc. con compañías aseguradoras especializadas.

Con independencia de ello, también en España existe un seguro especial de la cosecha de algodón cuyas características principales son:

Cubre riesgo de pedrisco y lluvia en cantidad y calidad.

Tiene período de garantía y de carencia.

El capital asegurado es del 80% de la producción (con opción del 100% en la provincia de Sevilla).

La franquicia es del 10% de los daños.

Tiene una importante subvención del Ministerio de Agricultura.

Concluyo este tema de "PRÁCTICAS RECOMENDADAS EN DESMOTACIÓN" con las "REGLAS DEL BUEN DESMOTADOR" y con un "RESUMEN" al respecto.

REGLAS DEL BUEN DESMOTADOR

1ª) Use el secadero sólo lo suficiente para un desmotado normal suave (que dé entre el 5 y 7 % de humedad a la fibra al obtenerla).

2ª) Use sólo el equipo de limpieza de algodón bruto necesario.

3ª) Mantenga uniforme la alimentación de la máquina desmotadora.

4ª) No trabaje nunca forzado (desmotadora a su capacidad).

5ª) Controle rendimientos. Vigile la semilla.

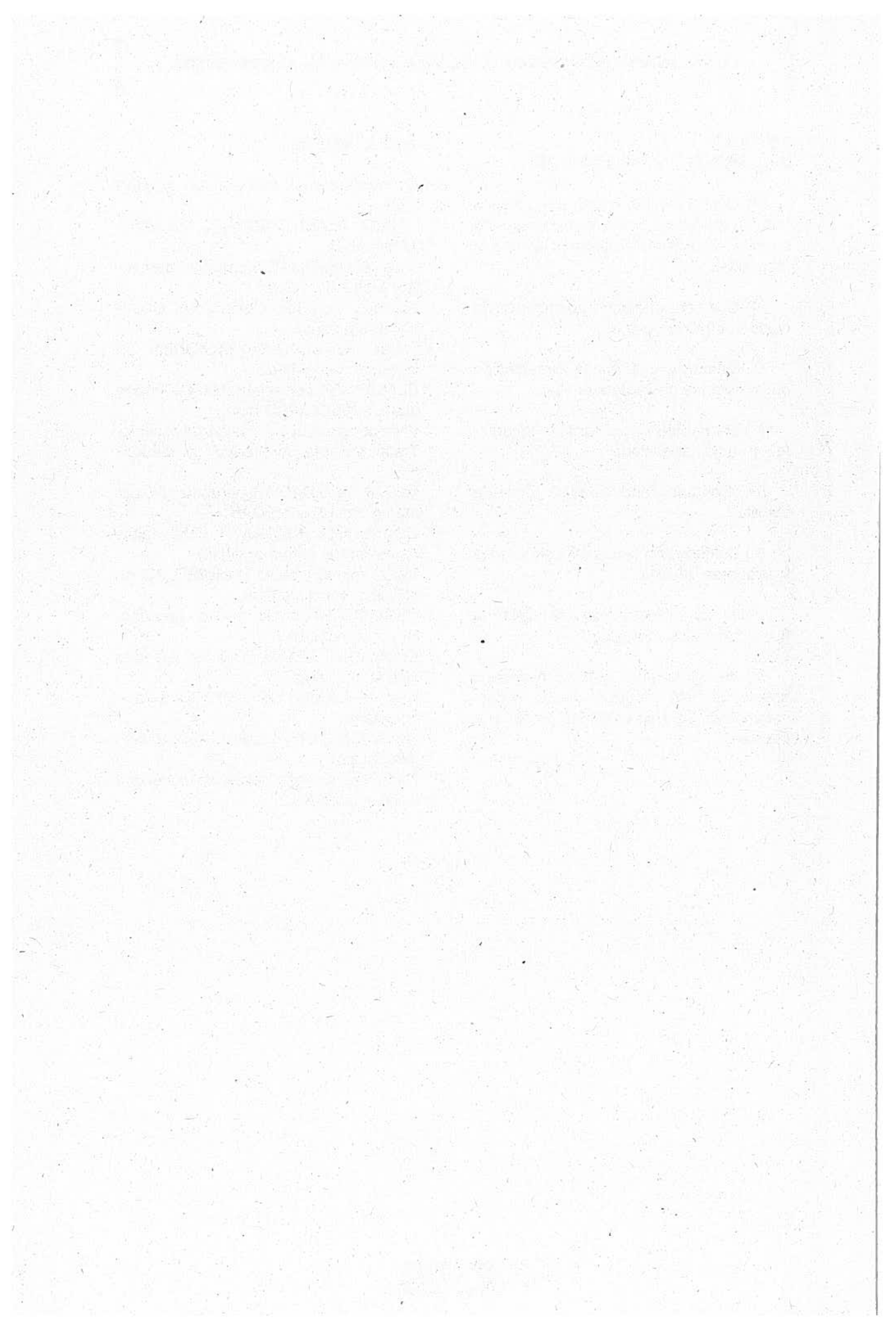
6ª) Cuidado con el uso excesivo de las limpiadoras de fibra.

7ª) No se olvide jamás de vigilar la humedad de los productos.

8ª) Piense siempre que es necesario obtener BUENA CALIDAD. Actúe en consecuencia. Calidad, incluso antes que cantidad.

RESUMEN

- * Es fundamental recoger el algodón bruto LIMPIO, SECO, MADURO, NO CONTAMINADO.
- * Hacer el DEFOLIADO convenientemente y en su momento.
- * Trabajar con las COSECHADORAS siempre a punto.
- * Evitar las CONTAMINACIONES en algodón bruto y fibra.
- * CLASIFICAR correctamente el algodón bruto. ANALIZARLO bien.
- * Velar por la CALIDAD .. desde el principio.
- * Tratar siempre de producir la MEJOR fibra.
- * Mejorar el GRADO operando debidamente con la HUMEDAD.
- * Obtener alta PRODUCTIVIDAD (altos rendimientos al menor coste).
- * Vigilar sin cansancio la HUMEDAD en algodón, semilla y fibra.
- * DESMOTAR técnicamente (secado, limpieza, rendimientos).
- * Emplear el SECADERO de algodón sólo lo suficiente.
- * Usar el EQUIPO DE LIMPIEZA sólo lo necesario.
- * No TRABAJAR forzado en el proceso desmotador.
- * Cada vez es más necesario conseguir buena CALIDAD.



III.14. ESQUEMA DE UNA DESMOTADORA

JEAN YVES LE BOURGE

Se incluye el esquema de la maquinaria de una línea desmotadora avanzada, expuesta por el Conferenciante, Ingeniero de la Compañía Francesa de Desarrollo Textil.

Esta línea, suprimiendo partes de la misma, tales como secado o limpieza, tanto de algodón bruto como de fibra

entre otras, se adapta a las diversas exigencias de la desmotación del algodón. Y ello según sea producido en seco o regadío y recogido a mano o a máquina.

Se completa el esquema con el detalle, asimismo esquemático, de las diversas máquinas que lo integran.

ESQUEMA DE UNA DESMOTADORA

Figura 2.

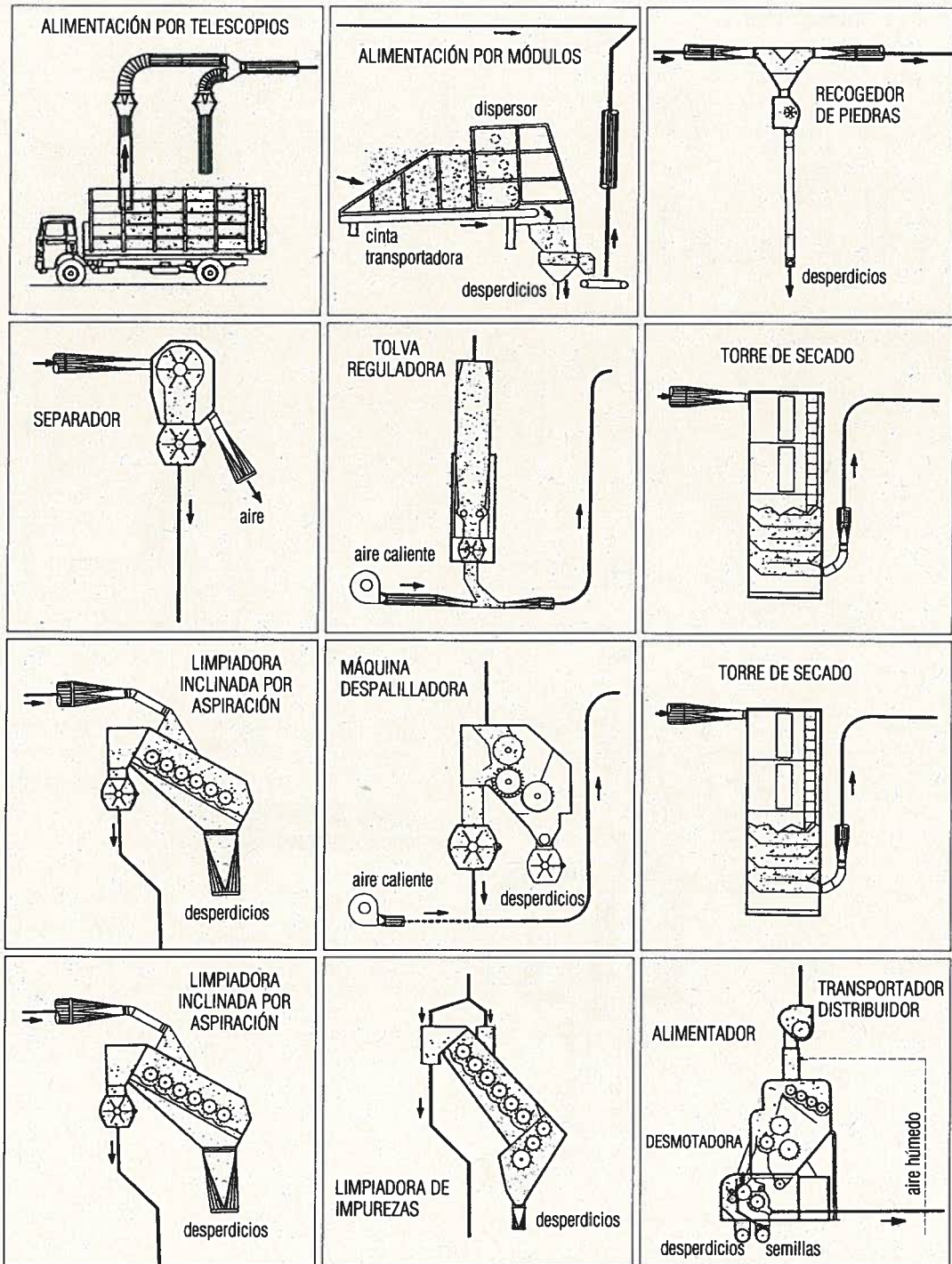
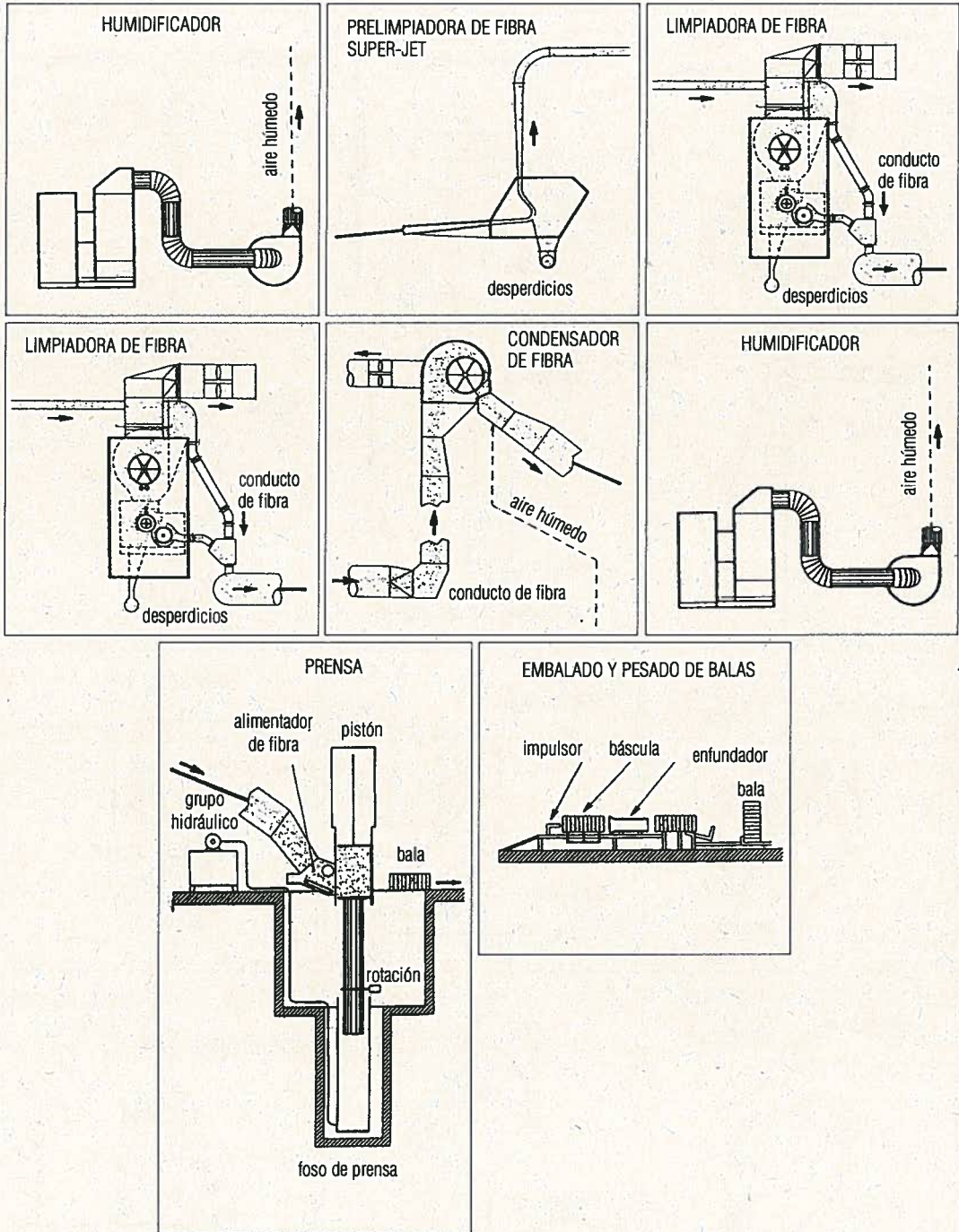


Figura 3.



III.15. TIPOS DE DESMOTADORAS

MANUEL CANO RUANO

PASADO, PRESENTE Y FUTURO DE LA DESMOTACIÓN

Básicamente las desmotadoras de algodón tipo sierra, no cambiaron en su configuración básica de desmotación hasta que las cosechadoras mecánicas fueron introducidas entre los años 1953 a 1955. Primero salió al mercado la máquina limpiadora de fibras neumática y después la máquina desmotadora de sierras de alta capacidad de varias marcas del año 1958 al 1962. Después ha ido evolucionando con máquinas de super alta capacidad y ultra alta capacidad. Actualmente en el mundo se encuentran trabajando los cuatro modelos de cajas desmotadoras que por razones de terminología voy a llamar así:

1. Convencional.
2. Alta capacidad.
3. Super alta capacidad.
4. Ultra alta capacidad.

Cajas desmotadoras de sierras:

1. Convencional.

Discos de 12" diám., prod. 1-1/2 Balas/hora 90 discos sierras.

2. Alta capacidad.

Discos de 12", 16", 18", 5-8 Balas/hora 80, 88, 141, 94, 142 discos sierras.

3. Super alta capacidad.

Discos de 12", 16", 18", 8-12.5" Balas/hora 141, 142, 158 discos sierras.

4. Ultra alta capacidad.

Discos de 12", 16", 12-15 Balas/hora 158, 161 discos sierras.

COSTILLAS:

Los primeros modelos solamente contaban con un costillar, sección de costillas

para la separación de la fibra de la semilla con las sierras.

El siguiente modelo usaba dos juegos de costillas, una para la separación de la semilla de la fibra, y otra para separación de impurezas, cascás, etc. Afuera con espacios más abiertas y la de adentro para la separación de la fibra de la semilla.

Últimamente se ha eliminado la sección de costillas exteriores por tener tanta basura, palitos, etc. el algodón cosechada con las máquinas "Stripper" que ponía muchas dificultades al desmotado con los dos juegos de costillas.

EVOLUCIÓN

La evolución de cambios en capacidades de desmotado, secado, pre-limpieza y limpieza de la fibra ha sido según la forma de recolección del algodón en el campo y la llegada de mucho algodón bruto para procesar en poco tiempo, con sus siguientes gastos de transporte, manejo, almacenaje, seguros, climatología en el tiempo de cosecha, y costo de mano de obra en el campo e industria.

Antes de comprar una planta desmotadora de algodón (1955 o antes) se calculaba la capacidad de una planta desmotadora a base de una producción de fibra de 500 balas por cada caja desmotadora convencional. Hoy en día es normal producir 5.000 balas o más por caja desmotadora de super alta capacidad. Antes trabajaban de 4 a 6 meses con entradas en pocas cantidades y ahora toda la recolección se tarda de 4 a 6 semanas en casi todas las zonas con cosechadoras mecánicas.

CAJAS DESMOTADORAS DE SIERRAS (TIPOS)

1. Tipo cepillo. Desprende la fibra de los dientes de las sierras con cepillos.

2. Tipo neumático. Desprende la fibra de los dientes de las sierras con un chorro de aire.

3. Lo más común hoy en día es (tipo cepillo) por ser más efectivo el desprendimiento de la fibra con todas clases de algodón. Es más costoso tener que cambiar los cepillos sencillamente porque las ratas comen los cepillos después de la cosecha y se tienen que cambiar cada años.

Cajas desmotadoras en el mundo. Óptimas capacidades para no dañar la fibra

1. 80, 90, 120, sierras de 12" de diámetro: 5-6 Kg/hora.

Nota: Estas sierras tienen normalmente 264 dientes y las cajas desmotadoras son de categoría convencional. 700 rpm.

2. Alta capacidad:

88-128/12" sierras:

10-12 Kg/sierra/hora. 850-900 rpm Lummus.

79-119-141/16" sierras:

10-12 Kg/sierra/hora. 625-700 rpm Cont.

75-100-140/16" sierras:

10-12 Kg/sierra/hora. 700 rpm M/G.

80-120/18" sierras:

10-12 Kg/sierra/hora. 525-550 rpm Murray.

94-142/18" sierras:

10-12 Kg/sierra/hora. 525-550 rpm Murray.

112-164/12" sierras:

10-12 Kg/sierra/hora. 850-900 rpm CHG.

3. Super alta capacidad:

158/12" sierras: 14-15 kg/sierra/hora. 850-950 rpm Lummus.

141/16" sierras: 14-19 Kg/sierra/hora. 625-700 rpm Continental/Murray.

4. Ultra alta capacidad:

161/16" sierras: 19-21 Kg/sierra/hora. 625/700 rpm Continental/Murray.

158/12" sierras: 14-19 Kg/sierra/hora. 850-950 rpm Lummus.

Nota: Estas capacidades en Kg/hora son dados por la experiencia y sobre pasar estas producciones en Kg/hora puede dañar la fibra con rizos y un aumento del número de neps. También puede variar con la variedad y condición del algodón.

Las variedades de Acala normalmente reducen la capacidad de una caja de sierras de desmotadora por el tamaño de la semilla y mayor dificultad en separar la fibra de la semilla, por eso hay que bajar la alimentación y tiempo de desmotado de estas variedades para preservar las características de la fibra y su valor comercial en el mercado.

Análisis de cómo aumentaron las capacidades desde los modelos convencionales de 12" diámetro de sierra a 700 r.p.m.

1. **Discos de sierras.** Aumentaron diámetro, más dientes y en algunos casos bajaron r.p.m. para mantener aproximadamente la misma velocidad periférica.

2. Rollo de semilla (almohadilla en España). Siempre se habían notado que la semilla ya desmotada seguía dando vueltas en el rollo sin caerse, y así bajaba la capacidad en los modelos **convencionales**.

3. La empresa Lummus instaló un agitador en el centro del rollo de semilla para expulsar la semilla ya desmotada que no se había caído afuera del rollo, en el mismo canal donde normalmente caen las semillas y así se aumentaba la capacidad.

4. Continental, Murray y Moss-Gordin aumentaron el diámetro de los discos de sierras y todo lo demás en relación incluyendo el canal de salida de semilla. Los discos fueron aumentados a 16", 18" y 16", respectivamente, pero solamente la Murray bajó los r.p.m. de 700 de los convencionales de 12" diámetro a 525-550

r.p.m. con los discos de 18" diámetro para aproximar la velocidad periférica de los dientes como en la convencional de 12" de diámetro a 700 r.p.m.

5. Super alta capacidad

La empresa Lummus aumentó de 88 a 102 sierras y de 128 a 158 sierras de 12" de diámetro, y siguieron con el agitador en el rollo de semilla, discos de 12" diámetro 900-950 r.p.m.

Continental instaló un tubo perforado para retirar la semilla ya desmotado de los dos extremos del rollo de semilla de la caja desmotadora del lado izquierdo y derecho por medio de un transportador sin fin.

Murray instaló un tubo perforado en el rollo de semilla y retira la semilla ya desmotada con aire a presión de un lado a otro.

CHG se inició en el mercado con una caja desmotadora de sierras de 112/12" y 164/12" que en su operación es similar a la Lummus 102/12" y 158/12" pero solamente tiene un costillar o juego de costillas principales, un diseño para algodón cosechado con Stripper.

6. Ultra alta capacidad

Lummus cambió a un solo costillar o juego de costillas principales para desmotar algodón Stripper e incorporaron una camar para remover mota y fibrillas en la caja desmotadora.

Continental cambió a un solo juego de costillas y aumentó de 141/16" diámetro de sierras a 161/16" diámetro de sierras.

7. Importancia de costillas (punto de ataque de diente a la costilla).

Desgaste de más de 3 espesores del espesor de la sierra en el punto de ataque reduce el rendimiento de fibra, aumenta la fibra en la semilla, aumenta los fragmentos de semilla en la fibra y afecta la preparación de la fibra.

8. Sierras. Es muy importante mantener un programa para cambiar las sierras a su debido tiempo y no afilarlos para futuro servicio.

LIMPIADORA DE FIBRAS

Desde 1953 en adelante.

1. La primera limpiadora de fibra de algodón ya desmotada fue la máquina neumática que recibe la fibra directamente de la caja desmotadora de algodón. Funciona neumáticamente cuando las fibras cambian su curso en forma de venturi deja a las impurezas seguir su curso por fuerza centrífuga. Hoy en día se siguen fabricando esta máquina en las tres fábricas en los Estados Unidos y se están promoviendo su uso para algodón de fibra larga además de fibra media y corta.

Desde 1956 en adelante.

2. El segundo tipo de limpiadora de fibra es de sierra de cinta, peinando la fibra contra barras cuchillas de acero y hoy en día casi todos los cilindros de sierras son de 16" de diámetro. El cilindro de sierras según el algodón puede girar a 800 r.p.m., 1.000 r.p.m. o a 1.200 r.p.m. según el algodón que va a limpiar/peinar. Actualmente casi todos en España trabajan a 1.060 r.p.m. o 1.200 r.p.m.

3. Las máquinas vienen fabricadas con anchos de:

A. 66" para 6.6-7.0 balas/hora (todas marcas).

B. 86" para 8.6-9.0 balas/hora (Lummus-CHG).

C. 94" para 9.4-10 balas/hora (Continental).

D. 108" para 10.0-11.0 balas/hora (Lummus).

Existe una relación con la eficiencia en todas las limpiadoras de fibras que es la siguiente: la máxima cantidad de fibra que se debe pasar en cada máquina, no importa la marca, es de una bala para

cada 10" (25 cm) de ancho de máquina. Al sobre pasar esta cantidad de fibra pueden aumentar los "neps" y los "rizos".

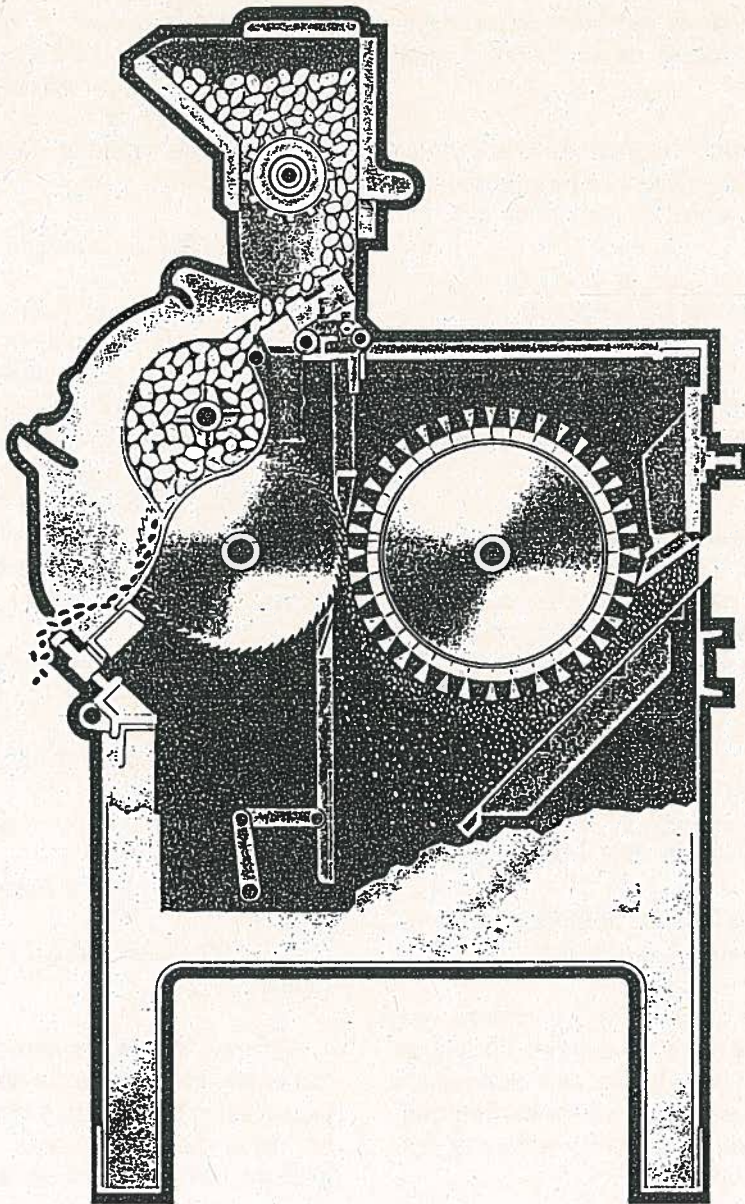
4. La última limpiadora de fibra de ultra alta capacidad es de 102" de ancho pero no entra en la relación anterior porque tiene el cilindro de 24" de diámetro y diseñada para limpiar/peinar hasta 15 balas por hora y es fabricado por Continental-Murray.

5. Los sistemas utilizados actualmente en zonas donde cosechan mecánicamente

te son para 2 pases por limpiadora y hay zonas, de los Estados Unidos en que se dan 3 pases. En realidad los hiladores cada año prefieren algodón con solamente un paso de limpiadora como máximo si se puede, y si fuera posible sin ningún pase.

6. La calidad de fibra para hilatura baja después de la primera etapa de limpiadora de sierra por aumentar la cantidad de "neps" y "rizos" y también sufre más el rendimiento de fibra desmotada.

Figura 1.



III.16. SECADEROS, LIMPIADORAS Y EQUIPOS AUXILIARES. SUBPRODUCTOS

LEONARDO BARAHONA BARCINA.

I. SECADEROS DE ALGODÓN BRUTO

Una de las cosas que más influye en el desmotado es el porcentaje de humedad que lleva el algodón bruto en el momento de entrar en la máquina desmotadora. Cuando su humedad se eleva más de lo normal (9-10%) el desmotado no se hace bien: el rendimiento en producción de la máquina disminuye; se consume más energía eléctrica; se producen frecuentemente interrupciones en el trabajo; parte de la fibra queda sin separar de la semilla con lo cual disminuye también el rendimiento en fibra. Finalmente la fibra baja de calidad. Cuanto mayor es la humedad mayores son estas pérdidas y desventajas.

Para suplir estos inconvenientes han aparecido los SECADEROS DE ALGODÓN BRUTO cuya misión es desecar el algodón inmediatamente antes de ser demotado (o incluso a veces secado solo para ser de nuevo almacenado) hasta hacerle perder el exceso de humedad que tanto perjudica.

TIPOS DE SECADEROS. Fundamentalmente existen tres tipos diferentes: a) El termolimpiador. b) El de torres. c) El de tambor.

a) El *termolimpiador* es el más sencillo y antiguo. Una caja provista de paletas se antepone al paso del algodón bruto haciendo pasar por ellas una corriente obtenida de una central de calefacción cualquiera.

b) El *secadero de torre* consta de una gran caja de sección cuadrangular de chapa metálica colocada verticalmente con estantes alternados entre los que va

pasando sucesivamente el algodón junto con el aire caliente. Después pasa a un limpiador que a través de un fondo especial extrae el aire cargado con la humedad mientras el algodón sigue hasta las desmotadoras. Adecuados ventiladores impulsores permiten hacer toda la operación mecánicamente. Este es el tipo que se ha impuesto en la gran mayoría de los trenes de desmotación.

c) El *secadero de tambor* es más eficiente aunque por ello más complicado. Se trata de una larga cámara cilíndrica dentro de la cual gira un tambor con paredes de tela metálica con tornillo sin fin de chapa, montado todo ello sobre estructura de acero. Como accesorios, un "separator" ventiladores, quemador, etc. El algodón bruto, además de secarse, es sometido a un verdadero "lavado de aire". Con ello es aireado, secado, limpiado y mullido durante los treinta segundos que tarda en pasar.

Este secadero de tambor presenta algunas ventajas sobre los otros como por ejemplo:

- El aire caliente permanece al menos el doble de tiempo en contacto con el algodón bruto.

- Existe menos fricción y menos resistencia al paso del algodón.

Además de secar limpia y mulle (de interés sobretudo para algodones de tipo egipcio).

Sin embargo no se ha generalizado su uso frente a los secaderos de torre, más sencillos y económicos. Otra de las razones es sin duda el que también se han inventado limpiadoras de algodón bruto.

II. LIMPIADORAS DE ALGODÓN BRUTO (CLEANER)

Dado que las desmotadoras no trabajan bien más que cuando reciben el algodón bruto limpio y seco, desde siempre ha sido necesario colocar antes de ellas, en el proceso desmotador, unas máquinas limpiadoras cuya finalidad es precisamente eliminar todas las materias extrañas.

Desde los tiempos en que Ely Whitney inventara la primera desmotadora de discos-sierra en 1793 han aparecido en el mercado numerosas marcas y modelos, cada vez más complicadas y costosas, como consecuencia de efectuarse la recogida cada vez peor. El algodón cogido a mano cuidadosamente y bien seco no requiere mucha limpieza.

Como el algodón seco se limpia mejor que el húmedo ahora es normal poner las limpiadoras de algodón bruto a continuación del secadero. Cabe, en principio, considerar dos tipos principales.

Limpiadoras a gravedad (Out-of air cleaner)

Limpiadoras a corriente de aire (Air-line cleaner)

Las primeras permiten el flujo del algodón ya horizontal o ya inclinado y las horizontales pueden ser empleadas también como a corriente de aire.

Las más comunes actualmente son las limpiadoras de plano inclinado provistas de cilindros giratorios con puas sobre zarandas rotativas o de varillas, o sea, de rejilla con 5, 7, 9 u 11 cilindros.

En los últimos años y debido al uso de cosechadoras se han modificado todavía más los sistemas de limpieza apareciendo nuevos elementos como las máquinas DESCARPELADORAS y las DESPALILLADORAS, es decir, las extractoras de carpelos, palos y partes de tallos y hojas verdes o no.

En los Estados Unidos existe incluso también una complicada máquina extractora-limpiadora especial para ser usada con los algodones recogidos por las cosechadoras arrancadoras (stripper).

A efectos prácticos lo importante es que el uso de todas estas máquinas (cada cual las suyas en su factoría) sea el adecuado y que se mantengan en buenas condiciones de trabajo sin sobrealimentarse.

Consideración final: Siempre que no se perjudique la limpieza de la fibra el mejor sistema es usar el menor número posible de máquinas limpiadoras de algodón bruto.

III. EQUIPOS AUXILIARES DE DESMOTACIÓN

Algunos son comunes tanto para desmotadoras de discos sierra como de rodillos. Entre ellos y como más importantes podemos citar:

- 1) Telescopio de aspiración en boquilla (telescope)
- 2) Separador (separator)
- 3) Limpiadora inclinada (cleaner)
- 4) Descapsuladora (extractor)
- 5) Cajas de vacío
- 6) Ventiladores
- 7) Distribuidor (distributor)
- 8) Alimentador (feeder)
- 9) Condensador (condenser)
- 10) Limpiadoras de fibra (lint cleaners)
- 11) Prensa de balas (press)
- 12) Conducciones
- 13) Control de alimentación

IV. SUBPRODUCTOS DE DESMOTADORA

Respecto a los subproductos que salen de una factoría desmotadora resulta que, además de los dos más importantes: fibra y semilla, se recogen también otro conjunto de subproductos como: fibrilla, algodón muerto, motas, borra, des-

SECADEROS, LIMPIADORAS Y EQUIPOS AUXILIARES. SUBPRODUCTOS

perdicios, basura, etc. y en el supuesto de disponer de extractora, también, aceite de algodón, harina o "turtó" y cascarilla como productos más importantes, de los cuales voy a tratar a continuación.

Como es bien sabido, la parte más esencial y de más valor del algodón bruto es la fibra. El resto son considerados como subproductos. No obstante, ahora, la semilla tiene enorme interés como primera materia industrial. Y naturalmente, si no hubiera semilla para sembrar no habría cultivo, ni cosecha, ni nada.

Una parte, pequeña pero fundamental de la semilla, es destinada a la siembra. Es aquella, previamente seleccionada, que posee facultad germinativa suficiente y que es de reconocida variedad.

En todo el comercio mundial existen empresas especializadas que se dedican a la producción de semilla para siembra, multiplicando variedades de alta calidad y obteniendo nuevas variedades.

El resto de la semilla (que realmente no debería llamarse "semilla" sino "grano" o cualquier otro nombre) y que es la gran mayoría, se somete al proceso de DESBORRADO O DESLINTADO de donde sale, principalmente, la BORRA O LINTER y la "SEMILLA DESBORRADA".

Esta última se destina a las fábricas de extracción de aceite obteniéndose como productos más importantes tres:

- a) Aceite de algodón
- b) Harina o "turtó"
- c) Cascarilla

El ACEITE DE ALGODÓN es el subproducto más importante de la semilla. Tiene del 15 al 20 % en peso. Está compuesto por glicéridos de ácidos grasos y contiene además esteroides, proteínas, aminoácidos y vitaminas.

El aceite bruto sin refinar tiene pigmentos como el conocido "gossypol" (en proporción del 0,05 %) y ácidos grasos libres. Se neutraliza dando aceite comestible y margarinas.

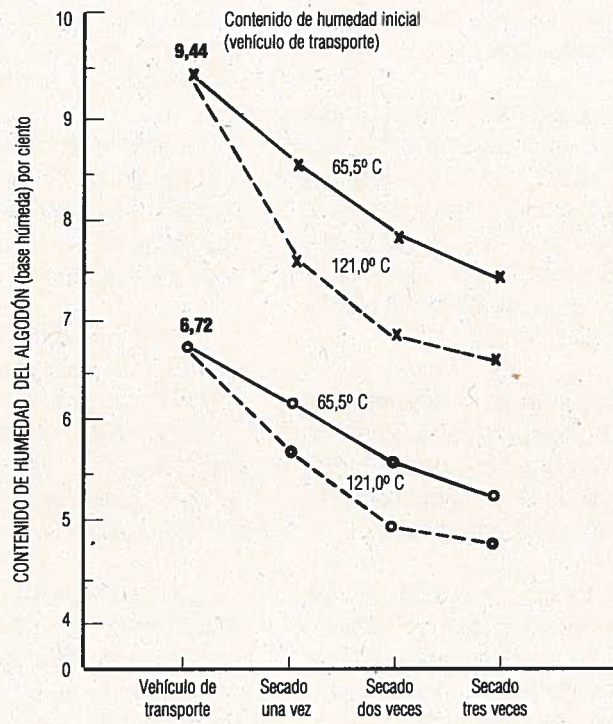
La BORRA DE ALGODÓN es primera materia de múltiples industrias: algodón hidrófilo, fieltros, colchones, butacas, mechas, hilos gruesos, apósitos, etc. y además como derivados: películas, sustancias plásticas, celofán, rayón, cuero artificial, papel fino, etc.

La CASCARILLA es combustible (4.000 calorías, mitad que la hulla) y también tiene multitud de usos para productos como el furfural, los decolorantes, la pasta de papel, etc. sirviendo además como alimento de rumiantes.

Las HARINAS DE ALGODÓN tienen gran riqueza proteica (36 a 50 %) y son un buen alimento concentrado para el ganado (excepto cerdos y aves). Son fuente de aminoácidos (metionina, lisina, triptofano) y sirven además para la alimentación humana cuando han sido debidamente tratadas.

Los OTROS SUBPRODUCTOS del desmotado, como el "algodón muerto", los desperdicios y la basura, tienen menos importancia relativa y económica y más bien representan una molesta carga de la que es necesario desprenderse con gastos totales de cierta consideración.

Figura 1. Contenidos de humedad de algodón medidos sobre el vehículo de transporte y después de ser secado una, dos y tres veces en una torre secadora de 18 bandejas, utilizando dos temperaturas de aire de secado y algodones con dos diferentes contenidos de humedad inicial.



**SECADEROS, LIMPIADORAS Y EQUIPOS AUXILIARES.
SUBPRODUCTOS**

Figura 2. Secadero de algodón multipaso desarrollado por el USDA para secado de exposición controlada.

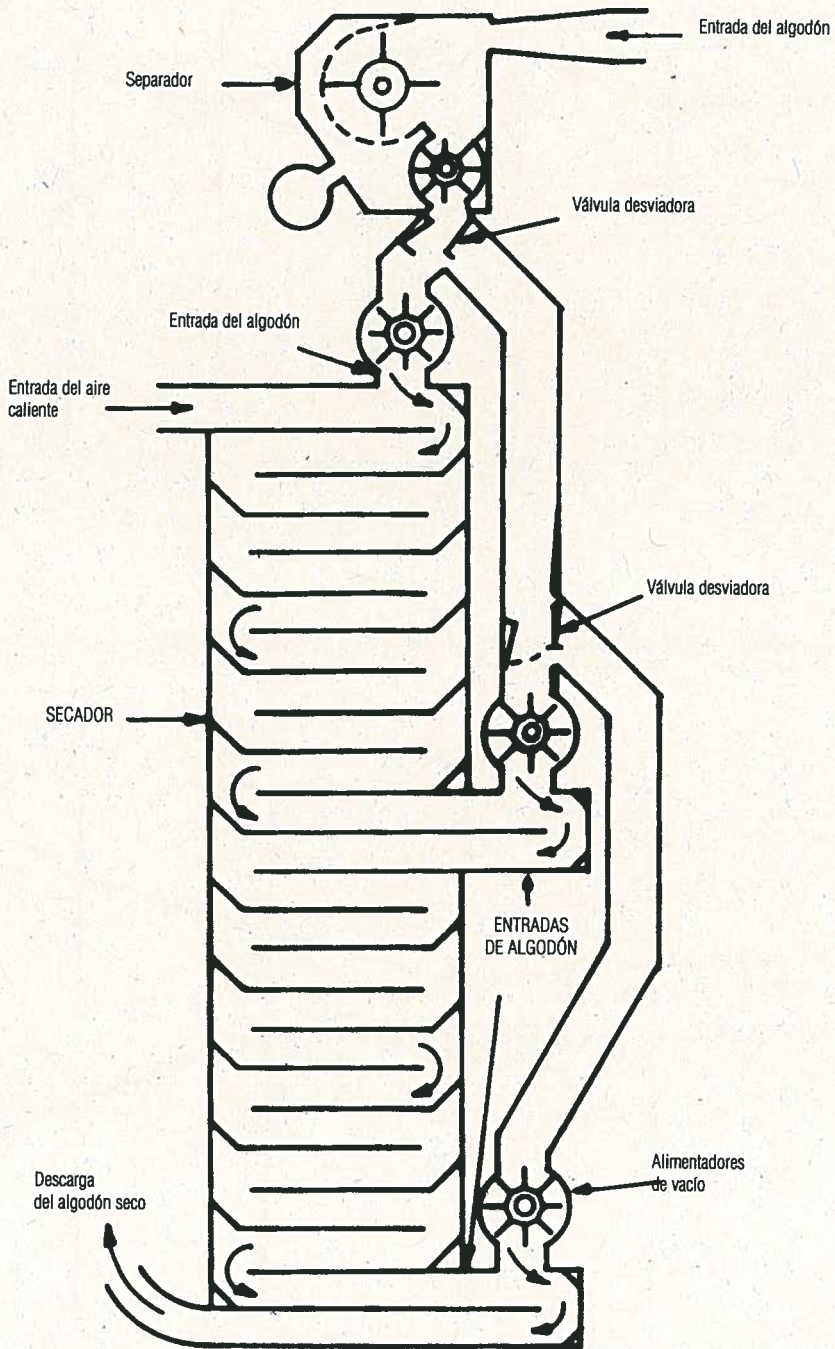


Figura 3. Desmotación: Influencia del secadero de algodón bruto en el grado y en la resistencia y apariencia del hilado.

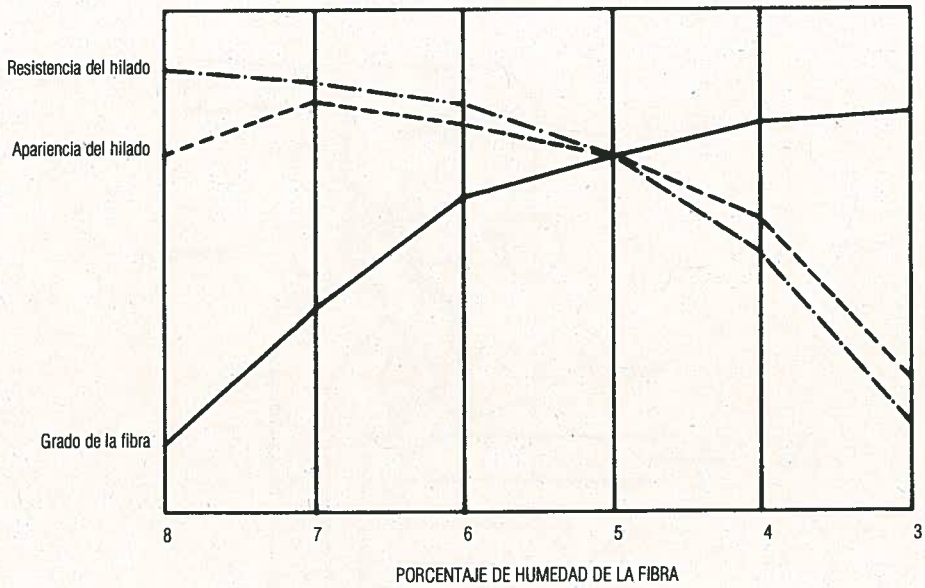
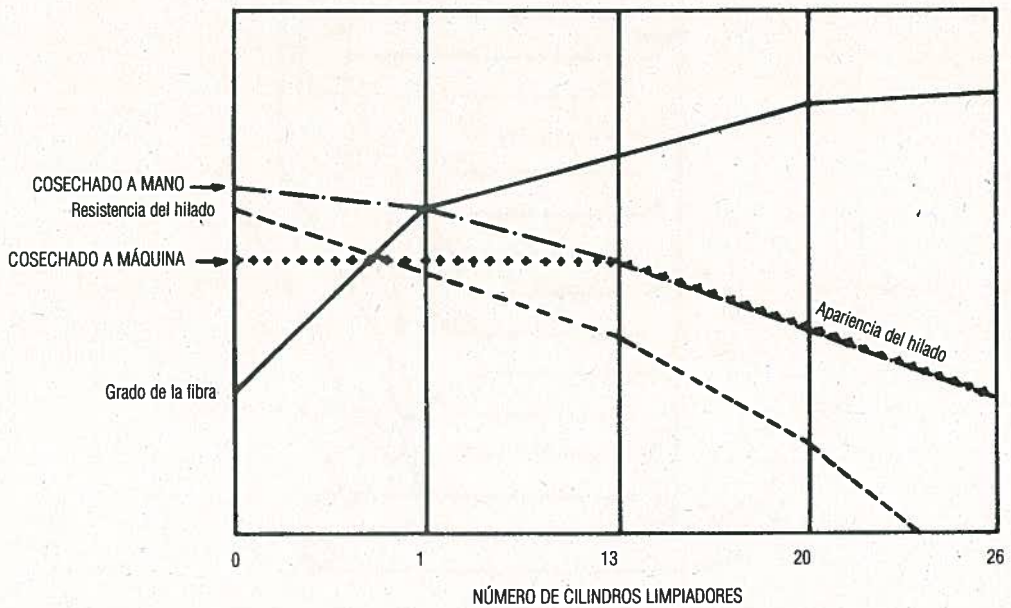


Figura 4. Desmotación: Influencia de las limpiadoras de algodón bruto sobre el grado de la fibra y de la resistencia y apariencia del hilado.



**SECADEROS, LIMPIADORAS Y EQUIPOS AUXILIARES.
SUBPRODUCTOS**

Figura 5. Desmotación: Influencia de las limpiadoras de fibra sobre el grado de la fibra y sobre la resistencia y apariencia del hilado.

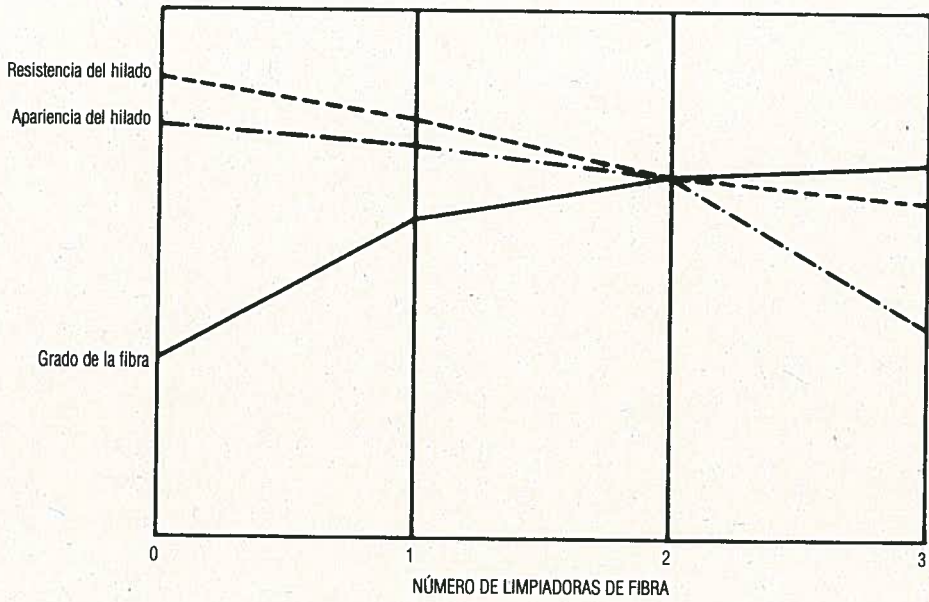
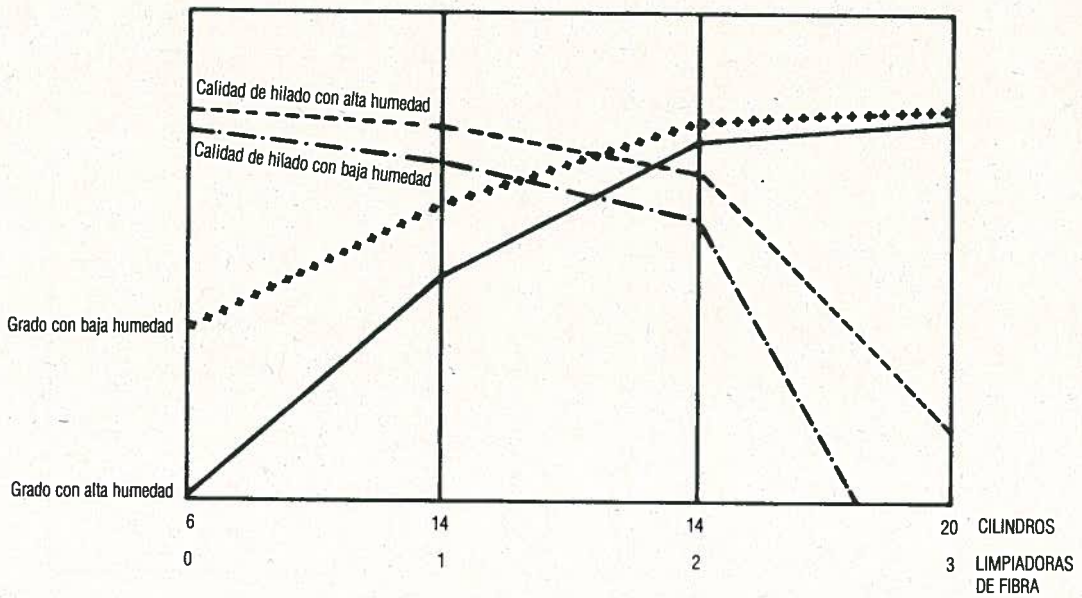
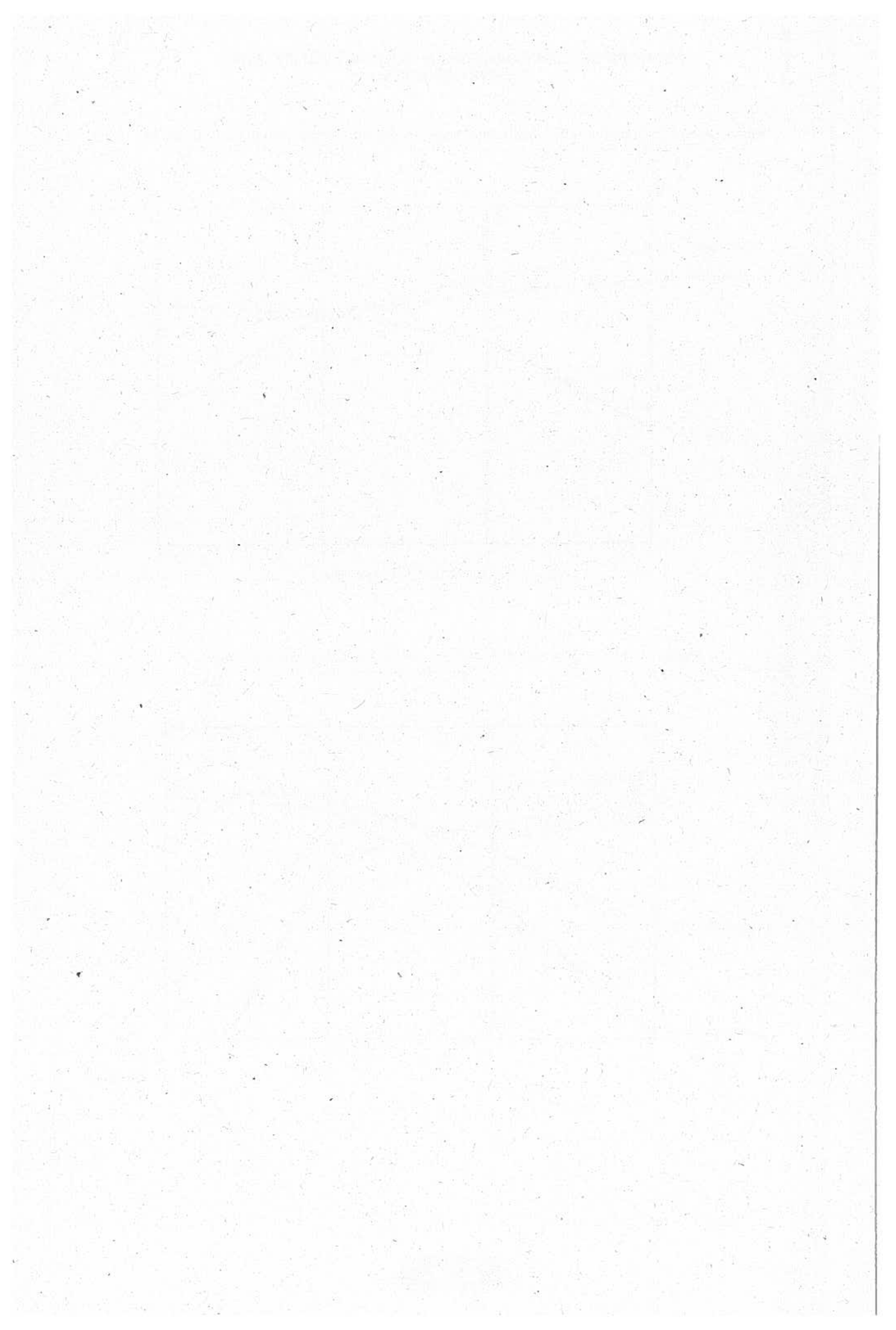


Figura 6. Desmotación: Efecto total sobre grado de fibra y calidad de hilado según niveles de humedad.





III.17. EFECTOS DE LOS PROCESOS DE RECOLECCIÓN Y DESMOTADO EN LA CALIDAD DE LA FIBRA

LEONARDO BARAHONA BARCINA.

EFECTOS DE LOS PROCESOS DE RECOLECCIÓN Y DESMOTADO EN LA CALIDAD DE LA FIBRA

El obligado recorrido de la fibra de algodón desde la cápsula en el campo hasta la entrada en hilatura, tiene que estar organizado perfectamente, tratando de no producir pérdidas por reducción de la calidad de la fibra y de la semilla obtenidas, así como del resto de los subproductos producidos en todo el proceso.

Pero, naturalmente, esta búsqueda de la conservación de la calidad de la fibra, tiene que estar siempre ligada con la necesidad de no incrementar excesivamente los costos de producción, por encima de lo preciso, con el fin de no hacer inviable el proceso.

Evidentemente, la calidad de todos los artículos que puedan conseguirse en cualquier actividad productiva agraria, debe tener muy en cuenta el mejoramiento (siempre que sea posible) y, al menos, la conservación de dicha calidad.

En caso contrario, como todos sabemos, resulta que la demanda de los productos que ofertamos al mercado será pequeña, e incluso nula, aun a pesar de que hayamos tenido que rebajar los precios de venta. En definitiva, lo normal es que las empresas que así actúan se vean obligadas a concluir su actividad pues el fracaso está asegurado.

Dado el título y amplitud de esta conferencia, dejaré de lado los distintos productos (como por ejemplo: semilla de siembra, semilla desmotada, semilla desbarrada, borra o línters, turtó o torta, acei-

te de semilla, cascarilla, desperdicios, etc.) que se dan en los procesos de recolección y desmotado del algodón bruto para ceñirme, exclusivamente, en los efectos que los citados procesos ejercen sobre la calidad de la fibra de algodón

Las cápsulas del fruto del algodnero que han llegado a plena madurez, en buenas condiciones de desarrollo, dan, entre otras muchas cosas, la FIBRA, que es la materia prima principal de la industria textil. Recién maduras es cuando tienen estas fibras su calidad mejor.

A partir de ahí, el aparente sencillo proceso a que la fibra debe someterse pasando de la cápsula en el campo a la bala colocada en la hilatura, no hacen más que deteriorar, o en el mejor de los casos conservar, dicha calidad.

De hecho, las características intrínsecas de la fibra ya obtenida (que es un producto de la naturaleza muy complejo) no han podido todavía (ni probablemente se podrá nunca) ser mejoradas por el hombre, a pesar del desarrollo evidente conseguido por la civilización en todos los órdenes de la vida.

O sea, el algodón tiene su más alta calidad y su mejor potencial futuro de hilatura, cuando está en la planta en el campo, ya maduro. Y la calidad intrínseca que el algodón bruto tiene en la planta, es necesario conservarla. Todas las manipulaciones a que hay que someter la fibra deben hacerse no olvidando esta realidad.

Ya desde antes del año 1.938 el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos define la "CALIDAD" de la fibra de algodón, en relación con la hilatura, diciendo: "Es el conjunto de propiedades físicas y de

características o atributos que determinan la medida de su utilidad". Todo ello debido a los requisitos que la fibra debe poseer respecto a las exigencias de su transformación en hilo y de su valor comercial.

Si se fijan Vds., observarán, que esta definición no comprende solamente los elementos cualitativos naturales del algodón, sino además el conjunto de requisitos, apreciados comercialmente, debidos al menos en parte, a la aportación de la mano del hombre, como el grado de limpieza de la fibra, su "preparación" para la hilatura y su homogeneidad.

Pero insisto, esto no representa mejorar las buenas o malas condiciones intrínsecas naturales que la fibra lleva desde su formación en la planta del algodón.

En su sentido más amplio, la **CALIDAD** se define sencillamente como: "Manera de ser una persona o cosa". En síntesis observemos:

- * Hace falta calidad en todo y para todo.
- * El género humano es cada vez más exigente con la calidad.
- * El progreso tecnológico ha hecho posible un rápido desarrollo que trae como consecuencia inmediata el aumento del nivel de las gentes en todos los países.
- * Hoy, la producción mala se elimina, aunque a veces se recicla igual que los desperdicios.
- * La calidad determina las clases y los precios.
- * En la fibra de algodón hay que mantener y conservar su calidad por encima de todo.

PARÁMETROS QUE DETERMINAN LA CALIDAD DEL ALGODÓN BRUTO

En la calidad del algodón bruto influyen entre otros parámetros, fundamentalmente dos: humedad del algodón y materias extrañas.

En España, desde la incorporación a la Unión Europea hay que tener en cuenta

otros tres más: el grado, la longitud de la fibra y el rendimiento en desmotación.

PARÁMETROS QUE DETERMINAN LA CALIDAD DE LA FIBRA

Dado que ya han tenido ocasión de conocerlos por otras conferencias, sólo los cito en síntesis indicando entre paréntesis los aparatos más importantes que los determinan:

Los principales son:

- 1) Longitud (pulling)
- 2) Grado (clasificador)
- 3) Resistencia (Pressley)
- 4) Uniformidad (Fibrograph)
- 5) Color (Colorímetro)
- 6) Materias extrañas (Shirley)
- 7) Finura (Micronaire)
- 8) Madurez (Arealómetro)
- 9) Neps (mediante test)
- 10) Rotura y alargamiento (Stelómetro)
- 11) Contenido en azúcar (test)
- 12) Contenido en materias no hilables (Microhilatura)
- 13) Humedad.

Actualmente el H.V.I. determina varios a la vez y con suma rapidez.

FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL ALGODÓN BRUTO

Entre otros muchos y en resumen telegráfico por falta de tiempo, no podemos dejar de señalar por ejemplo:

- 1) Mejora genética
- 2) Sistemas de cultivo (fertilización, riegos)
- 3) Variedades
- 4) Plagas y enfermedades
- 5) Maduración (reguladores crecimiento, defoliantes)
- 6) Recolección
- 7) Almacenamiento de la cosecha
- 8) Transportes
- 9) Desmotación

De todos estos factores ya han tenido ocasión de recibir variadas conferencias y no creo necesario por tanto tratarlos aquí de nuevo.

No obstante deseo insistir en algunos puntos muy específicos. Por ejemplo:

Recolección. No debería comenzarse a recoger algodón bruto antes de que éste tuviera sólo del orden del 10 % de humedad.

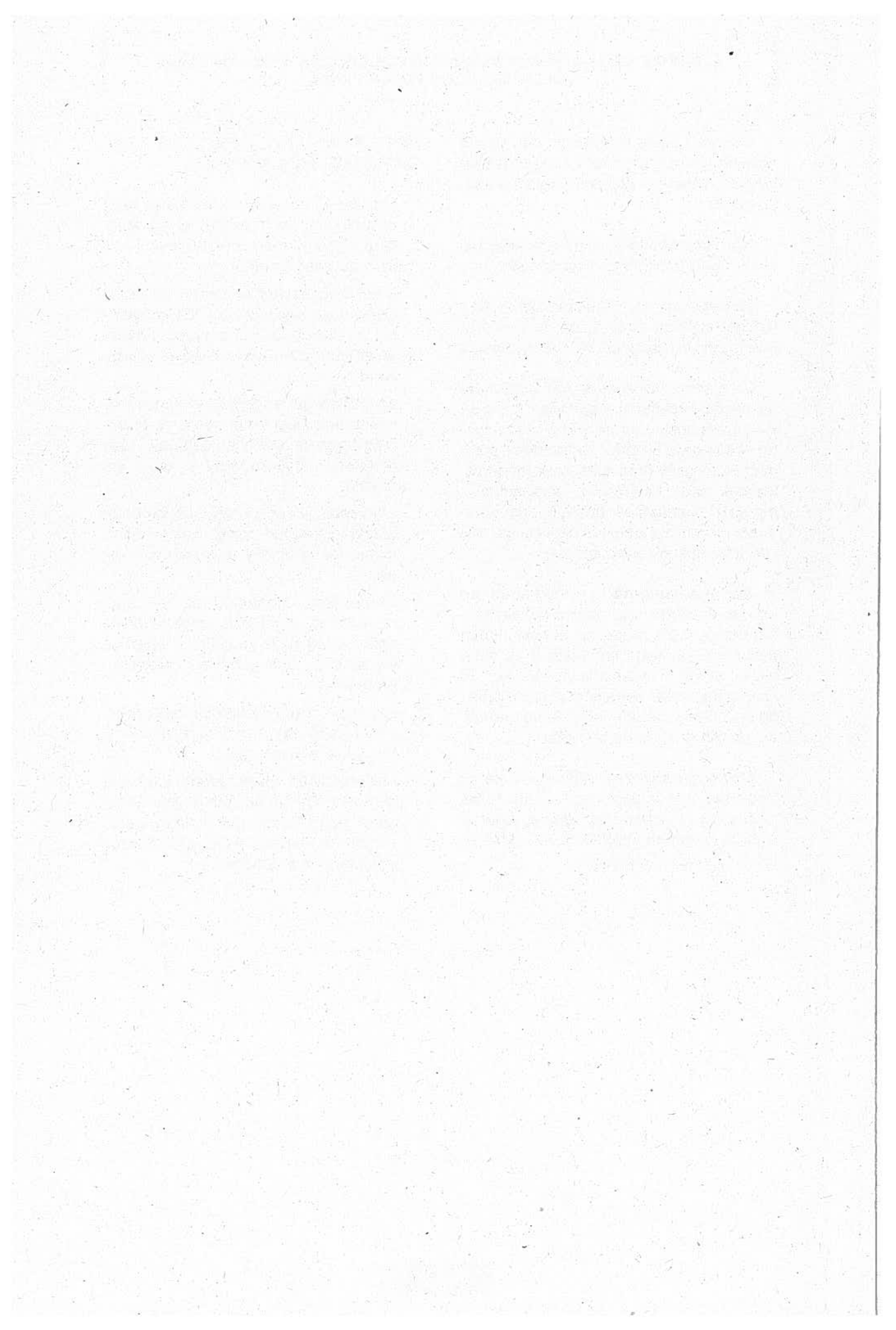
La mecanización de la recolección se ha hecho necesaria a partir de 1955 en los países desarrollados y algunos emplean el complejo sistema de "módulos compactados" (con máquinas cosechadoras, transportador intermedio, compactador, módulos, plataformas, transportador interno de módulos, camiones especiales, etc) con una mecanización integral.

Almacenamiento. La humedad en exceso es el principal peligro del almacenamiento. Los módulos nunca deben pasar del 12 % de humedad y se debe vigilar en todo momento su estado. El almacenamiento del algodón bruto apilado en factoría debería tener como máximo su semilla el 10 % de humedad.

Contaminaciones. Deben evitarse todas las contaminaciones que por todas partes nos acechan. Hay que recoger el algodón siempre: LIMPIO, SECO, MADURO y NO CONTAMINADO.

FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA FIBRA

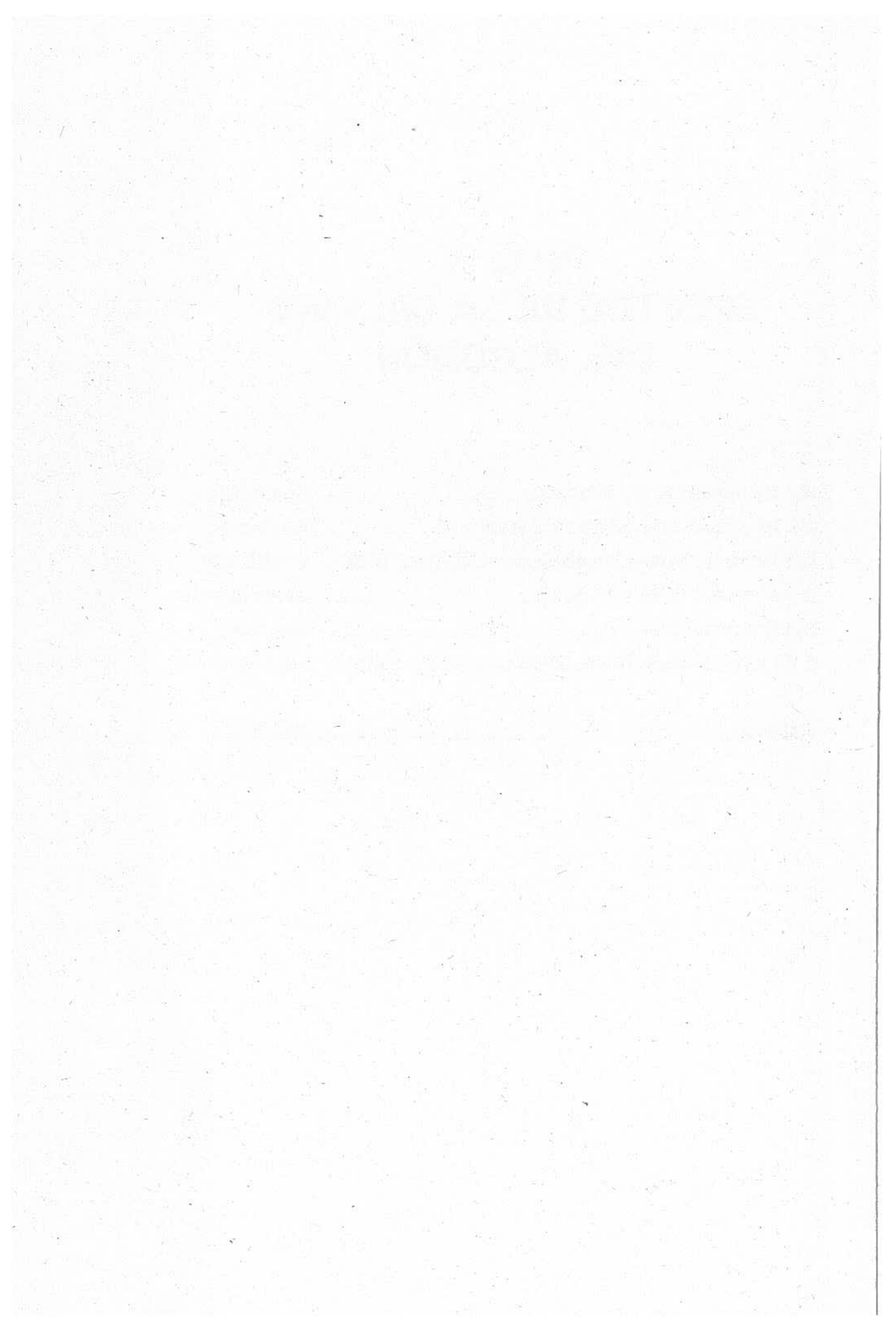
- * Muchos ya han sido indicados al tratar el punto anterior pues todo lo que afecta al algodón bruto también afecta a la fibra de que se compone.
- * En el proceso de desmotado, los secadores de algodón bruto y las limpiadoras de fibra hacen una buena y necesaria labor pero a veces se abusa de su uso.
- * El exceso de humedad, el almacenamiento indebido de la cosecha, el trabajo forzado en el desmotado ... son factores negativos muy a tener en cuenta.
- * El exceso de secado del algodón bruto afecta la longitud, resistencia y uniformidad de la fibra y la resistencia del hilo.
- * El secado incompleto del algodón bruto afecta el grado, la preparación, la uniformidad de la longitud, la apariencia del hilo y la baja de rendimiento en producción.
- * Las limpiadoras de algodón bruto afectan el grado, los neps, la apariencia del hilo y los rendimientos.
- * Las máquinas desmotadoras y las limpiadoras de fibra afectan al grado, longitud, preparación, uniformidad, neps, apariencia del hilo y los rendimientos en fibra y en producción.



Parte IV

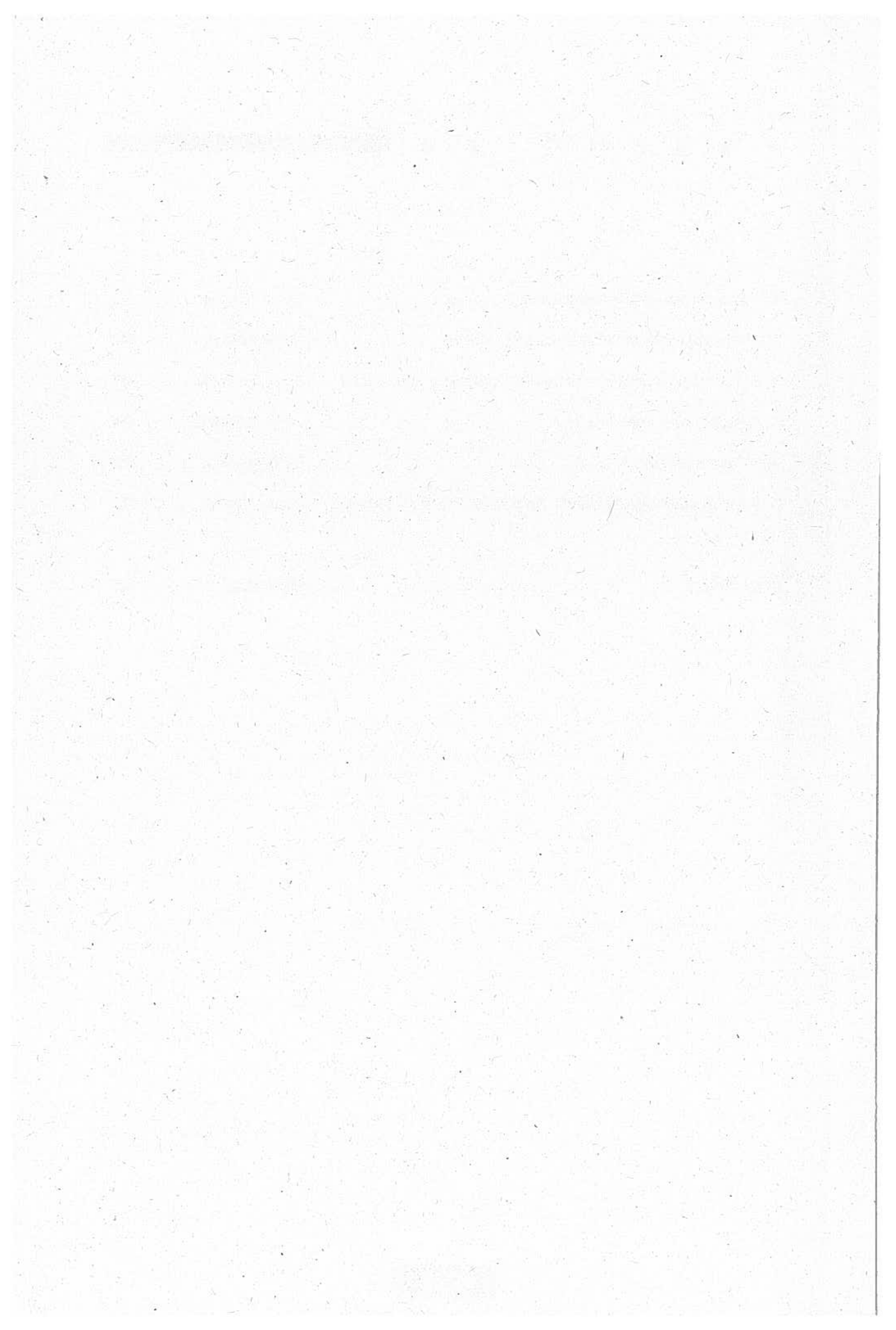
EFFECTOS DE LA CALIDAD DEL ALGODÓN

IV.1. Características del hilo. Microhilatura	Urania Kechagia
IV 2. Valor tecnológico de la fibra en relación con el hilo	Urania Kechagia
IV. 3. Factores que inciden en la rentabilidad del algodón y en su calidad ...	Pedro Ruiz Avilés
IV. 4. Efectos de la calidad de la fibra	Leonardo Barahona
IV. 5. Procesos de hilatura	Enrique Carrera
IV. 6. Estructura de la industrial textil. Competencia de la fibras químicas.....	Enrique Carrera
CLAUSURA	Michel Braud



P O N E N C I A S

IV.1. Características del hilo. Microhilatura	Urania Kechagia.....	629
IV.2. Valor tecnológico de la fibra en relación con el hilo.....	Urania Kechagia.....	643
IV.3. Factores que inciden en la rentabilidad del algodón y en su calidad.....	Pedro Ruiz Avilés.....	657
IV.4. Efectos de la calidad de la fibra.....	Leonardo Barahona	669
IV.5. Procesos de hilatura.....	Enrique Carrera.....	673
IV.6. Estructura de la industrial textil. Competencia de la fibras químicas	Enrique Carrera.....	709
CLAUSURA	Michel Braud	737



IV.1. MICROHILATURA Y CARACTERÍSTICAS DEL HILO

URANIA-KECHAGIA-MICHAILIDOU

INTRODUCCIÓN

El comportamiento en la hilatura de un algodón es muy importante en lo que respecta al procesado del mismo para productos de consumo.

Un ensayo de hilado se puede hacer para obtener una estimación del comportamiento en la hilatura y la posible calidad de hilo que se podría obtener si el algodón fuera comprado e hilado bajo condiciones normales.

Los ensayos a gran escala para ser significativos requieren muchas horas de hilado y una importante cantidad de algodón. Un método mejor y más rápido de ensayar el comportamiento en el hilado de un algodón dado beneficiaría a muchos segmentos de la industria del algodón.

Un aspecto es que una bala entera se debería comprar como prueba y procesada en todo el rango de maquinaria convencional de la hilatura. Esto permite una evaluación general de la calidad y es suficientemente amplio como para suministrar estimaciones de las pérdidas.

Otra aproximación a una prueba total es que una muestra de unas pocas libras debería ser hilada en maquinaria convencional omitiendo algunas de operaciones normales de apertura y limpieza y por supuesto sacrificando información útil concerniente a la cantidad de desperdicio.

Una etapa posterior es el uso de equipos especializados que han sido diseñados para efectuar pruebas de hilados a pequeñas escalas para evaluar el comportamiento en el hilado y la calidad del hilo de un algodón dado.

APLICACIONES DE LA MICROHILATURA

La técnica de la microhilatura es muy útil en muchos aspectos del mundo del algodón empezando por la creación de nuevas líneas hasta la última etapa de su manufactura.

Algunas de las numerosas aplicaciones de las técnicas del hilado se relacionan seguidamente y serán posteriormente analizadas.

EN LA INVESTIGACIÓN:

1. En la selección del algodón para el ensayo rápido del comportamiento en la hilatura de las nuevas líneas.
2. Para estudiar las relaciones entre las características de la fibra y del hilo en las líneas puras, así como en las mezclas de algodón.
3. Para hacer estudios comparativos entre diferentes productos de la misma o de varias áreas de producción del algodón.
4. Trabajo experimental sobre procesado y propiedades del hilo, teñido de mezclas para variaciones de tono, etc.

EN EL COMERCIO:

5. En el comercio del algodón, pequeñas muestras comerciales pueden ser convertidas en hilo y añadir información a la obtenida examinando el algodón bruto.
6. En el arbitraje las balas sospechosas de ser incorrectamente comercializadas y clasificadas pueden ser ensayadas y se puede hacer una comparación con las muestras de control.

EN LA INDUSTRIA:

7. Para hacer las mezclas óptimas para el mejor resultado y el menor coste.

8. En la hilatura, hilando muestras de control de la mezcla de cada día se detectará cualquier característica anormal antes de que la masa sea procesada.

9. La correcta composición de las mezclas de hilo y de fibra para igualar a un color dado o una característica de hilo puede ser encontrada rápidamente.

SIGNIFICACIÓN

1. En la selección del algodón es muy importante examinar todos los parámetros que afectan a la calidad del hilo que va a ser producido a partir de una nueva línea. La evaluación de las características de la fibra no siempre nos da la información necesaria para asegurar el mejor comportamiento de la nueva línea. Ha sucedido muchas veces que una nueva variedad dotada con todas las características agronómicas buenas y con un suficiente nivel de características tecnológicas pero que todavía no da un comportamiento satisfactorio en el hilado. Si tal variedad fuera a ser lanzada para su cultivo los efectos en la fabricación del hilo serían negativos.

Aplicando un ensayo de hilado a pequeña escala nosotros podemos ahorrar pérdidas tremendas en tiempo, material y dinero invertido.

Como se ha citado las fibras anormales o malformadas pueden crear problemas, también las variedades sospechosas de contener un excesivo número de neps deben ser sometidas a la microhilatura.

La variedad Zeta 2 de Grecia, que es pariente de la variedad Acala da un hilo que no es aconsejable para el punto.

En el Instituto de Investigación del Algodón de Grecia se tiene desde hace tiempo establecida una regla para che-

quear todas las variedades antes de que sean destinadas al cultivo general.

2. Los parámetros de calidad de fibra tienen efectos diferentes en las características del hilo. Podemos estudiar los efectos de las características de la fibra cambiando sólo un parámetro en nuestras mezclas y producir hilo con las calidades especificadas.

3. La calidad del algodón en rama está altamente afectada por el medio ambiente.

Las plantas piloto de hilatura posibilitan la evaluación de las influencias medioambientales en la calidad del hilo, hilando muestras de la misma variedad de diferentes años o de diferentes zonas de producción.

4. También podemos estudiar el efecto de otros parámetros que afectan a la calidad del hilo tal como la configuración de la maquinaria, número del hilo, número de vueltas del hilo, etc., también podemos detectar la razón para las variaciones de tono tiñendo hilos de varias mezclas.

5. Cuando se compra algodón, pequeñas muestras de aproximadamente media libra representativas del lote que va a ser vendido se envían a los clientes, normalmente hilaturas o comerciantes locales. Estas muestras representan tipos de algodón disponibles y tienen nombres comerciales.

La cantidad enviada es suficiente para efectuar un test de hilatura a pequeña escala que se añade a la información obtenida por el examen tecnológico de la muestra de algodón en rama.

Efectuando un test de hilado nosotros también podemos excluir el caso de la compra de algodón pegajoso o con cualquier otra contaminación.

6. El caso 6 es suficientemente obvio de manera que no necesita más explicaciones.

7. Es aconsejable no usar sólo un tipo de algodón en la producción de hilo porque no hay algodón con todas las características al nivel óptimo. Por otra parte nosotros podemos hacer mezclas óptimas combinando las mejores características de algodones individuales en un proceso de simulación. Usando la técnica de la microhilatura nosotros podemos elegir las mejores combinaciones de algodón para una línea específica de producción.

8. 9. En las diferentes etapas de la manufactura y procesado del hilo se pueden controlar nuestras mezclas para lograr el mejor comportamiento y también para atender las específicas utilizaciones finales. La afinidad de teñido, variaciones de tono y características del hilo se pueden predecir o especificar para diferentes usos finales.

ENSAYO DE HILATURA PARA LA CALIDAD DE ALGODÓN

El uso primario de los ensayos de hilado es determinar cómo se comportará un lote específico de fibras o de mezclas de fibras en el proceso y que nivel de propiedades del hilo se pueden asegurar.

Se realizan dos tipos de ensayos de hilados para la evaluación de la calidad del algodón. El primero da información de las propiedades del hilo que probablemente se obtenga y el segundo del comportamiento en la hilatura.

En ambos casos siempre que sea posible el algodón que va a ser evaluado debería acondicionarse antes de su procesado.

Las condiciones recomendadas para el algodón son 27-28 C° +/- 2 grados centígrados y 50% +/- 5% de humedad relativa. Las condiciones óptimas para procesar mezclas de algodón varían con las fibras usadas.

Para un lote específico nosotros tomamos muestras y el número requerido de

especímenes que se usarán para medir las propiedades de la fibra y del hilo, así como la cantidad de fibra y el número de horas huso recomendadas para el método seleccionado.

A). ENSAYO DE HILATURA PARA EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL HILO

Este tipo de ensayo es apropiado para ser aplicado por los fabricantes de hilo y los laboratorios de investigación del proceso, que trabajan en sistemas de hilatura de algodón.

La práctica es aplicable a un amplio rango de tamaño de muestras desde un mínimo de libras que se requieren para ensayos de pequeña escala a cantidades mucho más grandes para ensayos a escala de hilatura.

Debido a las grandes variaciones que existen en los tamaños de las muestras, los tipos de maquinaria disponible y los objetivos de los ensayos de hilatura, esta comunicación específica sólo unos pocos procedimientos que deberían ser estandarizados. Estos son el procedimiento, la organización de la maquinaria, y el resultado del ensayo que se debería informar para hacer los resultados más significativos para todo.

Primeramente se diseñaron para la evaluación de la fibra de algodón pero con sólo algunas pequeñas modificaciones estas prácticas se pueden usar para evaluar mezclas de algodón con otras fibras o para evaluar el hilado de fibras artificiales en los sistemas para algodón.

Algunos usos principales de este tipo de ensayo de hilatura son los siguientes:

- Evaluación de variedades experimentales y comerciales del algodón, acabados de fibra, algodones modificados químicamente y algodones dañados.
- Correlación de las propiedades de la fibra con la calidad del producto.

- Determinación de los efectos de las condiciones distintas de las que se especifican en la calidad del producto tal como diferentes tipos y regulaciones de maquinaria, organizaciones de procesado, relaciones de cardado y condiciones atmosféricas.

Debido a las diferencias de instalaciones, capital, cantidad de fibra disponible, objetivos, tiempo disponible y valoración individual del método, los procedimientos de ensayo de hilatura varían entre los laboratorios y las hilaturas y los resultados frecuentemente no son intercambiables. En tanto que no se puede especificar un procedimiento estricto para cubrir todos los aspectos, son deseables ciertos procedimientos y formas de comunicar los resultados. La adopción de los procedimientos incluidos en esta práctica deberían clarificar los resultados y hacerlos más fácilmente comprensibles, aceptables y comparables con cualquier otro.

Una muestra de la fibra que se va a ensayar se procesa sobre la maquinaria estándar de la hilatura de una manera similar a los procedimientos regulares de

manufacturas y con las únicas modificaciones que sean necesarias debido al tamaño de la muestra y a las propiedades del algodón. Es necesario que se tomen precauciones para asegurar unos resultados reproducibles y comparables. Los ensayos de caracterización son llevados a cabo sobre material en bruto en proceso y sobre el hilo producido.

Siempre que sea posible se fabrican los hilos con las relaciones de cardado y factores de torsión para las varias longitudes de fibra de algodón y número de hilo que se muestran en la tabla 1. para que una configuración común se pueda usar para asegurar unos resultados ampliamente comparables. Por ejemplo: hilamos un hilo de algodón cardado número 22/1 (27 tex) como un control a la relación de cardado y factor de torsión recomendados para algodones de longitud corta, media y larga. Hilamos hilos adicionales para evaluar otros factores como relación de cardado y número de vueltas, que se deseen o sean especificados. Por supuesto la alta velocidad óptima de las relaciones de cardado no han sido completamente establecidas.

Tabla 1. Relación de cardado, número de hilo y factor de torsión, recomendados para varias longitudes de fibra de algodón.

Longitud, pulgadas	Relación de cardado	Número de hilo c.c.		Factor de torsión
		Grueso (tex)	Fino (tex)	
Corto (31/32 y más corto)	12 1/2	8/1 (74)	22/1 (27)	4.40
Medio (1 a 1 1/16)	9 1/2	22/1 (27)	40/1 (15)	4.00
Largo (1 3/32 a 1 1/4)	6 1/2	22/1 (27)	50/1 (12)	3.80
Extra largo (1 3/8 y más largo)	4 1/2	50/1 (12)	80/1 (7.4)	3.60

Registramos los datos del ensayo para evitar malas interpretaciones de los resultados tales como los actuales en vez de los resultados corregidos o ajustados. El número de estos métodos de ensayo usados dependerá de los objetivos de cada ensayo en particular.

B. Ensayo de hilatura para evaluación del comportamiento en la misma

Estos ensayos se pueden usar en conjunción con los previos para evaluar el comportamiento en la hilatura y las propiedades del hilo simultáneamente.

Los métodos usados son aplicables para muestras pequeñas (10 libras) usando procedimientos acelerados de ensayo y para muestras más grandes de hasta las de pruebas de hilatura a gran escala en las que intervienen una considerable cantidad de fibra.

Aunque estos métodos fueron diseñados primeramente para la evaluación de hilos de algodón obtenidos en hilatura de anillos, con sólo unas pequeñas modificaciones pueden ser usados para evaluar hilos fabricados con el sistema Open-end, mezclas de algodón con otras fibras e hilos fabricados con 100% de fibras artificiales en el sistema de algodón.

Existen cuatro métodos opcionales dependiendo del tamaño de la muestra:

- A. Escala de pequeño laboratorio.
- B. Escala de laboratorio.
- C. Escala de planta piloto.
- D. Escala de hilatura.

Una muestra de las fibras a ser evaluadas se procesa de forma similar a los procesos similares de manufactura y en la maquinaria estándar de la hilatura, con sólo las modificaciones necesarias debidas al tamaño de la muestra y las propiedades de la fibra. Se recomienda un procesado estándar con un esquema general para informar del procedimiento operativo y del procesado. Las muestras también se pueden llevar en varias etapas de procesado para la evaluación del comportamiento del proceso y de la calidad.

El propósito primario de un ensayo de comportamiento en la hilatura es determinar como un lote específico de fibras se comportara bajo condiciones especificadas durante el hilado. El número de roturas finales que ocurren en una continua de hilar es una indicación de la calidad de la fibra que se está hilando y de la eficacia del equipo de proceso y de su organización. Este número es usado generalmente como base para determinar la eficiencia del hilado, la cual afecta a la carga

de trabajo del operador y consecuentemente al coste de producción.

Algunos usos principales de los ensayos de comportamiento del hilado son:

- Correlación de los resultados de la fibra experimental y comercialmente, acabado de las fibras y otras propiedades de la misma en relación al comportamiento en la hilatura.

- Determinación de los efectos sobre el comportamiento del hilado de condiciones distintas a las especificadas tales como diferentes tipos de maquinarias y ajustes, organización de los procesos, condiciones atmosféricas, etc.

La elección de un método opcional depende de las condiciones individuales y de su valoración. En cualquier caso nosotros podemos usar el procedimiento detallado que es recomendado para cada método. Incluidas en estas recomendaciones están los factores críticos tales como la proporción de cardado, la cantidad de torsión y de vueltas, el número del hilo, el torcido del hilado y velocidad de los husos, todos los cuales pueden afectar grandemente al comportamiento de la hilatura.

Adicionalmente haremos hilos para evaluar otros factores. Por cuanto muchos estarán relacionados con sólo uno o dos de los métodos el uso de las series completas ofrecerá una evaluación total y confiable del comportamiento en el hilado.

Se pueden hacer afirmaciones no justificadas sobre la exactitud y precisión de cualquiera de estos métodos porque los valores de las características no pueden ser establecidos por los métodos de referencia aceptados. Una regla general usada por muchos es que se requieren 5.000 horas huso en los análisis de hilados en laboratorios y 25.000 horas huso en los ensayos a escala de hilatura para obtener datos confiables. En los ensayos de hilado de tipo acelerado se requieren considerablemente menos horas huso para obtener resultados de confianza.

El primer método es un ensayo acelerado de 84 horas huso y es un medio reproducible de determinar las capacidades de hilado del algodón y simular sensibles procesos de hilado tal como hilos finos a alta velocidad o bajo torcido.

Debido al pequeño número de horas huso, da una indicación que debe ser verificada con ensayos a mayor escala. Cuando se desarrolla el ensayo se deben mantener constantes una serie de variables para comparar los resultados.

La misma velocidad de husos, factor de torsión y velocidad de desplazamiento se deben usar en cada número de hilo. Así, una velocidad de desplazamiento de 6.000 pies/min (1.829 m./min) para todas las muestras y números de hilos. El factor de torsión de 4.40 para algodón corto, 4.00 para algodones medios y 3,80 para algodón largo, se considerará generalmente óptimo; sin embargo factores de torsión altos (4.50) y bajos (3.50) se pueden usar dado que son más indicativos del comportamiento y capacidades en la torcida y realización de la torsión.

El método es útil para evaluar los límites de hilabilidad y otros factores. Para los límites de hilabilidad una serie de hilos con números cada vez más finos son hilados para obtener la relación entre número de hilo y número de roturas de hilos. El punto donde la línea de tendencia intercepta un número arbitrario de roturas es definida como el límite de hilabilidad. Esto se basa en el hecho de que hilos más finos del mismo algodón hilados bajo condiciones similares producirán más cabos rotos por hora. Para otros factores en lugar de hilar hilos sucesivamente más finos, el mismo número de hilos es hilado usando diferentes velocidades de huso, vueltas de hilo, estirajes y otras variables. Haciendo un gráfico con estos datos se mostrará la tendencia o efectos de la variable específica que está siendo estudiada.

El segundo método es un ensayo de 720 horas para evaluar el comportamien-

to del algodón a velocidades de huso variables.

Factores como el límite hilable, vueltas de hilo y roturas de estiraje, pueden ser variados para obtener una curva característica del comportamiento en el hilado mostrando el efecto de las variables que se están estudiando. Se ha encontrado una alta correlación positiva de los resultados de estos métodos con las plantas piloto y los ensayos a escala de hilatura.

Pero de nuevo los resultados deben ser verificados con ensayos a escala más grande.

El tercer método consiste esencialmente en hilar una muestra específica a 5.000 horas huso. Esto es un método de ensayo a mayor escala usando de 250 a 500 libras (o 113 a 226 kilos) de fibra dependiendo del número de hilos y de las condiciones de hilado.

Se considera el método que requiere el mínimo de horas huso para obtener medidas de confianza del comportamiento del hilado en el laboratorio. La mayor cantidad de material y tiempo requerido necesita menos pruebas y es recomendada para las verificaciones de las tendencias encontrada en los métodos previos. Indica una buena correlación positiva con los ensayos a escala de hilatura y determina la utilización comercial de un algodón.

Cuando se hilan diferentes algodones hay dos formas de informar de los resultados:

A). A velocidad de huso constante: informamos de las roturas finales por cada 1.000 horas huso. El mejor algodón tiene menos roturas.

B). A promedio de roturas constante: informamos de la velocidad de los husos para mantener el número de roturas constante. A más alta velocidad mejor es el algodón.

El cuarto método es un ensayo de comportamiento de hilado a escala de hilaturas de 25.000 horas. El método consiste en correr una muestra sobre una porción o un número total continuas de hilar durante 25.000 horas huso para medir el comportamiento en el hilado en términos de cabos sueltos/1000 horas huso.

El método a escala de hilatura implica la evaluación de los problemas primariamente asociados con el funcionamiento de la hilatura. Mientras los procedimientos a menor escala están diseñados para simular el comportamiento de la hilatura, los ensayos a escala de hilatura representan la etapa final en la determinación de las características del comportamiento en la hilatura y la aceptabilidad de un factor particular antes de hacer cambio en la hilatura.

El método a escala de hilatura se usa a menudo para resolver un problema específico. La solución normalmente implica una prueba preliminar en la hilatura antes de hacer cambios en la carga de trabajo, mezclas de algodón (fibra), organización del proceso y desarrollo de la maquinaria.

En los test a menor escala, los únicos cabos rotos contados son los debidos a causas desconocidas o sin clasificar. Los cabos rotos debidos a torcido, al operador y a razones mecánicas no son considerados normalmente. Esta diferencia en el registro de los cabos rotos ilustra un objetivo añadido de los ensayos a escala de hilatura. Los ensayos a escala de hilatura están principalmente relacionados con las roturas finales que normalmente no pueden ser clasificadas y se piensa sean debidos al factor que está siendo evaluado. Esta diferencia entre el ensayo a escala de hilatura y a pequeña escala debe ser reconocida cuando se hace una comparación; sin embargo los datos de cabos rotos del ensayo a escala de hilatura pueden ser separados en categorías que son comparables a los resultados de los ensayos a pequeña escala.

Un dispositivo de hilatura incluso más pequeño es la planta de hilatura en miniatura de SHIRLEY Developments que requiere sólo 42 gramos de materia prima que puede ser hilada en sólo 1 hora. Debido a que su uso es muy conveniente en muchos casos, seguidamente se da una completa descripción de la máquina, así como de las numerosas aplicaciones de esta técnica de hilatura de muestras y de la convertibilidad de sus resultados.

DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINARIA

La planta de hilado en miniatura SHIRLEY consiste en un conjunto de tres máquinas en miniatura: carda, manual y continua de hilar de anillos.

LA CARDA:

La carda tiene las mismas características básicas que una máquina convencional pero es mucho más pequeña para tratar cantidades mucho más pequeñas de material.

Esta máquina es una versión en pequeño de la carda estándar del algodón siendo la principal diferencia que los planos son estacionarios y reducidos a un número de ocho. Se compone de una plataforma alimentadora, un rodillo alimentador y una bandeja alimentadora junto con planos con alambres metálicos y muelles tensores, cubiertos con bandas de alambre que reducen las pérdidas innecesarias a una cantidad despreciable.

La muestra es extendida sobre la cinta alimentadora (o plataforma alimentadora) donde es recogida por el rodillo alimentador y transportada a un cilindro a través del recogedor del mismo. Los planos (que están estacionarios) están montados de forma que pueden ser fácilmente levantados para su limpieza. La anchura de trabajo de la carda es de 10 pulgadas y el velo es arrancado del separador por el tipo de peine oscilante

usual y puede ser bobinada de varias maneras. Normalmente la anchura total es enrollada en un tambor y acumulado en una manta por un rodillo compresor autotensado.

EL MANUAR

El manuar es una máquina de simple acción con una cesta adaptada al tambor de la carda o a la pasada procedente del propio manuar. El material desde este tambor se pasa a través de un conjunto de cuatro rodillos estiradores provistos de rodillos superiores con cojinetes de agujas y rodillos inferiores acanalados Shirley. Los rodillos superiores están compensados con muelles y está adaptado un peso que amortigua el movimiento. Los rodillos de estiraje están equipados con un sistema rápido de cambio del ajuste de estos rodillos. Tres variaciones del manuar están disponibles para fibra corta (19.0 - 25.4 milímetros), para fibras medias (23.8 -31.7 milímetros) y para fibras largas (31.7-63.5 milímetros). El más común es el de longitud media debido a que los algodones Upland usualmente caen dentro de este rango.

Las características que cambian en las tres versiones son el diámetro de los rodillos inferiores.

Alimentando el velo de carda a través de los rodillos se forma una mecha; ésta es recogida a través de una trompeta y un dispositivo de calandrado de rodillos y entonces arrollada en un tambor del mismo tipo que el usado en la carda. Una palanca de selección permite variar el número de bobinas de la cinta de carda al ser enrolladas en el tambor recogedor en el frente de la máquina. Esto permite el número correcto de dobleces a realizar y el estirado correcto de la cinta.

Para acomodar los cambios del peso de la cinta según se estira la trompeta compensadora está provista de diferentes diámetros de inserción.

La máquina puede ser reajustada muy rápidamente para procesar muestras distintas. Todos los cambios se dirigen desde una caja de cambios fija central.

LA CONTINUA DE ANILLOS

La continua de anillos es una máquina con una sola cara, (es decir lleva husos solamente en un lado) con 8 husos. En el otro lado hay una cesta que contiene dos tambores de cinta procedentes del manuar.

El sistema de estiraje es del tipo Casablanca diseñado para hilar directamente de la cinta (Sin torcer) y el estirado total puede variarse desde cerca de 30 a 500 para facilitar la hilatura de una amplia gama de números. Estas dos zonas (Plataforma larga) del sistema de estiraje Casablanca permiten procesar longitudes de hasta 63.5 milímetros. La gama usual está entre 25 milímetros y 32 milímetros, los rodillos superiores están cubiertos con un bastidor sintético y los apoyos son muelles compensados con un dispositivo de fácil colocación en el frente de los rodillos.

Están colocados unos limpiadores giratorios en el fondo y unos limpiadores estacionarios arriba. Tres conjuntos de anillos de hilar están disponibles para cubrir una amplia gama de números. Los puntos de cambio para variación del torcido y estirado están fácilmente accesibles y se dispone de unas palancas de cambios para conseguir una gama de velocidades de los husos. Es posible la variación de las guías del hilo para elegir el número del mismo.

PARÁMETROS DEL PROCESO DE HILADO (Variables)

Según las características de la fibra de nuestra muestra de algodón y las características del hilo a producir los parámetros que pueden ser tomados en cuenta en el proceso de hilado se relacionan seguidamente:

1. Ajuste del manual.

Frente del segundo rodillo: Longitud efectiva +3 milímetros (4/32).

Segundo a tercer rodillo: Longitud efectiva +4,7 milímetros (6/32).

Tercero a rodillo trasero: Longitud efectiva +15,8 milímetros (20/32).

Estiraje.

Ultimo a tercer rodillo: 2,0.

Tercero a segundo rodillo: 1,03.

Segundo a rodillo frontal: 0,0049 T de rueda de cambio.

El estiraje total debe estar entre 10,5 y 11.

Ajuste de la continua de anillos.

El número deseado de hilo se calcula usando la siguiente formula:

$$\text{Número de Hilo} = \frac{(\text{Constante de Torsión})^2}{\text{Factor de Torcido} \times \text{Piñón de Torcido}}$$

Se usa un cursor progresivamente más ligero según el número del hilo se hace progresivamente más fino.

Estiraje

Usando 42 gramos de algodón tenemos una cinta de manual de aproximadamente 0,29 madejas. Si el número del hilo buscado es 28 el *estiraje total* es aproximadamente igual a 104.

El estiraje total debe ser dividido entre las zonas frontal y posterior en la relación 2:1 del frente a la zona trasera de estiraje o sea.

$$\text{Zona trasera de estiraje} = \sqrt{\text{estiraje total}/2} = \sqrt{104/2} = 7,35.$$

Por ello la primera zona de estiraje es 14,7. Resultando aproximadamente

$$7,35 \times 14,7 = 104 \text{ (estiraje total).}$$

La constante de estiraje trasero es 214 por ello necesitamos $214/7,35 = 24$ Dientes.

La constante de la primera zona de estiraje es 515 y $515/14,7 = 36$ Dientes. De esta forma nosotros podremos seleccionar los piñones de estiraje. Para otro número haríamos el mismo cálculo.

Para el *piñón de torsión* encontrado para hilo número 28 y factor de torcido (T.M.) igual a 4,0, resulta el número de vueltas/pulgada

$$(T.P.I.) = 4\sqrt{28} = 21.$$

$$\text{Piñón de torsión} = \frac{\text{Constante de torsión} \quad 1050}{21.0} = \frac{\quad}{21}$$

Para hilos de número 20 y superiores los 42 gramos son suficientes para hilar al menos dos madejas por huso, con números más gruesos puede tomarse un peso de material más grande para tener una cinta más gruesa.

EVALUACIÓN DE RESULTADOS

No puede esperarse que los resultados de los ensayos dados por la microhilatura sean exactamente los mismos que los obtenidos del mismo material procesado bajo condiciones normales de hilatura.

El grado de superioridad o inferioridad del hilo hilado en factoría respecto al hilado en la planta en miniatura solamente se puede encontrar por repetidos ensayos de comparación.

El hilado de la muestra en la planta en miniatura debería ser hecho sobre mezclas establecidas cuyos resultados de hilaturas fueran conocidos y tabulados.

Las muestras deben ser representativas de la mezcla y la mejor manera para asegurar esto es, bien extraer pequeñas porciones de material de cada bala o tomar una muestra del batán después de observada la mezcla

para asegurar una correcta proporción de alimentación.

La manera más eficiente de probar el nivel de comportamiento de la planta en miniatura es reservar un lote especial de un algodón dado o partidas de varios algodones si el ensayo de hilatura es para ser aplicado a una gama de números diferentes. Cada lote a granel consistiría en una cantidad excepcional y cuidadosamente mezclada de algodón en rama o parte o entera de una manta acabada en el batan. El peso del lote depende de la frecuencia del control del ensayo de hilatura que se quiera hacer. Es deseable que un ensayo se haga por duplicado (dos muestras de 42 gramos) al menos una vez al mes sobre cada combinación principal de calidad y número de algodón. Si los ensayos son normalmente hechos en solamente un número entonces los ensayos consistirían en al menos dos conjuntos de ensayos duplicados: el resultado de los ensayos periódicos debería ser anotado preferentemente en un cuadro de forma que cualquier variación en el resultado de los ensayos se pudiera detectar y si fuera necesario poner remedio.

Cuando la planta de hilado en miniatura se usa en la factoría para realizar un control de calidad de algodón, los ensayos deberían repetirse a intervalos regulares de la producción normal de la hilatura para tener un control de la relación entre los resultados de los ensayos y los obtenidos del hilado normal de la factoría.

La resistencia desde luego no es el único criterio de calidad del hilo; para muchos fines la apariencia es casi tan importante. Los hilos obtenidos en la planta en miniatura contienen usualmente más neps que aquellos hilados en maquinaria convencional usando el mismo algodón. Sin embargo se han encontrado que el orden de valor juzgado para la apariencia sobre fondo negro es generalmente el mismo que el obteni-

do para hilos procesados en sistemas convencionales aun cuando sean peinados.

Se ha de enfatizar que ensayos aislados de la planta en miniatura no pueden ser llevados a cabo para detectar pequeñas diferencias en la calidad de hilado. El error experimental en las cantidades ensayadas de unas pocas onzas es necesariamente más grande que el que tiene lugar en ensayos con cientos de libras.

Se recomiendan normalmente ensayos duplicados para detectar diferencias en el producto de la resistencia por el número de madeja del 7% o más y este límite puede ser alcanzado si los algodones son inusualmente irregulares. Mayor precisión puede obtenerse incrementando el número de ensayos por muestra. Sujeta solamente a estas limitaciones, la planta de hilado Shirley da un medio aceptable para estimar rápida y acertadamente las cualidades relativas de hilado de pequeñas cantidades de material.

Ha habido muchas quejas por el comportamiento del tipo de continua de hilar Casablanca por lo que la empresa Shirley Development decidió sustituir el tipo de estirado Casablanca por otro S.K.F. asegurando mejor comportamiento y resultados más comparables con aquellos dados por la maquinaria convencional de hilatura.

CARACTERÍSTICAS DEL HILO

El más importante y fiable índice para la calidad del hilado es la *resistencia del hilo*.

La resistencia del hilo se expresa como:

- A. Resistencia de madeja
- B. Resistencia de cabo simple (Uster R.K.M.)
- C. Producto título por resistencia (Resistencia de madeja x título).

A. Resistencia de Madeja.

Se usa una rueda automática para obtener madejas compuestas cada una de 120 yardas de hilo.

Con la planta en miniatura Shirley tenemos dos conjuntos de 4 husos teniendo al menos dos madejas por husos. Determinaciones de la resistencia del hilo se hacen sobre 6 madejas para cada conjunto con 2 madejas más disponibles para colocarlas sobre el tablero negro para evaluación de la apariencia. Después que las madejas se han expuestas a condiciones atmosféricas estándar (4 horas al menos). Éstas son rotas sobre un probador de tipo péndulo (probador de buena marca).

B. Resistencia de cabo simple.

Es la longitud del hilo en kilómetros que puede romper el hilo dado. Se mide con instrumentos especiales (USTER) y se usa ampliamente en la hilaturas para evaluar la resistencia del hilo.

C. Producto Título Resistencia.

Se obtiene multiplicando la resistencia de la madeja por el título del hilo. Se obtiene en las hilaturas comerciales.

Ello es porque en los ensayos de laboratorios todos los parámetros están bajo control y la maquinaria en condiciones excelentes.

La apariencia del hilo en muchos tipos de materiales tejidos o de punto es un factor de calidad muy importante. La apariencia de cada número de hilo se expresa en términos de grado de apariencia de hilos.

Para la evaluación de este parámetro de calidad se enrollan dos madejas de cada dos conjuntos sobre un tablero negro y se comparan con patrones fotográficos preparados por la ASTM para diferentes números de hilos. El índice de apariencia de hilo da un medio de promediar los grados de apariencia de dos o más números de hilo.

Apariencia de hilos

Grado	Designación	Índice
A	Excelente	130
B +	Muy Bueno	120
B	Bueno	110
C +	Medio	100
C	Aceptable	90
D +	Pobre	80
D	Muy Pobre	70
DG (Bajo Grado)	Muy Pobre	60

IMPERFECCIONES O UNIFORMIDAD DEL HILO

Los puntos delgados y gruesos son considerados imperfecciones en el hilo así como los neps. Éstos se evalúan por el medidor USTER (Uniformidad) y se registra el número real para 1000 metros de hilo.

Los hilos de la planta en miniatura Shirley tienen más imperfecciones que los hilados en factorías ordinarias.

VELLOSIDAD DEL HILO.

La excesiva vellosidad en los hilos de algodón es una característica no deseable. Se mide con el medidor de vellosidad y cuando se evalúa la calidad del hilo este parámetro también se tiene en cuenta. Algunos factores que causan vellosidad del hilo son el alto porcentaje de fibras cortas (Inferiores a 12,5 milímetros), torcido insuficiente y también algunos tipos de algodón son responsables de la vellosidad.

TORCIDO DEL HILO.

En el hilado con continua de anillos la cantidad de vueltas provocadas en el hilo es de considerable importancia. Hay un nivel óptimo de torcido para máxima resistencia dentro de un número dado de hilo.

El número óptimo de vueltas por pulgada se calcula usando la formula:

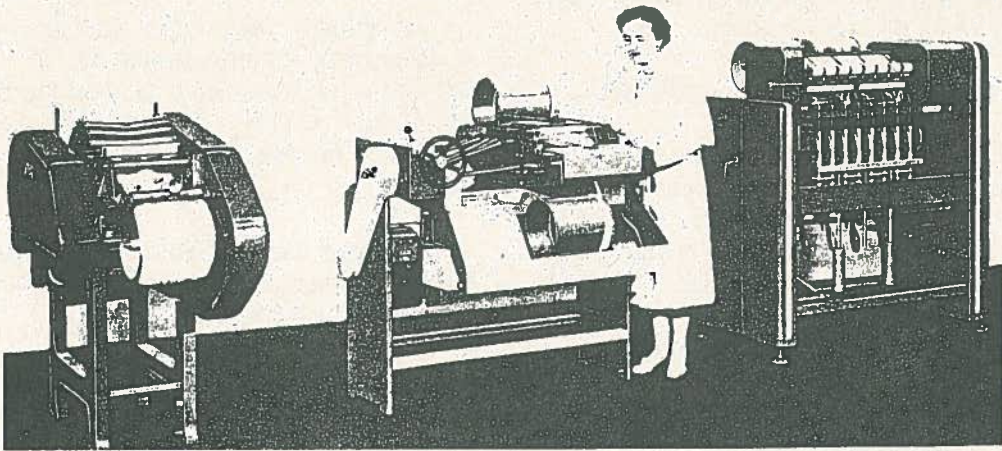
$K \times Ne$, donde K es el factor de torsión basado en la longitud de la fibra y Ne el número del hilo.

Para determinar el límite de hilabilidad, el número de roturas de hilos durante el hilado se convierte en cabos rotos por 1000 horas huso. El límite de hilabilidad se determina a partir del número de los hilos obtenidos y los cabos rotos registrados. Se calcula una correlación lineal de

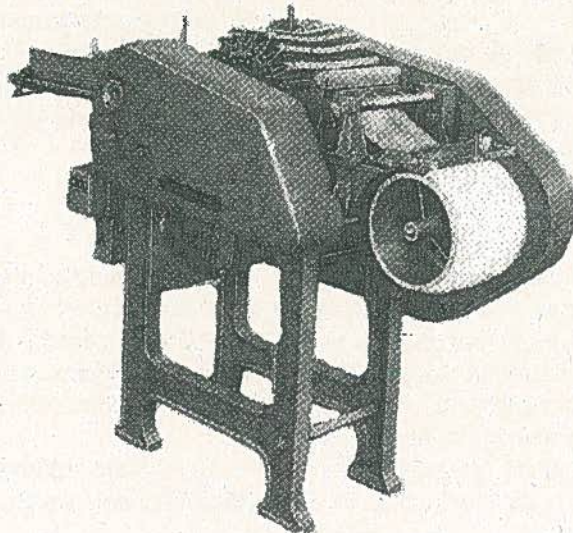
los cabos rotos contra el número de hilos y el valor Ne del hilo a nivel de 20 cabos rotos se considera el valor límite de hilabilidad para el algodón.

Para determinar el número de hilo más alto que puede ser hilado a partir de un algodón dado se tiene en cuenta el producto título resistencia. Para una aceptable calidad de hilo éste no debe ser inferior a 2000.

Microhilatura

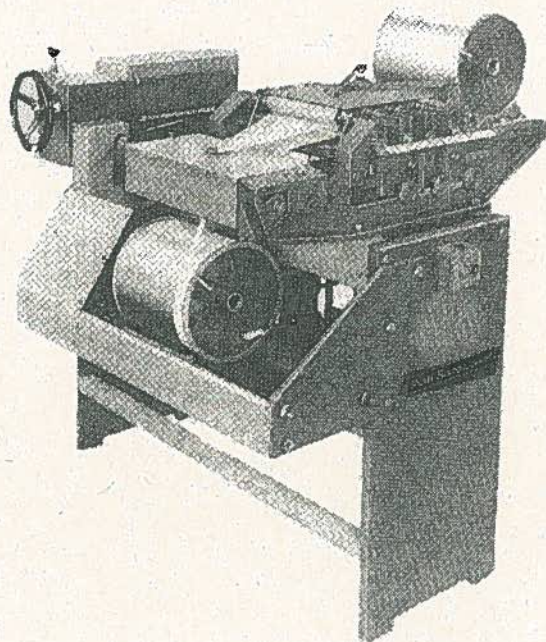


Carda

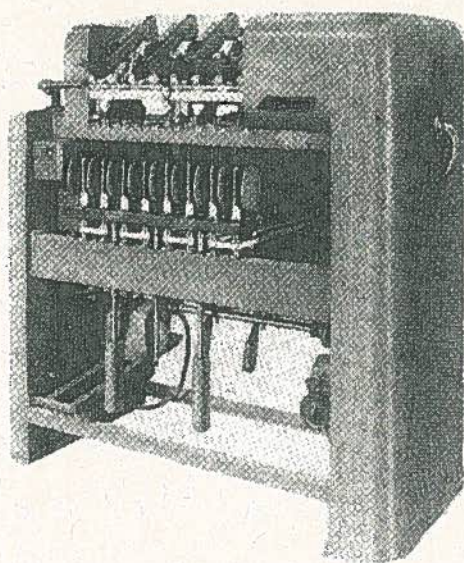


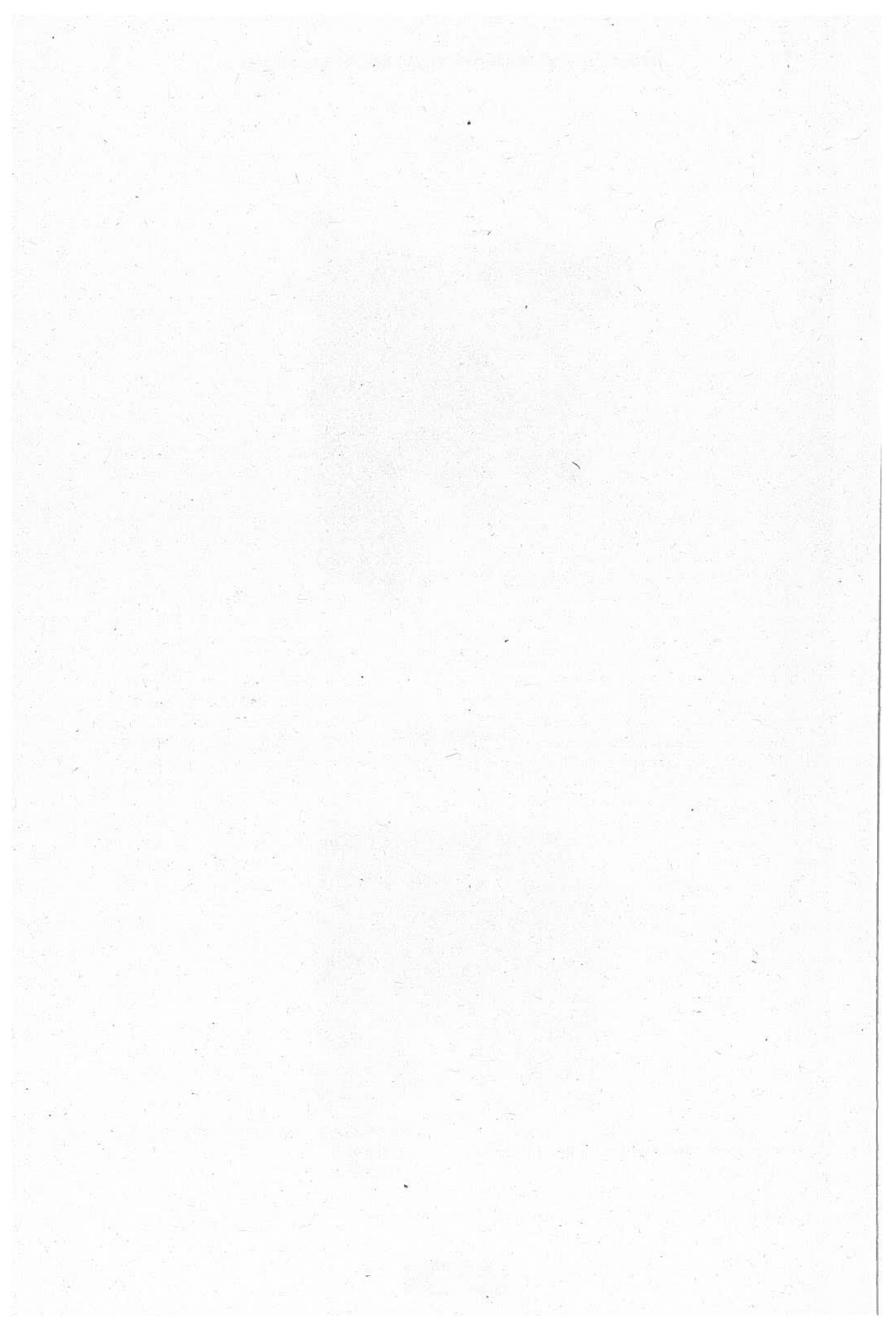
CARACTERÍSTICAS DEL HILO. MICROHILATURA

Manuar



Continua de anillos





IV. 2. VALOR TECNOLÓGICO DE LA FIBRA EN RELACIÓN AL HILO

U. KECHAGIA-MICHAILIDOU

INTRODUCCIÓN

El uso del algodón como fibra textil nos lleva a la prehistoria en ambos hemisferios. El algodón ha sido plantado y convertido en hilo y tejido durante muchos años.

El comportamiento del algodón en la hilatura es un aspecto importante en su procesado para productos de consumo. En todo el proceso de producción textil es en el hilado cuando la materia prima tiene que ser más estrechamente controlada para garantizar la calidad del hilo resultante. Las propiedades del algodón tales como longitud, uniformidad, finura, madurez y resistencia contribuyen a la eficiencia del hilado, resistencia del hilo y calidad general. Las propiedades de la fibra más deseadas dependen del tipo de proceso de hilado (por ejemplo: hilado de anillo o a rotor), mientras estas propiedades dependen de variados factores. Se hacen esfuerzos para dotar a la fibra del algodón con mejores propiedades a través de la selección.

Un eficiente control de la calidad textil exige información objetiva y especificaciones técnicas para la calidad del material inicial y del producto final. La información se requiere para todas las etapas del proceso de fabricación textil y debe ser más técnica y menos subjetiva.

Los hiladores están muy interesados en las determinaciones de confianza de las propiedades de la fibra, para:

- Obtener un constante suministro de mezclas homogéneas durante el proceso de hilado.
- Clasificar la materia prima para ajustarse a la específica línea de producción.

Teniendo conocimiento de las propiedades de la fibra el hilador determina la correlación entre esas propiedades y:

- La calidad del hilo en término de su valor de uniformidad, resistencia, alargamiento, defectos y apariencia.
- La productividad de su hilatura en términos de rotura por husos hora e índices de producción.
- Pérdidas y mermas producidas, medidas en términos de rendimiento de la materia prima.

Generalmente los requerimientos de calidad son más altos para los hilos más finos que para los gruesos.

La calidad del algodón bruto, eficiencia de procesado y calidad de los productos finales están tan inseparablemente interrelacionados que es necesario un minucioso examen de estas sus relaciones.

En las tablas 1 y 2 se da una representación esquemática de la relación en la manufactura de hilo desde la producción de fibra hasta la calidad del producto final.

PROPIEDADES DE FIBRA -PROCESADO-PROPIEDADES DEL HILO

En la hilatura de anillos las principales propiedades de la fibra de algodón en orden de importancia son:

- Longitud y uniformidad de longitud.
- finura.
- resistencia.
- madurez.
- alargamiento.

En la hilatura a rotor las principales propiedades son:

- Finura.
- Resistencia.
- Impurezas.
- Longitud de fibra y uniformidad.
- Madurez.

Los parámetros más importantes de la calidad del hilo:

- Numero de hilo y sus variaciones (CV%).
- Resistencia y sus variaciones (CV%)
- Alargamiento a la rotura y variación (CV%)
- Regularidad del hilo.
- Imperfecciones del hilo (Partes delgadas y gruesas, Neps, etc).
- Torcido y variación (CV%)
- Apariencia del hilo.
- Vellosidad del hilo.

Los parámetros más afectados por las propiedades de la fibra son:

- El proceso de cardado.
- El ajuste de los rodillo de estiraje.
- Las pérdidas de peinado.
- El torcido de mechera y continua.

La relación y efecto de las características individuales de las fibras sobre cada uno de estos parámetros sera analizada en detalle en los siguientes capítulos.

IMPORTANCIA DE LA LONGITUD DE FIBRA Y UNIFORMIDAD

Entre los parámetros más importantes que afectan a la calidad del hilo está la longitud de fibra y la distribución de la longitud en el algodón en rama.

Tabla 1.

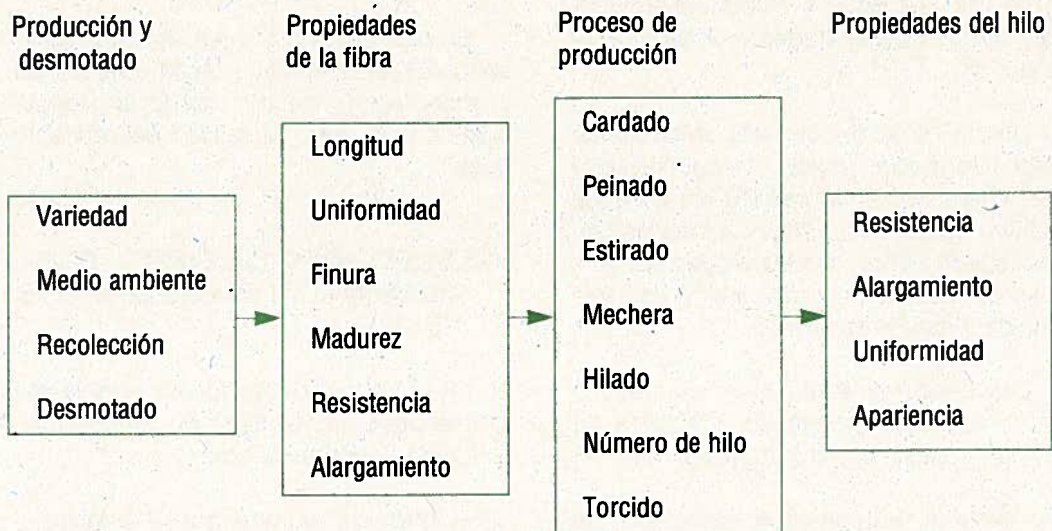
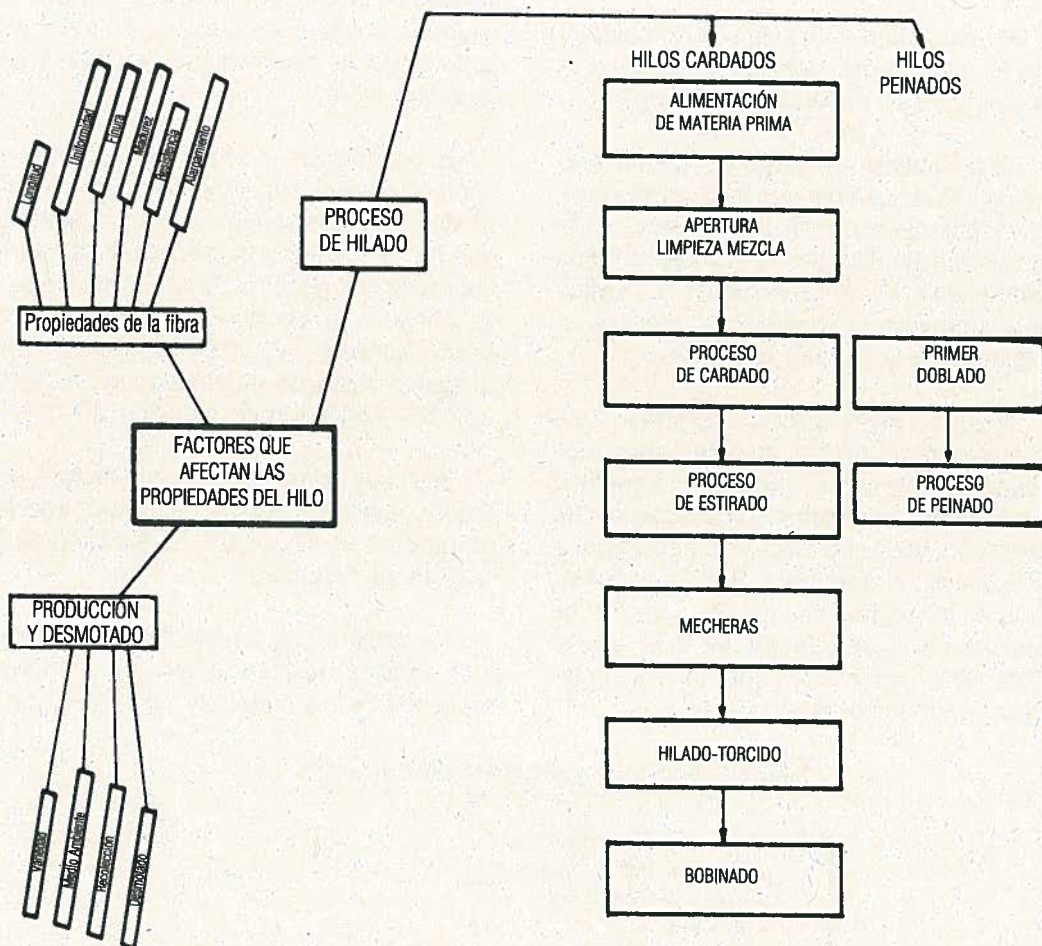


Tabla 2.



La longitud de las fibras y los diferentes parámetros de la longitud tales como la uniformidad, contenido de fibra corta, etc, dominan la eficiencia del proceso de un algodón dado y los parámetros de calidad del hilo producido.

El rango de los números de hilos que pueden ser hilados con un algodón dependen principalmente de la longitud de fibra y de otras propiedades asociadas con la longitud y después con la finura de la fibra. Los números más finos son, generalmente hilados con algodones más lar-

gos a regímenes de producción relativamente bajos mientras los números más gruesos son hilados con algodones más cortos a alto régimen de producción.

La longitud de fibra determina el número de hilo para **máxima resistencia de hilo** que es el índice aislado más importante de la calidad del hilado. Hay una alta relación entre la longitud de fibra y la resistencia del hilo (Figura 1).

35 a 40% de resistencia de madeja es atribuido al UHML

25 al 18% de la resistencia de madeja es atribuido a la resistencia de la fibra.

10 al 15% de la resistencia de madeja es atribuido a la finura.

Aproximadamente el 5% es atribuido al grado mientras el resto es atribuido a la madurez y a la uniformidad de longitud.

El porcentaje real depende del número del hilo. Para los números bajos la resistencia de fibra tiene una mayor influencia en la resistencia del hilo pero para los números finos (sobre 30) la influencia de la longitud se incrementa rápidamente y decrece la influencia de la resistencia de fibra.

Algunos investigadores informan que el factor rotura de hilo muestra una correlación de 0,89 con el 2,5% Span Length lo cual significa que cuando la resistencia de fibra y la finura se mantienen constantes el 2,5% SL cuenta para el 80% de variación en la resistencia del hilo. También se encontró una correlación de 0,71 con el 50% SL (Fibrógrafo) y 0,32 con el contenido de fibras cortas.

Esto significa que las *Fibras largas* definitivamente controlan la resistencia.

La correlación más alta para *los cabos sueltos* se encontró con el 50% SL (0,71) mientras que con los otros parámetros de la longitud la correlación fue más baja (sobre el 0,55).

Las correlaciones entre *cabos sueltos* y *el factor de rotura* fue sólo del 0,42 indicando que esas dos variables están influenciadas por diferentes parámetros de la distribución de la longitud de fibra. De esto resulta que para la elección del mejor algodón para resistencia de hilo y condiciones de funcionamiento los parámetros de longitud de 2,5% y 50% son los más adecuados.

Los coeficientes de correlación de Cabos sueltos y Factor de Rotura con la suma de 2.5% SL y 50% SL fueron 0,69 y 0,77 respectivamente.

La cantidad de torcido (Vueltas/pulgada) para la resistencia máxima también depende de la longitud de fibra. (Figura 2).

Figura 1. Efectos de las propiedades de la fibra sobre la resistencia del hilo.

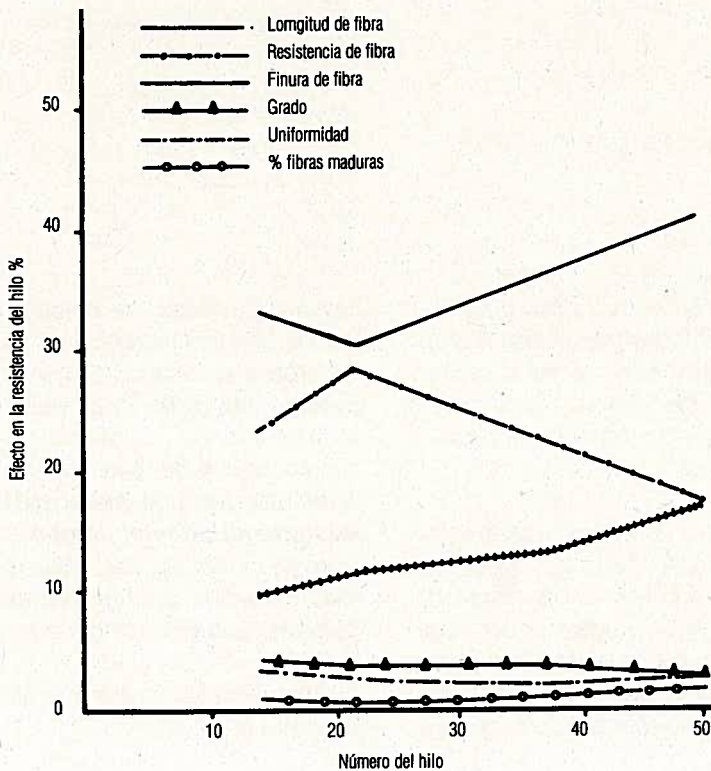


Figura 2. Numero de vueltas para resistencia máxima.

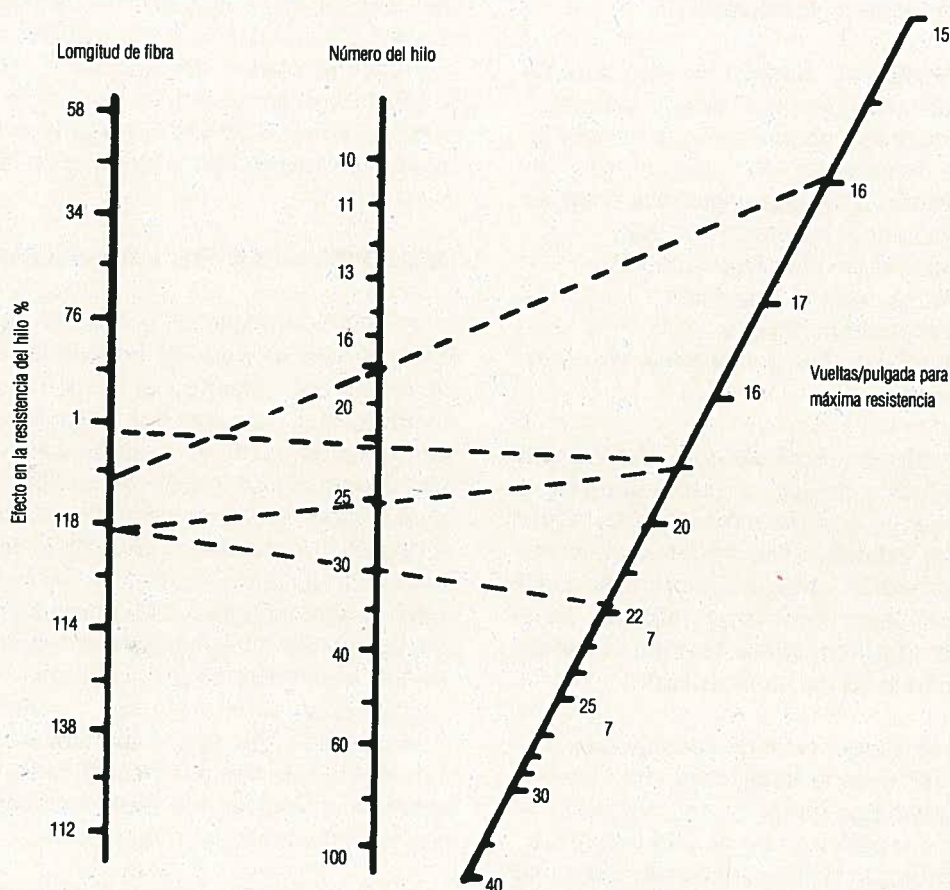


Tabla 3. UHML/Factor de torcido.

UHML PULGADAS	FACTOR DE TORCIDO
0,98-1.01	4.10
1,02-1.05	4.05
1,06-1.09	3.95
1,10-1.13	3.90
1,14-1.16	3.85
1,17-1.20	3.80
1,21-1.24	3.75
1,25-1.28	3.70
1,29-1.32	3.65
1,33-1.36	3.60

Existe un número óptimo de Vueltas/pulgada para cada número de hilos dependiendo de la longitud de fibra. El multiplicador de torcido se define de acuerdo con el UHML y el uso final del hilo

producido (Tabla 3). A medida que se incrementan las vueltas la resistencia del hilo aumenta hasta un nivel óptimo y después decrece porque la carga de rotura no está distribuida uniformemente entre todas las fibras del hilo.

Excepto para las fibras largas el porcentaje de fibras cortas en un algodón es de gran importancia. La cantidad de fibras cortas en el algodón en rama depende de la variedad pero también del método de recolección y del proceso de desmotado, mientras que una cantidad considerable se forma durante el proceso de hilado. El porcentaje de fibras cortas en el algodón comercial ha estado incrementándose considerablemente los últimos años y la optimización del grado es el responsable de eso. Las fibras cortas son aquellas de menos de 12,0 milímetros y algunos de

sus efectos en la eficacia del procesado se relacionan a continuación:

- Pérdida de material de fibra durante el procesado (incremento de la merma).
- Escapes y acumulaciones de fibra en la sala de trabajo.
- Partes delgadas y gruesas (esto es atribuido principalmente al UHML).
- Roturas finales (Figuras 3,4)
- Vello y su variación.
- Uniformidad del hilo.
- Baja resistencia del hilo con insuficiente torcida.

La relación de fibras cortas con la longitud clasificada está correlacionada entre otras cosas con los ajustes de los sistemas de estirado y los estirajes preliminares de varias etapas del proceso. Pero son las fibras más largas visibles en el diagrama de longitudes las más importantes cuando se ajusta el estirado.

El ajuste del estirado está basado principalmente en la longitud de fibra. En los viejos tiempos se usaba la longitud STAPLE pero actualmente se usa la 2,5% SL del fibrógrafo digital o del instrumento de alto volumen (HVI).

Con más precisión la *Longitud efectiva* es un parámetro útil para el ajuste óptimo de los rodillos. Las empresas que producen maquinaria de hilatura dan especificaciones para el ajuste óptimo basado en diagramas de longitud y especialmente en la longitud efectiva.

Las relaciones de producción de la carda dependen principalmente de la longitud de fibra mientras que los ajustes de la carda lo son de la finura.

En el proceso de peinado el ajuste mecánico de las cabezas peinadoras son ajustadas según el contenido de fibras cortas y la longitud máxima.

Además de los efectos beneficiosos de la longitud de fibra en la calidad del hilo los algodones más largos son más susceptible a la formación de neps. Las

imperfecciones del hilo, medidas por el USTER, son generalmente más altamente correlacionadas con la longitud de fibra. Las imperfecciones del hilo están poco relacionadas con el conteo de neps de la cinta de carda. Este último no tiene correlación significativa con la longitud de fibra.

IMPORTANCIA DE LA FINURA

En la determinación del valor de un material para el hilado la longitud de fibra es a menudo tomada como un criterio, mientras que para muchos propósitos la finura es de igual y algunas veces de mayor importancia. No es efecto de la longitud solamente la pronunciada tendencia de los algodones largos a dar hilo resistente cuando son hilados en el mismo número así como para hilar números más finos para la misma resistencia que aquellos de algodones cortos. Los algodones largos tienen generalmente un perímetro más pequeño siendo así intrínsecamente más finos con densidad lineal más baja mientras y también los algodones largos tienden además a ser más fuertes.

La finura es también un importante factor que contribuye a la hilabilidad de un algodón, este efecto es más alto cuando se asocia con la longitud. En el algodón comercial la longitud y la finura tienden a ir juntas.

La finura afecta a los hilos de rotor y de anillo de números más gruesos y más finos en diferentes grados. Los hilos hilados a rotor van primero en orden de importancia.

La resistencia y uniformidad de un hilo depende grandemente del número medio de fibras en su sección transversal. Para un número de hilo, mientras más finas son las fibras más uniforme es el hilo. Mejorar la uniformidad del hilo no sólo mejora la apariencia del hilo sino que también introduce otras consecuencias importantes incluyendo mayor resistencia, extensibilidad y lustre; menores roturas finales en el hilado y mayor resistencia de la superficie a la abrasión.

Figura 3. Efecto de las fibras cortas en el rendimiento del hilado.

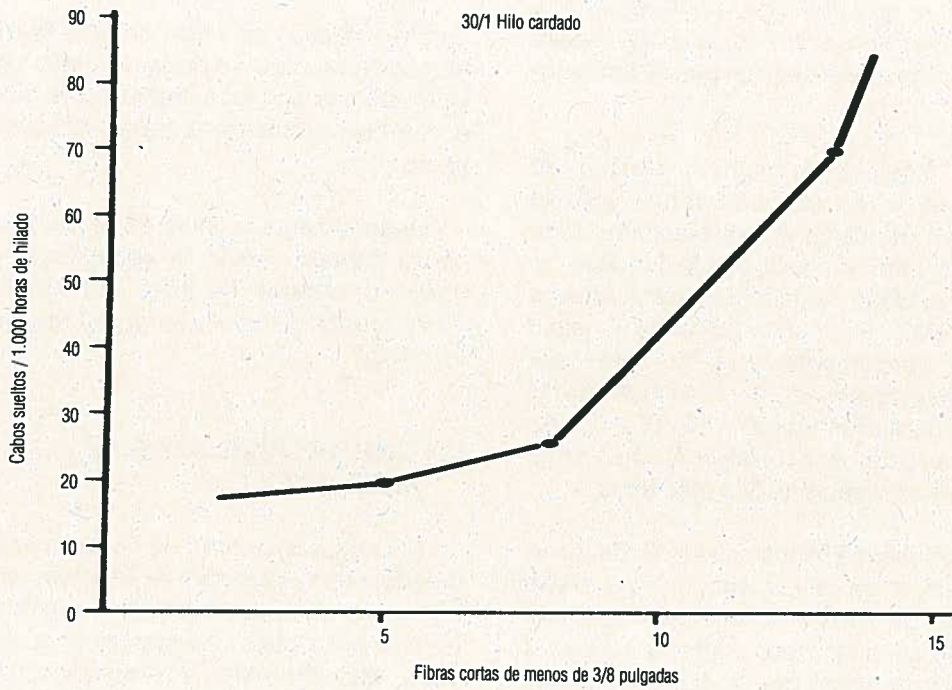
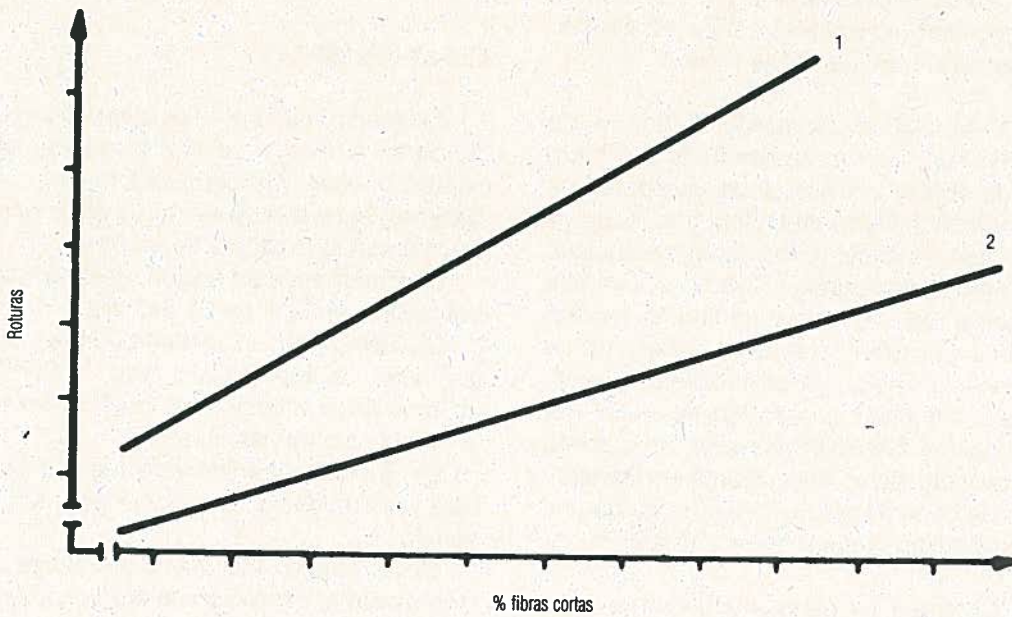


Figura 4. Roturas / % Fibras cortas.



La finura es por tanto importante para determinar los hilos más finos que pueden ser hilados antes que las irregularidades sean tan grandes que no tengan una aceptable resistencia o una razonable relación de roturas finales pueda ser mantenida.

Se requiere un número mínimo de fibras en la sección transversal del hilo para un rendimiento satisfactorio. Este número mínimo varía con la longitud de fibra y la clase del hilo producido (Anillo o rotor, etc.). Para algodones de longitud media aproximadamente 80 fibras por sección transversal se requieren en el hilado de anillos y unas 110 en el hilo de hilatura Open end. El algodón más largo puede ser hilado en hilos más finos.

Mientras más finas son las fibras incorporadas a un tejido más grande es el número de superficie reflectante por unidad de superficie de ese tejido. De esta manera la finura de la fibra tiene una influencia en el lustre del hilo y del tejido. También igualmente cuanto más fina es la fibra más alto es el tono aparente de un tejido teñido. La proporción en la cual los tintes son absorbidos por las fibras son más altas para las fibras finas que para las fibras gruesas, por lo que el tiempo requerido para agotar un baño de tinte es más corto para las fibras finas.

Para ciertos productos tejidos o de punto con o sin mercerizado, la superficie de la fibra y del hilo juega un papel que varía con la finura de la fibra y la madurez así que se recomienda un gran cuidado cuando se seleccionan algodones para una mezcla dada. La finura de fibra determina ciertas características de la calidad de un tejido tal como la rigidez o alternativamente la suavidad de manejo y tipo de caída. Por ejemplo el TANGUIS peruano, un algodón largo y grueso es preferido por los fabricantes de géneros de punto porque les da una característica voluminosa a sus tejidos.

La finura es determinante en el caso de que fibras pueden ser torcidas juntas durante la formación del hilo además de

afectar a la resistencia del hilo, regularidad y también a las características de estirado. (Figura 5).

Sin embargo se debe señalar que la formación de neps se hace más frecuente y sus efectos son más perjudiciales cuando se hilan fibras finas para hacer hilos finos.

Generalmente la finura de fibra influencia el manejo, lustre, la cohesión de la fibra, resistencia de hilo, uniformidad, homogeneidad, color (tono) y formación de neps.

LA IMPORTANCIA DE LA MADUREZ

La madurez de fibra no tiene un efecto independiente fuerte en la resistencia del hilo, pero afecta grandemente al proceso de hilado y a otras características del hilo y del tejido diferentes a la resistencia.

La madurez influencia la eficacia del procesado del algodón de tantas maneras que finalmente el algodón inmaduro tiene un efecto negativo en la producción y calidad del hilo.

FIBRAS INMADURAS

A). Afectan al conteo de neps del velo de carda y esto a su vez influencia las imperfecciones (Visibles) del tejido, que generalmente muestran una mayor asociación con la madurez de la fibra.

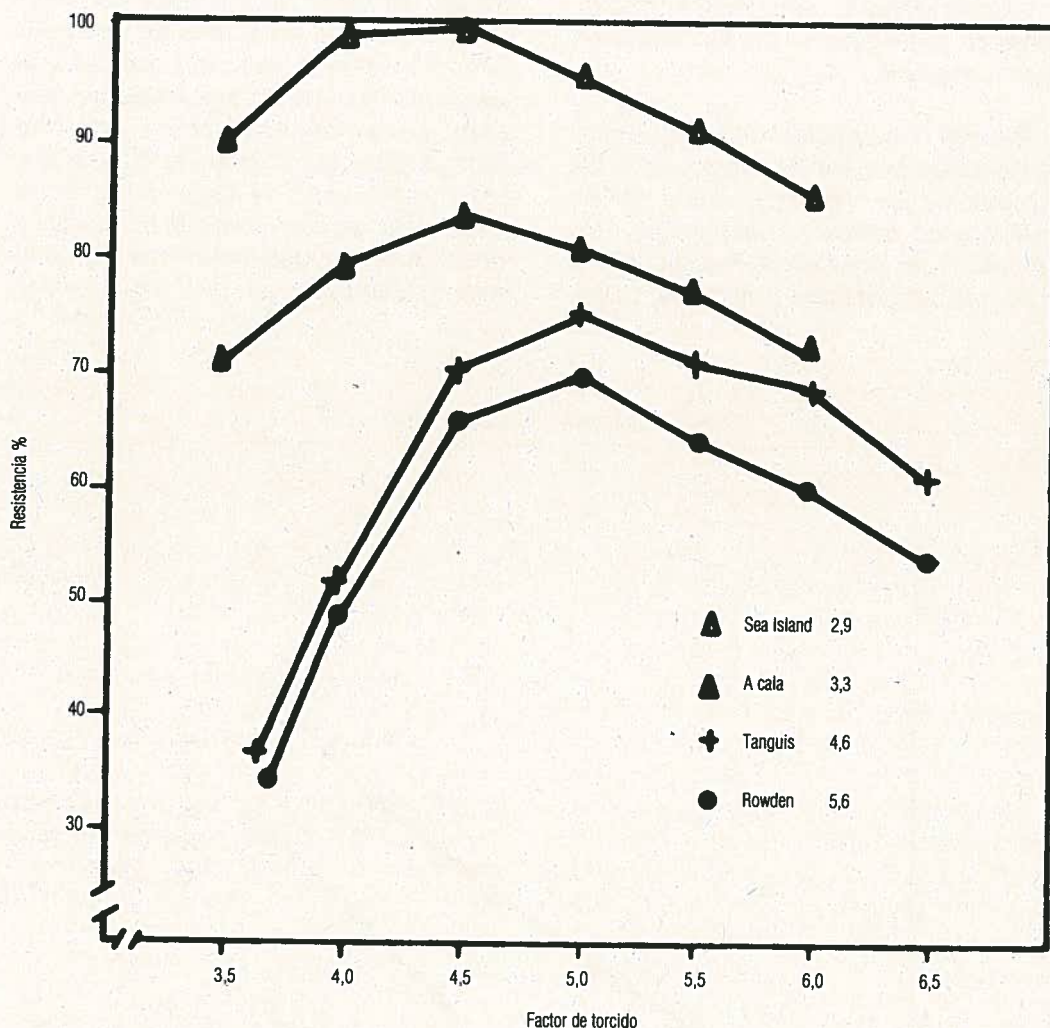
B). Entorpecen un eficiente estirado de los rodillos en la zona de estiraje.

C). Tienen tendencia a enredarse sobre partículas de impurezas y hoja, haciendo así más difícil la limpieza e incrementando la pérdida de buenas fibras.

D). En gran medida dan lugar a una baja uniformidad y una pobre apariencia de hilo.

E). Se rompen fácilmente por lo que se incrementa el contenido de fibras cortas y consecuentemente decrece la resistencia del hilo y los índices de producción.

Figura 5. Efecto de la Finura.



F). Dan un tono más ligero al tinte que las fibras maduras. Las variaciones en los tonos de teñido son causadas por muchos factores pero principalmente están asociadas con la diferencia en la madurez y en la finura. Una diferencia del 10% en el peso/centímetro de la fibra se refleja en una considerable diferencia en el tono del teñido.

Otros factores como la naturaleza del tinte, el color y la construcción del tejido pueden aumentar o disminuir estas diferencias.

Hablando en general los algodones maduros son más lustrosos que los inmaduros.

El valor micronaire es afectado por la finura y la madurez. En los algodones Upland americanos el micronaire es bastante representativo de la madurez por lo que un algodón de bajo micronaire es una señal de peligro de inmadurez. Conociendo el tipo de algodón y el valor de micronaire los hiladores pueden controlar mejor sus mezclas en lo referente a la madurez.

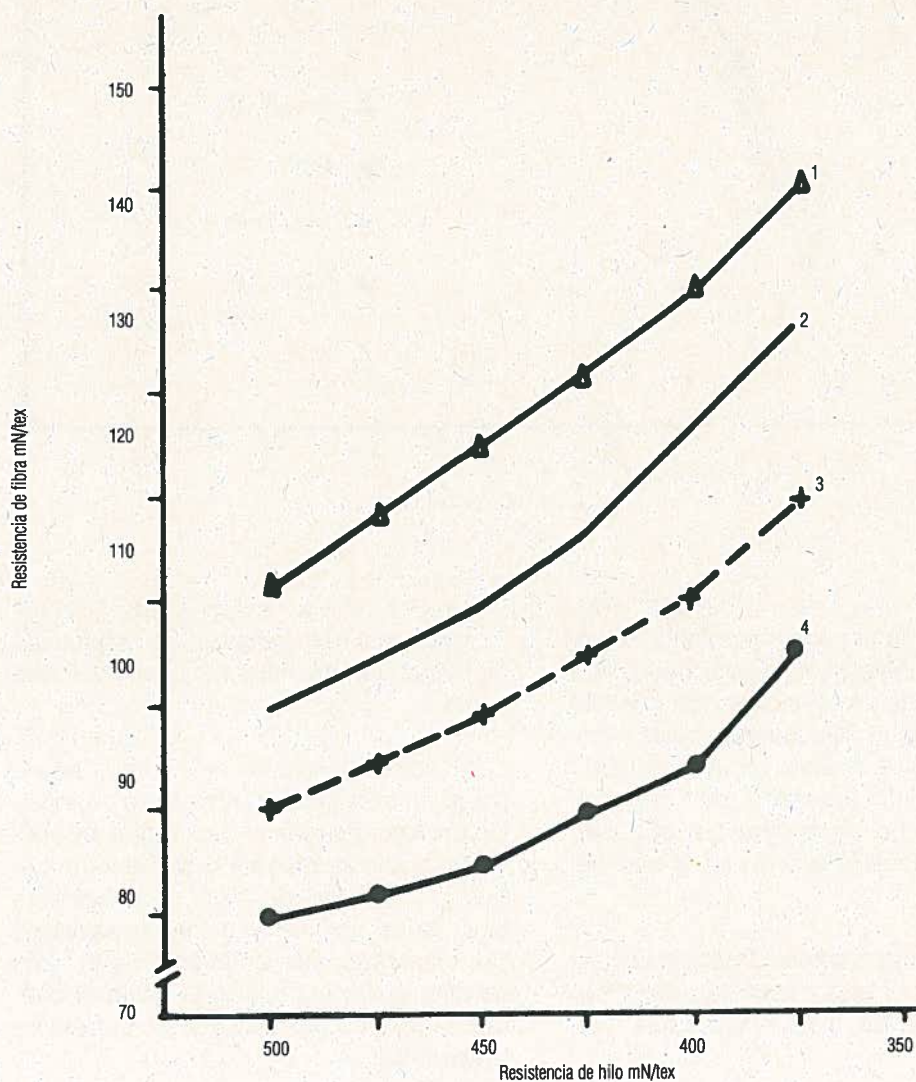
LA IMPORTANCIA DE LA RESISTENCIA

La resistencia de fibra influye directamente en la resistencia del hilo como se ve en la figura 6.

Aunque los valores de resistencia media de un lote son conocidos cuando se compra, los valores pueden diferir ampliamente dentro de un mismo lote. Todavía hay una gran incertidumbre sobre las correlaciones entre la resis-

tencia de una fibra y la resistencia de sus productos intermedios y finales. La resistencia de fibra medida a galga 1/8 con un contenido razonablemente aceptable de fibras cortas tiene una correlación muy buena con los valores de resistencia del hilo. Sin embargo hay unas desviaciones bastante grandes debidas posiblemente a las diferencias en la preparación de la muestra; es la resistencia de las fibras más largas y más fuertes la que determinan más o menos desviación.

Figura 6. Relación de resistencia de fibra a hilo.



Las fibras fuertes producen (como ya se ha dicho) hilos fuertes, algodones con 99.000 Libras/pulgada cuadrada dan lugar a hilo con mayor resistencia que los procedentes de fibra de 82.000 L/1^m2. Aumentando el torcido en hilos de pocas vueltas de algodones fuertes se consiguen hilos de 35 a 40 % más fuertes. Las diferencias en la resistencia del hilo decrecen ampliamente ya que en los hilos de mayor torcida hechos con fibra fuerte son solamente 12-20% más fuertes que los de algodones débiles.

En números gruesos la resistencia de fibra da hilos más fuertes invirtiéndose el comportamiento en algodones finos; los algodones largos y finos aunque débiles dan hilos más fuertes.

La resistencia de fibra tiene una influencia muy baja en el proceso de hilado, generalmente la cantidad de vueltas y los promedios de producción tienen una mayor influencia en la rotura del hilo que la resistencia de la fibra.

La resistencia de fibra tiene una mayor importancia para las hilaturas de rotor y ciertos productos finales. Los hilos hechos por este proceso son de un 15 a un 20% más débiles que los de anillos para el mismo algodón hilado al mismo número. Por ello se necesitan algodones más fuertes para los hilos a rotor (al menos más de 22 gr/tex) y dado que valores tan altos de resistencia es difícil de lograr mediante selección, se hacen esfuerzos para conservar más resistencia de la fibra en el hilo. Sin embargo los deterioros de resistencia a medida que el número del hilo se eleva es menor para los hilados de anillos que para los de rotor debido a la orientación de la fibra más ordenada en el hilado de anillo.

La pregunta que porque la resistencia da mejor correlación con la resistencia del hilo no tiene una respuesta inequívoca.

Una buena parte de la industria textil de todo el mundo todavía usa la medida con el PRESSLEY a galga 0 mientras en

los Estados Unidos se ha cambiado casi completamente a gramos/tex obtenidos por la medida a galga 1/8 pulgada, con el estelómetro o con el HVI (Motion Control, Spinlab). Aunque se afirma que gr/tex da una mejor correlación que la resistencia del hilo, esto es más apropiado para los hilos cardados mientras que para los hilos peinados más uniformes la galga 0 da una mejor correlación.

Debemos tener en cuenta que la resistencia de fibra y la resistencia del hilo están influenciadas por la humedad relativa. Incrementando la humedad relativa hasta el 60% obtenemos la máxima resistencia para fibras e hilos.

LA IMPORTANCIA DEL ALARGAMIENTO A LA ROTURA

El alargamiento de la fibra está íntimamente relacionado con el alargamiento del hilo aunque el papel exacto de este parámetro todavía no ha sido completamente definido. El efecto del alargamiento de la fibra está relacionado con el número de hilos, cantidad de vueltas y longitud de fibras. El alargamiento de fibra influencia el alargamiento del tejido antes de cualquier acabado; los cambios en la estructura química y fina de la fibra que ocurren durante el acabado afectan a esta relación.

El efecto del alargamiento de la fibra es más obvio en el procesado de la fibra a hilo. Para algodones de longitud media, los altos valores de alargamiento disminuyen la rotura y permiten unas más altas proporciones de estirado y producción, incluso para hilos más finos y con menos cantidad de vueltas. Generalmente un incremento en el alargamiento de la fibra del 6 al 10% resulta en un incremento de 1.000 revoluciones por minuto en el índice de producción sin ningún cambio en la rotura.

Finalmente se acepta que un incremento en el alargamiento de fibra resulta en un incremento de la resistencia del hilo (madeja simple) y alargamiento.

LA IMPORTANCIA DEL GRADO

El grado es la impresión visual del algodón bruto y puede ser dividido en tres componentes:

El color, la preparación y la materia extraña (o contenido de impurezas). Cada uno de ellos tiene un efecto diferente en la efectividad del hilado y la calidad del hilo. El color y especialmente los valores del Rd y de +b medidos con el colorímetro, afectan directamente el color del hilo. Las variaciones de color en la mezcla de cada día pueden causar el así llamado dicromismo, el cual es un desastre para las hilaturas. Controlando el color de los algodones individuales en la mezcla así como en las mezclas diarias podemos evitar este problema.

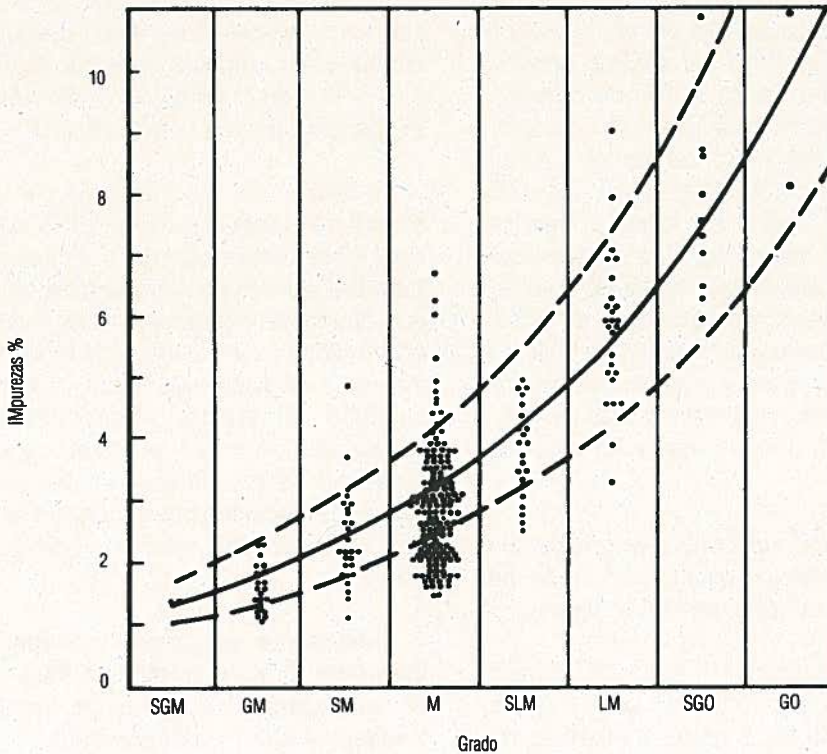
La preparación y el contenido de impurezas nos puede dar una estimación de:

- Rendimiento, esto es relación de fibras buenas con las impurezas o que porcentaje de material bruto es hilable (Figura 7).

- La cantidad de material no hilable presente en el algodón. Se hace una distinción entre impurezas (500 μm), polvo (500-50 μm) y micropolvo (50-15 μm). Cada uno de estos componentes de fibra lleva a tener problemas en el procesado, en el rendimiento, en las condiciones ambientales de trabajo, o en la calidad del hilo, afectando a la formación de neps y apariencia del hilo.

Todavía no existe un método bueno, rápido y barato de traducir los parámetros del algodón que componen el término grado a términos de calidad de hilo, procesado y rendimiento. Es posible un algodón de alto grado que contenga pequeñas partículas que pueden ser quitadas con dificultad y sus efectos negativos se revelarán en las operaciones o en el hilo.

Figura 7. Efecto del grado en el % de las impurezas.



CONCLUSIONES

- **Propiedades del hilo** y eficacia del hilado están primeramente determinados por las principales propiedades de la fibra tales como la longitud, resistencia y valor micronaire. Los parámetros de variación de longitud tienen menor influencia.

- **Resistencia del hilo** conseguido con cualquier algodón pueden ser consideradas como un equilibrio de un número de factores (Figura 8). La resistencia del hilo es el resultado de la resistencia de la fibra, cohesión de la fibra, longitud de la fibra, finura de la fibra, coeficiente de fricción y enmarañamiento de la fibra.

La fuerza de fricción de la fibra varía de 0 (en el extremo de la fibra) a el máximo en la mitad de la misma. Por ello la fuerza de fricción en un lugar es la suma de la fuerza de cohesión desde el extremo de la fibra hasta ese lugar (mientras más

larga es la fibra más grande es la fuerza de fricción).

- **El factor de torcido** para la máxima resistencia del hilo depende de la longitud de fibra, de la finura y el coeficiente de fricción.

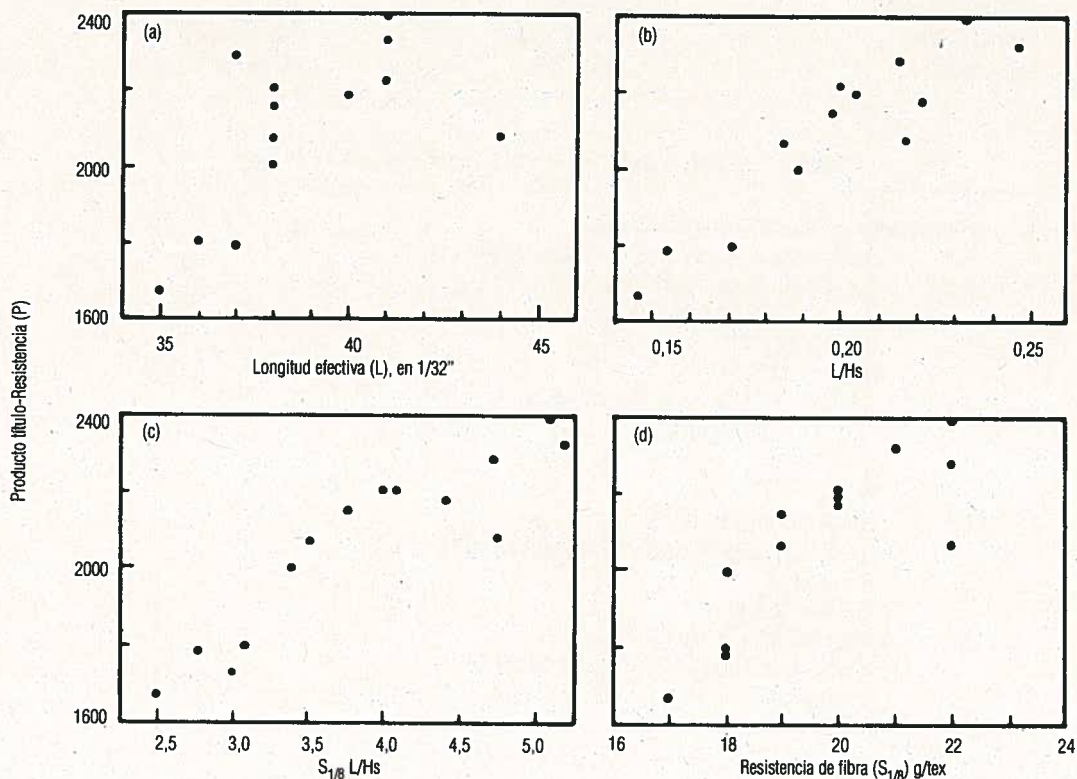
La resistencia del hilo hilado en anillos se explica mayormente por la tenacidad, longitud, micronaire (o finura), alargamiento, fibras cortas o relación de uniformidad.

La resistencia del hilo a rotor es explicada por la tenacidad, valor micronaire y UHML.

La uniformidad del hilo de anillo y la uniformidad está conectada con la longitud de fibra, finura y tenacidad y un poco con las fibras cortas.

La homogeneidad del hilo a rotor se explica por la longitud de fibra, micronaire y un poco por la tenacidad de la fibra.

Figura 8. Relación de las propiedades de fibra con las del hilo.



La eficacia del hilado está determinada principalmente por la longitud de la fibra, micronaire (madurez) y alargamiento.

En el hilo de rotor las partes delgadas se estiman por el micronaire y el UHML y las partes gruesas por el UHML y la impureza.

En los hilos de anillos las partes delgadas son afectadas por el UHML y las fibras cortas, mientras las partes gruesas lo son por el UHML y el contenido de impurezas.

- Los neps en ambos casos son explicados por el UHML, micronaire (Finura y madurez), longitud media y contenido de no fibra.

- La cantidad de desperdicios está afectada por el grado y por las fibras cortas.

Aunque queda mucho todavía por descubrir en este campo, los avances son tales que un conocimiento de las propiedades de la fibra nos da una buena indicación del rendimiento del hilado y de las propiedades del hilo, particularmente cuando las condiciones individuales y otros datos relevantes son tomados en consideración.

Si fuera posible establecer parámetros de calidad para la fibra en general estos deberían tener valores como los que se muestran en la tabla 4. Muchos investigadores proponen ecuaciones que relacionan la fibra a las características del hilo algunas de estas se dan en la tabla 5.

Estas tablas están principalmente relacionadas con los algodones Upland.

Tabla 4. Propiedades de la fibra para un hilado eficiente.

PROPIEDADES DE LA FIBRA	HILATURA DE ANILLOS	HILATURA A ROTOR
Longitud de fibra	mín. 1 - 1 1/8 pulgada	mín 7/8 pulgada
Uniformidad de fibra	mín. 45%	mín. 45%
Micronaire (Finura)	3,5 a 5,0	max. 4.0
Fibras maduras	mín. 80%	mín. 70%
Resistencia	mín. 25g/tex	mín 26g/tex
Impurezas	max. 2%	max. 1,5%

Tabla 5. Ecuaciones de correlación entre las propiedades de la fibra y del hilo.

6.	Propiedades de hilo de hilatura de anillo
6.1	Resistencia de hilo (Producto Título-resistencia, C)
6.1.1	$C = -2.390 - 16,48 N_g + 89.52 s + 1923 l$ $+ 22.94 ur - 65.61 mi$ ($r = 0.9751$ R.S.D. = 88.9)
6.1.2	$C = 2213 - 16.64 N_g + 86.64 s + 1907\%$ $+ 25.15 ur - 2.16 f$ ($r = 0.9766$ R.S.D. = 86.3)
6.2	Alargamiento de hilo (% , E) $E = 0.140 - 0.0584 N_g - 0.0195 F + 0.85 l e + 5.106 l$ ($r = 0.8458$ R.S.D. = 0.36)
6.3	Irregularidad del hilo (CV %, V) $V = 57.42 + 0.190 N_g - 0.360 F - 20.27 l - 359 ur$ ($r = 0.9379$ R.S.D. = 0.92)

IV.3. FACTORES QUE INCIDEN EN LA RENTABILIDAD DEL ALGODÓN Y EN SU CALIDAD

PEDRO RUIZ AVILÉS

INTRODUCCIÓN

El algodón es producido actualmente en un centenar de países, para la mayoría de los cuales es una fuente importante de sus ingresos por exportación.

Sin embargo, requiere una serie de condiciones climatológicas, tecnológicas, de protección fitosanitaria, en la forma de efectuar las tareas y prácticas culturales, etc. que son indudablemente superiores a lo que son habituales en otros productos agrarios, si se pretende asegurar una cosecha rentable. Hay un gran número de factores que inciden sobre sus rendimientos y costes y, en definitiva sobre la calidad de la fibra y su rentabilidad.

Además, y para que el algodón pueda ser objeto del interés por parte de los agricultores, es preciso que su cultivo resulte apto para entrar en las rotaciones y alternativas culturales, es decir que compita ventajosamente con otros cultivos en el complejo sistema que constituye la explotación agraria. Acerca de estos puntos, como de los anteriores, versará esta conferencia.

1. INFLUENCIA DE FACTORES CLIMÁTICOS Y AGRONÓMICOS SOBRE LA CALIDAD DE LA FIBRA

Aunque las variables climáticas apenas influyen sobre algunas de las características más apreciadas del algodón (1), como son la longitud, uniformidad, tenacidad e índice de semillas por fruto, las temperaturas y las condiciones hídricas si tienen influencia sobre otras características, entre las que cabe destacar las siguientes:

a) Las temperaturas

- Para el ciclo cultural del algodón es necesario que existan un mínimo de 180 días sin heladas, y que durante ellas se produzcan medias superiores a 15°C.

- No contribuyen a la nascencia y detienen el desarrollo de la planta las temperaturas inferiores a 15°, destruyéndola por debajo de 0°C.

- También las temperaturas altas, o una gran amplitud térmica, al final del ciclo cultural y en un momento en que las disponibilidades suelen ser reducidas, disminuyen los rendimientos en la desmotación.

b) Las condiciones hídricas

- La finura «estándar» resulta influida negativamente por las lluvias durante el período de floración.

- La reflectancia aumenta con la amplitud térmica al final del ciclo, y disminuye con la humedad relativa al final del ciclo.

- La existencia de humedad al final del ciclo depende de la fecha de siembra, e influye positivamente en el rendimiento al desmotado, el índice micronaire, la madurez y el porcentaje de aceite de las semillas.

- Siembras tardías producen fibras inmaduras con débil valor tecnológico.

- También una humedad elevada durante la apertura de cápsulas causa enternecimiento de la fibra.

c) La fertilización

- La aportación de abonos, o la fertilización orgánica es un factor positivo e

incrementa el número de granos por fruto.

- También aumenta la longitud de la fibra, el índice micronaire y, en menor medida, su tenacidad.

- Por el contrario, disminuye el rendimiento de fibra al desmotado.

- La aportación de nitrógeno en fechas tardías puede también prolongar el ciclo cultural y, por consiguiente, puede hacer que se llegue con la maduración a los momentos de lluvias y heladas, con la consiguiente disminución en los rendimientos.

d) Los tratamientos fitosanitarios

Su influencia es de la siguiente forma:

- Cuando se llevan a cabo, se favorece el aumento del volumen y peso de las cápsulas.

- También se incrementa el peso de las semillas y, correlacionado con él, disminuye el rendimiento al desmotado.

- Sin embargo se consigue una mayor longitud de fibra y mejora la elongación.

- El micronaire es más elevado y mejora el grado de la fibra.

2. INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE RECOLECCIÓN

- La recolección manual del algodón permite, generalmente, obtener grados más elevados, una tasa de humedad, y menor porcentaje de impurezas, siempre y cuando que la misma se haga a tiempo.

- La estancia prolongada en campo, especialmente si el tiempo es inestable, incrementa el contenido en impurezas y la humedad del algodón.

- El escalonamiento de la cosecha es principal factor que afecta al grado de la fibra.

- La longitud, madurez, el micronaire, la resistencia y la elongación, resultan más uniformes cuando se realiza una recolección rápida y sin mezcla entre algodones procedentes de diferentes pasadas.

- Aquellos sistemas de producción que favorecen la madurez, y procuran salvar las primeras cápsulas abiertas, son las que parecen obtener una fibra de mayor calidad.

- El porcentaje de humedad del algodón bruto no debe sobrepasar los 12° para que el desmotado se realice aceptablemente, siendo el ideal entre 6° y 7°.

- La presencia de malas hierbas influye sobre la calidad de la fibra recolectada y deprecia su valor.

- La recolección mecánica del algodón obliga a una mayor limpieza del algodón bruto, especialmente para evitar la incorporación de vainas y granos partidos. Esta recolección produce además:

- Un ligero aumento en el rendimiento en fibra al desmotado.

- Disminuyen la resistencia y la elongación.

- Por el contrario, aumenta también el porcentaje de impurezas, con la consiguiente depreciación del grado de la fibra.

3. COSTE DE PRODUCCIÓN DEL ALGODÓN BRUTO

En un régimen de libertad comercial como progresivamente va existiendo en el mundo, la ventaja o desventaja económica de producir algodón en un determinado país, una determinada situación y un concreto sistema de producción depende de una serie de *factores técnico-económicos* que influyen en el *coste de producción* y por consiguiente en la *rentabilidad del cultivo*.

Entre estos factores estarán:

FACTORES QUE INCIDEN EN LA RENTABILIDAD DEL ALGODÓN Y EN SU CALIDAD

- El **sistema de producción** con que se realiza: personal utilizado, formas de preparación del terreno y siembra, variedades utilizadas, labores y prácticas culturales, sistema de riego, protección fitosanitaria, modalidad de recolección (manual, mecánica, mixta), etc.

- El **tamaño de las explotaciones** que, indudablemente, determinará uno u otro sistema de producción.

- La **formación tecnológica** de los agricultores y su carácter empresarial.

- Los **gastos financieros** e intereses en forma de créditos de campaña.

- Los **precios** de las materias primas, energía y suministros de medios de producción: herbicidas, fertilizantes, productos químicos, agua de riego, etc.

- Los **salarios** de los trabajadores.

- Los **gastos y costes** de maquinaria y estructura general de las explotaciones, así como qué grado de utilización.

- Las **tarifas y costes de transporte, carga de vehículos** y de su entrega en las factorías desmotadoras.

- La **fiscalidad** directa e indirecta.

- Y por último las posibles **subvenciones o ayudas directas**.

De ahí que no quepa hablar de *un coste de producción*, ni siquiera a nivel de explotación, sino de *múltiples costes de producción*. Así pues los datos que exponemos sólo serían una aproximación, más o menos ajustados, en función de la metodología empleada y un modelo sobre como confeccionarlos.

Así, presentamos en el Cuadro 1, con estas salvedades, los costes para la campaña 1982/83 (última en que lo hizo), así como los rendimientos esperados para una serie de países, confeccionados por el CCIA.

Compruébese cómo el país con mayores costes totales de los que facilitaron datos fue Israel, seguido por España y Grecia.

Y el de menores costes fue Pakistán (432,5, menos del 15% de Israel).

Se puede comprobar cómo las diferencias en costes totales de un país a otro son muy importantes, así como también en cuanto a los costes de los factores y medios de producción, e incluso de las semillas, energía y gastos generales y, sobre todo, en el coste de mano de obra. A tal fin hemos confeccionado un Gráfico 1.

El porcentaje del coste de la mano de obra representaba:

En Egipto, con 611,3\$, el 54,4% del total de costes

Grecia:	504,5 \$, el 18,7%
Israel:	365,7 \$, el 11,3%
Pakistán:	69,4 \$, el 16,1%
España:	1111 \$, el 43,4%
Turquía:	406,9 \$, el 23,4%
USA:	28,7 \$, el 2,5%

Ahora bien, y puesto que los rendimientos difieren bastante, hemos decidido hacer también una ponderación de los costes (y también de los márgenes) en función de los rendimientos por hectárea indicados por cada país. En cuanto a los precios aplicados hemos recurrido a la información facilitada por el CCIA y el Hellenic Cotton Board (HCB) para la mencionada campaña 1982/83. Los resultados aparecen en el Cuadro 2.

España ocupaba en esos momentos la 5ª posición mundial en mayores costes de producción, es decir, había descendido dos puestos, si bien permanecía 3ª en cuanto a márgenes.

A partir de esa campaña, el CCIA no vuelve a proporcionar información. Sin embargo, según la que poseemos y que se basa en parte en la que Vdes. mismos realizaron durante el seminario por paí-

ses, la evolución en alguno de ellos ha sido la que sigue:

- En Egipto, los costes directos (no totales) habrían pasado de 929,9 a 750 \$, con un descenso del 24%.
- En Turquía de 1527 a 1500 \$ con un leve descenso del 2%.
- Grecia, pasó de 2068 a 3000 \$, con incremento del 45%.
- España pasó de 2288 a 2800 \$ con incremento del 22%.

Evidentemente no queremos extraer conclusiones generales de unos resultados estimativos, pero sí aparecen tres hechos destacados que interesa destacar:

- La gran variabilidad de los datos.
- Las profundas diferencias que han debido existir entre la paridad de las monedas de cada país, que hace que algunos de ellos posea hoy menores costes que hace 8 años.
- Evidentemente estos costes hay que ponderarlos con el nivel de vida y la renta de cada país de ahí que, en nuestra opinión, no resulte tan fácil llegar a un mercado universal totalmente libre.

4. COMPETITIVIDAD DEL ALGODÓN EN LAS EXPLOTACIONES AGRARIAS: EL CASO ESPAÑOL

Aquí exponemos cómo hemos hecho los cálculos para España. Vdes. siguiendo en sus líneas generales este esquema se podrá hacer para cada país. Se ha de tener en cuenta que este estudio está realizado en 1990.

Para juzgar las repercusiones que tendría una política de apoyo a la producción algodонера, hemos comenzado analizando la posición del algodón en el seno de las explotaciones agrarias, en donde ya es cultivado o bien son susceptibles de hacerlo. Y no resulta fácil realizar un análisis económico de este tipo ante la gran variedad existente por ejemplo en:

- Las condiciones climatológicas y del medio natural.
- La estructura de las explotaciones: sistemas de producción, tamaño, disposición de mano de obra, grado de mecanización, etc.
- Las características de los titulares, su familia y de la mano de obra asalariada y su formación tecnológica.

Ante estas dificultades, hemos debido partir de las siguientes hipótesis:

a) El lugar del algodón en las explotaciones agrarias depende de su dimensión, pero también de su *disponibilidad de mano de obra*. Esto ha obligado a diferenciar en función de la información disponible, - y estamos hablando del regadío-, entre las explotaciones que llamaremos «familiares» (que serían las de menos de 25 Has de superficie total), de las que hemos llamado «empresariales» (con más de 25 Has). En estas últimas se han incluido como costes horarios todos los necesarios para realizar las diferentes operaciones culturales. Por el contrario, en las «familiares» se ha supuesto la aportación de 1,25 UTH/explotación perteneciente al núcleo familiar, con excepción de las labores mecánicas en las que aparece su «coste de arrendamiento» al ser éste más representativo de este tipo de empresas, carentes en la mayoría de las ocasiones de medios mecánicos propios.

b) En las «Explotaciones Familiares» nos hemos inclinado porque la base de decisión en la elección para cada cultivo sea el Margen Bruto = Ingresos - Costes Variables (o Directos), incluyendo en éstos los costes de la mano de obra contratada.

Si existieran posibilidades de empleo o la mano de obra fuera escasa, lo que no es habitual en estos momentos, entonces sí que hubiera debido que tenerse en cuenta el coste marginal del trabajo en la explotación, y, en todo caso, el Coste de Oportunidad, en que incurre el titular de la misma y su familia por rechazar otro empleo alternativo.

FACTORES QUE INCIDEN EN LA RENTABILIDAD DEL ALGODÓN Y EN SU CALIDAD

c) En cuanto a las «Explotaciones Empresariales», el criterio adoptado es el del Margen Global (MG) = Ingresos - Costes Variables (o Directos) incluidos los salariales y los intereses de capitales propios.

d) Así pues, y con el fin de efectuar comparaciones de rentabilidad, se han hallado 5 tipos de márgenes:

- Margen bruto/ha en explotaciones familiares, sin deducir ningún coste salarial.
- Margen bruto/ha en explotaciones familiares, deduciendo 1,25 UTH.
- Margen global por hora de trabajo familiar en explotaciones familiares.
- Margen global/ha en explotaciones empresariales.
- Margen global/hora de trabajo, en explotaciones empresariales.

Los resultados para la zona andaluza, la más importante, con el 90% de la producción en el año 1987, año de la toma de datos fueron los que aparecen en el Cuadro 3.

Compruébese como el algodón resulta competitivo en las *explotaciones «empresariales»* tanto con relación a los cultivos de tipo más extensivo: maíz, trigo, girasol y soja, como con respecto a otros que lo son menos: remolacha, patata o cereal con segundas cosechas. En este último caso, los rendimientos aplicados al segundo cultivo lógicamente son menores dado el más corto período vegetativo con que se cuenta y al natural cansancio del terreno.

Por otro lado, el algodón es también competitivo en las *explotaciones «familiares»* (Cuadro 4). Sus márgenes, si la recolección es manual, son superiores a los de todos los demás cultivos salvo los espárragos y el melón. No obstante, el margen bruto por hora de trabajo (699 pts/hora), resulta inferior al de prácticamente todos los otros cultivos, y también al del algodón recogido con cosechadora: (2.568 pts/hora). (1)

(1) Conviene subrayar que este margen es diferente de los beneficios del trabajo familiar, puesto que no se han deducido los costes fijos de la explotación, ni tampoco la "renta de la tierra", concepto para nosotros inexistente en tierras cultivadas en propiedad pues sería una parte del propio beneficio.

Por contra, en este tipo de explotaciones «familiares» el margen bruto/hora trabajada, en el algodón con recolección mecanizada es absolutamente competitivo, superando incluso al margen bruto/hora del algodón recogido con cosechadora en las explotaciones «empresariales» (1.738 pts/hora), y manteniendo un alto nivel de competitividad con respecto a la gran mayoría de producciones alternativas en el regadío extensivo: remolacha, maíz, así como con el trigo con segunda cosecha.

Y es en este tipo de explotaciones «empresariales» en el que claramente se comprueba la diferencia de rentabilidad económica entre ambos tipos de recolección. Mientras que el cogido con cosechadora compite con respecto a otras producciones, el recogido manualmente se sitúa prácticamente ya en su *umbral de rentabilidad*(2). El que el algodón continúe recogiendo manualmente en las explotaciones «empresariales» respondería, pues, a motivos político-sociales o de riesgos ante una posible depreciación, -por lluvia u otros factores adversos-, que a razones de tipo económico.

5. COMPETITIVIDAD DEL ALGODÓN EN LAS ALTERNATIVAS CULTURALES

Para analizar esta competitividad hemos analizado también los dos primeros tipos de explotaciones, familiares (-25 has de superficie total) y empresariales (con más de 25 has), pues bien vamos a ver los resultados.

A) EXPLOTACIONES FAMILIARES

Los ingresos para este tipo de explotaciones tienen fundamentalmente esta procedencia:

1) De los márgenes alcanzados en la producción del algodón, pero también de

(2) Y cuando, desde hace años, los índices de salarios han crecido normalmente más que los precios abonados por el algodón bruto.

los obtenidos con aquellas otras producciones que puedan competir con él en las alternativas culturales.

2) De la propia estructura de la explotación y sus sistemas de producción.

La variación y dispersión de casos que pueden presentarse es notable. No obstante, basándonos en los datos estadísticos comarcales de la superficie cultivada durante 1987, más la información disponible en las 173 encuestas efectuadas a productores algodoneiros del Valle del Guadalquivir en ese año, extraemos las siguientes conclusiones (Cuadro 5):

a) Ampliar 1 ha de algodón en regadío, reduce en:

- 0,2 ha el cultivo de trigo.
- 0,3 ha el de maíz.
- 0,1 ha el cultivo de trigo con segundas cosechas (sorgo, girasol o soja).
- 0,2 ha de girasol.
- 0,1 ha de remolacha azucarera y
- 0,1 ha de hortalizas y frutales.

En la gran mayoría de los casos los cultivos desplazados tienen menor demanda de mano de obra y poseen inferior producción bruta por hectárea.

b) Los márgenes en las explotaciones «familiares» y las necesidades de horas de trabajo por hectárea calculados para los cultivos competidores y el algodón son los resumidos en el Cuadro 5. En dicho Cuadro se comparan también las 2 modalidades de recolección, manual y mecánica, esta aún la más predominante en este tipo de explotaciones familiares.

Según los datos del Cuadro 5, una ha de superficie de algodón *recogido manualmente* supone un Ingreso Adicional de 72.933 pts/ha para estas explotaciones, e incrementaría las horas de trabajo en 234 horas/ha.

La remuneración adicional (Valor Marginal) de la mano de obra sería de 311,6 ptas/hora. Esta cantidad es inferior a la

remuneración horaria estipulada como salario mínimo para el peón eventual de las provincias altonereras andaluzas en las fechas en que se realizaron los cálculos: unas 340 ptas/hora, incluida la Seguridad Social.

Por el contrario, si la parcela de algodón fuese recogida *mecánicamente*, 1 ha cultivada de algodón supondría un Ingreso Adicional de 10.586 ptas/ha con respecto a una alternativa integrada por los cultivos sustituidos, pero sólo se aumentaría el trabajo total en 1,6 horas, por disminución del trabajo realizado en el algodón en 385 horas totales por hectárea.

Por su parte la remuneración de la mano de obra familiar en algodón con recogida mecánica pasa a ser de 917,8 ptas/hora (con incremento de 606,2 Ptas/hora) y se ahorrarían 172 horas de trabajo al titular y su familia. Esta remuneración resulta superior a la percibida en 1987, tanto por los asalariados eventuales como por los de carácter fijo (tractorista, por ejemplo).

Todos estos cálculos vienen a demostrar que cultivar algodón es *beneficioso para las explotaciones familiares* al aumentar sus ingresos, si bien en el caso de recolección manual el salario marginal por hora *no llega a alcanzar el valor del salario mínimo establecido*. Esto naturalmente en el supuesto de que esa mano de obra familiar estuviese buscando trabajo, y en la zona existiera una situación próxima al pleno empleo lo que, en el caso andaluz y extremeño sobre todo no es el caso por ahora.

B) EXPLOTACIONES EMPRESARIALES

Si en las explotaciones «familiares», los efectos de la ampliación de la superficie algodoneira dependían sobre todo de la modalidad de recolección adoptada, más nítidamente se puede comprobar la variación de la rentabilidad del algodón en las explotaciones «empresariales» del Valle del Guadalquivir (Cuadro 6).

FACTORES QUE INCIDEN EN LA RENTABILIDAD DEL ALGODÓN Y EN SU CALIDAD

Así, el cultivo del algodón en sistema de producción *manual* proporciona en la actualidad unos márgenes tan bajos que lo sitúan en el umbral de la rentabilidad *económica* para el tipo de explotaciones «empresariales». Hay que ir más a consideraciones político-sociales para explicar su mantenimiento.

Sin embargo, y eso se deduce del Cuadro 6, su efecto ocupacional y sobre los ingresos de los trabajadores eventuales es *positivo*. En situaciones de paro y falta de oportunidades de empleo, el algodón contribuye a paliarlas aportando 360 horas/ha adicionales y unos ingresos extras de 84.779 ptas/ha en el año 1987, cifras nada desdeñables. Sobre todo porque la remuneración marginal de la hora empleada de trabajador eventual (236 ptas) es en este caso inferior a la que resulta de llevar a cabo otras producciones y actividades.

En cuanto al cultivo del algodón *recogido con cosechadora éste es perfectamente competitivo*. Una ampliación de la superficie cultivada proporcionaría a estas explotaciones empresariales mayores beneficios.

En la modalidad de recolección manual, sin embargo, los resultados en términos de empleo y de ingresos de los asalariados sólo resultan positivos comparándolos con los de los cultivos más extensivos, y del mismo orden que los del maíz. En cuanto la sustitución fuese a costa de aprovechamientos más intensivos como hortalizas, forrajes y ganadería, e incluso remolacha, el efecto beneficioso de cultivar algodón se reduce o incluso resulta negativo.

Hemos de decir también que el algodón en sistema de producción manual posee otro efecto negativo, cual es el de reforzar la estacionalidad del trabajo en las explotaciones. Más de la mitad de las horas de trabajo empleadas han de efectuarse en tan sólo 2 meses (de finales de Septiembre a finales de Noviembre), el momento en que se realizan las 2 recoji-

das e incluso hay una pausa intermedia lo que no deja de ser nocivo, tanto para la estabilidad en el empleo, como para mantener unas fluidas y permanentes relaciones laborales.

CONCLUSIONES

Durante esta Conferencia hemos intentado exponer las condiciones en que se desarrolla la producción algodонера y la influencia de los diferentes parámetros técnicos y socioeconómicos que inciden sobre ella y determinan en definitiva su rentabilidad. Igualmente se ha detallado la decisiva influencia de los diferentes parámetros técnicos y socioeconómicos que inciden sobre ella y determinan en definitiva su rentabilidad. Igualmente se ha detallado la decisión e influencia que la tecnología y agronomía del cultivo ejerce sobre la calidad del algodón (la fibra) y, en consecuencia, en los precios a percibir por los agricultores y en la etapa de desmotación, comprobándose cómo la misma presenta una gran variabilidad, como resultado de la situación económica de cada país.

En un mercado caracterizado actualmente por un contexto de inestabilidad e incertidumbre, por una competencia acrecentada entre productores, parece claro que más que una reivindicación de mayores precios interiores, incluso en el mercado mundial sobre el que sólo podrían actuar unos pocos países, habría más bien que actuar sobre la *mejora de la competitividad* y la *rentabilidad* y en el *sostén y mantenimiento de los ingresos* de los productores algodoneros.

Y para ello lo más conveniente es intervenir para incrementar la *productividad*, tanto a nivel de reducción de costes como en elevación de los rendimientos. Y uno de los aspectos importantes sería la disminución de las pérdidas que frecuentemente se ocasionan a lo largo del proceso productivo y mejorar la calidad de la fibra, bien a través de mejora genética o prácticas agronómicas, bien por medio de

un mayor cuidado durante las tareas culturales. En todo ello indudablemente juega un papel destacado la intervención de aquellos organismos que se ocupan de la modernización y, la transferencia tecnológica: investigación, extensión, formación de técnicos y agricultores, etc., tarea en la que estamos empeñados la inmensa mayoría de profesores y participantes en este Curso y del que esperamos haya sido fructífero para todos.

Ello no supone negar la evidencia de que se ha hecho mucho en estos

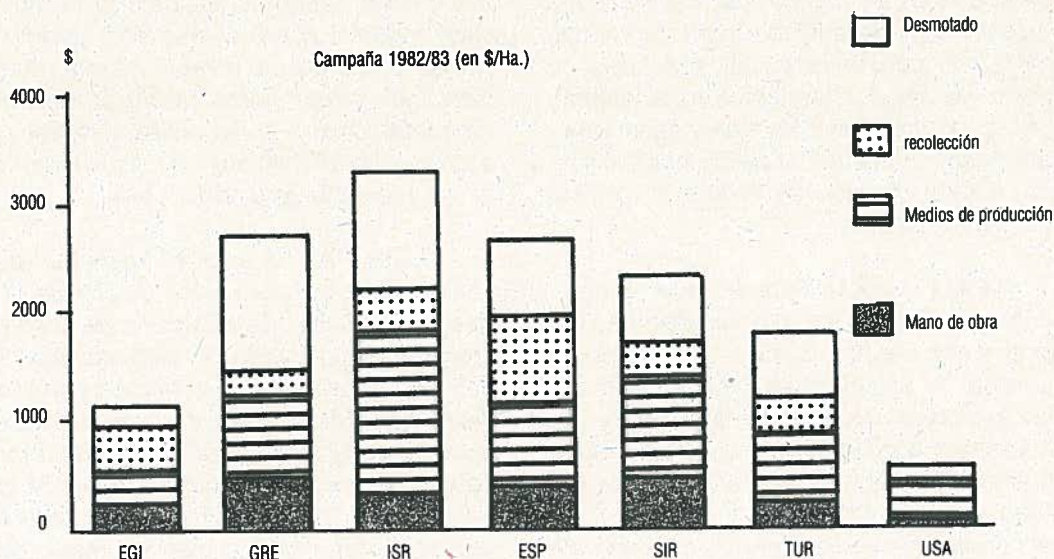
últimos años en un gran número de países como muestra la talla de evolución de rendimientos que presentamos en el Cuadro 7, y que se ha traducido por ejemplo en EE.UU. que se incrementa la tasa de rentabilidad del algodón con respecto a otras producciones competitivas o sustitutivas, soja y maíz (Cuadro 8) y ello a pesar de que el precio del algodón no ha evolucionado en cuanto a precios de una forma muy diferente a la de ambos productos (Gráfico 2).

Cuadro 1. Costes y Márgenes de Algodón por Países

	Precio \$/Kg	Rendimiento Kg/ha	Margen Bruto \$/ha	Costes Totales \$/ha	Margen Neto \$/ha	Margen Neto \$/ha
Egipto	2,42	2703	6541,26	1123,5	5417,76	2,00
Grecia	1,89	2335	4413,15	2702,5	1710,65	0,73
Israel	1,69	4825	8154,25	3253,5	4900,75	1,02
Pakistán	1,44	1153	1660,32	432,5	1227,82	1,06
España	1,69	3150	5323,50	2618	2705,50	0,86
Siria	1,79	2500	4475,00	2262,1	2212,90	0,89
Turquía	1,84	2846	5236,64	1742	3494,64	1,23
USA	1,69	1240	2095,60	1152	943,60	0,76

Fuente: CCIA y Hellenic Cotton Board.

Gráfico 1. Descomposición de los Costes del Algodón



Fuente: CCIA.

FACTORES QUE INCIDEN EN LA RENTABILIDAD DEL ALGODÓN Y EN SU CALIDAD

Cuadro 2. Costes de Producción de Algodón Bruto Campaña 1982/83

Labores y tareas Agrícolas	Egipto		Grecia		Israel		Pakistán		España		Siria		Turquía*		USA**	
	\$	%	\$	%	\$	%	\$	%	\$	%	\$	%	\$	%	\$	%
Mano de obra	227,4	20,2	454,4	16,8	308,3	9,5	40,2	9,3	350	13,4	411,5	18,2	183,8	110,6	28,7	2,5
Energía y maquinaria	115,3	10,3	508,3	18,8	306,1	9,4	33,7	7,8	194	7,4	433,3	19,2	253,3	13,5	100,3	8,7
Semillas	6,4	0,6	37,9	1,4	30	0,9	4,8	1,1	86	3,3	18,5	0,8	78,4	4,5	17,3	1,5
Fertilizantes	129,6	11,5	84,8	3,1	174,7	5,4	34	8,0	250	9,5	129,5	5,7	310,5	17,8	47,2	4,1
Herb. y Fitosanit.	35,5	3,2	72,7	2,7	276,3	8,5	55,9	12,9	218	8,3	35,9	1,6	310,5	17,8	47,2	4,1
Riegos	-	-	45,4	1,7	368,4	11,3	24,2	5,6	39	1,5	179,5	7,9	17,5	1,0	12,9	1,1
Otros	31,9	2,8	20,1	0,7	335,5	10,3	-	-	-	-	149,4	6,6	14,4	0,8	217,5	18,9
Subtotal Prerrecolección	546,	48,6	1.223,7	45,3	1.799,3	55,3	193,3	44,7	1.137	43,4	1.357,7	60,0	8.399	48,2	540,3	46,9
Mano de obra recolec.	383,9	34,2	50	1,9	57,4	1,8	29,2	6,8	761	29,1	288,5	12,7	223,1	12,8	-	-
Energía y maquinaria	-	-	149,7	5,5	224,3	6,9	-	-	26	1,0	-	-	-	-	86,7	7,5
Otros	-	-	11,40,4	96	2,9	-	-	-	-	-	104,6	4,0	6,0	-	-	-
Subtotal recolección	383,9	34,2	211,1	7,8	377,7	11,6	29,2	6,8	787	30,1	288,5	12,7	327,7	18,8	86,7	7,5
Transportes	-	-	84,1	3,1	35	1,1	7,1	1,6	26	1,0	64,6	2,9	360,1	20,7	54,9	4,8
Desmotado	-	-	336,4	12,4	370,11,4	65,5	15,6	275	10,5	153,9	6,8	-	114,2	9,9	-	-
Otros (Intereses, etc)	-	-	213,3	7,9	530	16,3	23,2	5,4	63	2,4	89,7	4,0	-	-	164,1	14,3
Total costes directos	929,9	82,8	2.088,6	76,5	3.112	95,7	320	74,1	2.288	87,4	1.954,4	86,4	1.527,7	87,7	960	83,4
Gastos generales	183,6	17,2	633,9	23,5	141,5	4,3	112,2	25,9	330	12,6	307,7	13,6	214,3	12,3	191,8	16,6
Costes totales	1.123,5	100,0	2.702,5	100,0	3.253,5	100,0	432,5	100,0	2.618	100,0	2.262,	100,0	1.742	100,0	1.152	100,0
Rendimiento (Kg/ha)	2.703		2.335		4.825		1.153		3.150		2.500		2.846		1.240	

* Campaña 1981/82. ** Promedio de las 4 zonas algodoneras de USA: Sudeste, Delta, Mississippi, Vegas del Sur y Suroeste y conversión de acres a ha y libras a kg.
Fuente: C CIA (Octubre 1983). Survey of Cost of Production of Raw Cotton. Elaboración propia.

Cuadro 3. Costes y Márgenes de Cultivos de Regadío en el Valle del Guadalquivir (Explotaciones Empresariales. Campaña 1987-88).

Cultivo o Sistema de Producción	Producto Bruto	Costes Variables	Margen Global	H.T.T.	M.G. H.T.T.
Algodón manual	420,576	335,366	85.210	476	179
Algodón mecanizado*	404.400	246.204	158.196	91	1.738
Trigo blando	140.100	95.185	44.915	17	2.642
Maíz grano	264.600	198.148	73.452	83	885
Girasol	125.500	90.065	35.503	36	986
Remolacha azucarera	301.430	223.844	77.586	210	369
Trigo-soja	250.540	187.267	63.273	51	1.241
Trigo-sorgo	258.850	171.856	86.994	49	1.775
Trigo-girasol	225.400	144.601	80.799	57	1.417
Patata	228.400	228.799	-39	329	-
Melón	614.000	331.868	282.132	224	1.260
Espárragos	489.038	300.451	188.587	553	341
Heno de Alfalfa	225.280	143.769	81.511	91	896

* La productividad conjunta (cantidad y calidad) es un 4% inferior a la manual.
 Abreviaturas: H.T.T. Horas totales de trabajo; M.G. Margen Global
 Fuente: Elaboración propia con datos de 173 encuestas.

Cuadro 4. Costes y Márgenes de Cultivos de Regadío en el Valle del Guadalquivir (Explotaciones Familiares. Campaña 1987/88)

Cultivo o sistema de Producción	Producto Bruto	Costes Variables	Margen Bruto	H.T.F. H.T.F.	M.B.
Algodón manual	420.576	251.406	169.170	242	699
Algodón mecanizado*	404.300	113.644	179.756	70	2.568
Trigo blando	140.100	93.665	46.435	14	3.358
Maíz grano	264.600	171.388	75.212	72	1.045
Girasol	125.500	88.425	37.075	28	1.324
Remolacha azucarera	301.430	173.804	127.626	158	808
Trigo-soja	250.540	170.547	79.993	44	1.818
Trigo-sorgo	258.850	155.136	103.714	44	2.357
Trigo-girasol	215.400	128.641	86.759	52	1.668
Patata	228.400	167.239	61.161	162	378
Melón	614.000	275.628	338.372	148	2.286
Heno de Alfalfa	225.280	114.129	111.151	78	1.425

* La productividad conjunta (calidad y cantidad) es un 4% inferior a la manual.
 Abreviaturas: H.T.F. Horas de Trabajo Familiar; M.B. Margen Bruto
 Fuente: Elaboración propia con datos de 173 encuestas

FACTORES QUE INCIDEN EN LA RENTABILIDAD DEL ALGODÓN Y EN SU CALIDAD

Cuadro 5. Márgenes Brutos y Horas de Trabajo de Producciones Reemplazadas por 1 Ha de Algodón en Regadío en el Valle del Guadalquivir
(Explotaciones Familiares. Campaña 1987/88)

Cultivo o Sistema de Producción	Superficie Reemplazada	Margen Bruto	Pérdida (Pts)	Horas Totales	Pérdida (Horas)	H.T.F.
Trigo	0,2 ha	46.435	-9.287	3	-,06	2,8
Maíz grano	0,3 ha	75.212	-22.564	11	-3,3	21,6
Trigo-Sorgo	0,1 ha	103.714	-10.371	5	-0,5	4,4
Girasol	0,2 ha	37.075	-7.415	8	-1,6	10,4
Remolacha Azucarera	0,1 ha	127.625	-12.763	58	-5,8	15,8
Melón	0,1 ha	337.372	-33.837	76	-7,6	14,8
Total	1,0 ha	-	-96.237	-	-19,4	69,8
Algodón manual	1,0 ha		179.756		21	70
Algodón mecanizado	1,0 ha		169.170	234	242	

Fuente: Elaboración a partir de datos estadísticos de Delegaciones Provinciales de Agricultura y encuestas y entrevistas realizadas en el proyecto 1436/82 CAICYT.

Cuadro 6. Márgenes Globales y Horas de Trabajo de Producciones en Regadío Reemplazadas por 1 Ha de Algodón en el Valle del Guadalquivir.
(Explotaciones Empresariales. Campaña 1987/88)

Cultivo o Sistema de Producción	Superficie Reemplazada	Margen Global	Pérdida (Pts.)	Horas Totales	Pérdida (Horas)
Trigo	0,2 ha	44.915	-8.983	17	-3,4
Maíz grano	0,3 ha	73.452	-22.036	83	-24,9
Trigo-Sorgo	0,1 ha	86.994	-8.699	49	-4,9
Girasol	0,2 ha	35.503	-7.101	36	-7,2
Remolacha Azucarera	0,1 ha	77.586	-7.759	210	-21
Espárragos	0,1 ha	188.587	-18.859	553	-55,3
Total	0,1 ha	-	-73.437	-	-116,7
Algodón manual			85.210		476
Algodón mecanizado			158.216		91

Fuente: Elaboración a partir de datos estadísticos de Delegaciones Provinciales de Agricultura y encuestas y entrevistas realizadas en el proyecto 1436/82.

Cuadro 7. Desarrollo Cronológico de los Rendimientos (kg/ha)

	76/77	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90
Méjico	949	907	990	884	997	896	959	894	775	1079	926	970	970	895
Estados Unidos	522	584	472	614	454	608	661	569	673	706	618	791	694	694
Brasil	-	-	-	-	-	230	214	240	260	239	293	335	306	319
Egipto	758	668	879	965	1013	1009	1028	976	966	959	909	854	729	673
Grecia	800	839	914	741	832	950	742	762	766	780	974	859	917	883
URSS	876	886	840	852	848	774	709	680	776	839	765	699	806	800
China	440	423	446	490	551	572	617	763	903	807	822	876	750	755
Australia	873	1264	1078	1188	1171	1309	1045	1055	1272	1449	1377	1208	1525	1321
India	156	154	166	168	174	177	179	166	234	260	232	238	244	273
Paquistán	234	313	252	350	339	338	364	223	450	515	527	572	544	534
Turquía	819	741	733	780	746	747	822	863	763	785	883	916	878	822

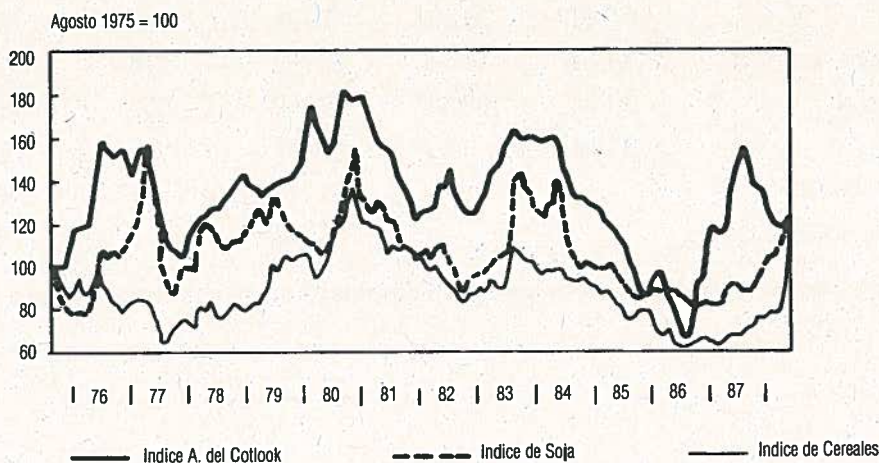
Fuente: CCIA

Cuadro 8. Tasa Rentabilidad Neta

Cosecha año	algodón/ trigo	algodón/ maíz	algodón/ soja
80	2.29	1.06	1.50
81	2.32	1.08	1.61
82	2.87	1.22	1.96
83	2.40	1.27	1.62
84	2.68	1.26	2.15
85	3.08	1.35	2.07
86	3.46	1.61	1.80
87	5.00	2.24	2.83
88 est.	4.14	1.72	2.37

Fuente: CCIA

Gráfico 2. Evolución de los Precios del Algodón, de la Soja y de los Cereales



Fuente: Commodity Systems Inc.

IV.4. EFECTOS DE LA CALIDAD DE LA FIBRA SOBRE EL COSTE DE PRODUCCIÓN DE ALGODÓN BRUTO A FIBRA

LEONARDO BARAHONA BARCINA.

INTRODUCCIÓN

El coste de producción de algodón bruto a fibra está claro que comprende el coste de desmotado y los servicios complementarios de toda la actividad desmotadora.

A este respecto cada país tiene sus propias peculiaridades y es por tanto necesario que cada uno se plantee el estudio de los costes propios ya que existen diferencias notables en los valores resultantes.

Por si fuera poco, resulta a su vez que es normal que, según la situación financiera real y el nivel de vida de cada país, los índices de precios varíen mucho de unos a otros y además cambien rápidamente con el tiempo.

Por tanto, en las consideraciones siguientes, no voy a incluir cifras (ni en pesetas ni en ninguna otra moneda) de los costes resultantes, totales o parciales, de cada actividad, pues la inflación los deja rápidamente obsoletos.

Hace años, tuve ocasión de tener que hacer un **Estudio-Informe** detallado del cálculo del costo de desmotación y de los servicios prestados por las factorías algodoneras españolas, teniendo en cuenta el mejor aprovechamiento de la capacidad de las instalaciones y la exacta consideración de las actividades que realmente incumben a las entidades desmotadoras. Para ello es necesario hacer un análisis detallado de todos y cada uno de los factores que intervienen.

Para iniciar la actividad desmotadora lo primero que es preciso es disponer de un **Proyecto Completo** que comprenda

una serie de temas que de forma «telegráfica» señalo más adelante y de los que voy a seguir dando aclaraciones.

Comprenden, desde los adecuados estudios de mercado y de los problemas económicos que se plantean hasta la capacidad de las instalaciones y las inversiones de todo tipo a efectuar.

Seguidamente hago un **Estudio Real de Costes**, desde los de atención del cultivo (como suele ser normal) hasta el coste total general, pasando por los de recepción, desmotación, gastos generales, financieros, etc. hasta llegar al coste total general.

En ningún caso pretende ser una relación completa y exhaustiva de todas las posibles variables que entran en juego a considerar para resolver este trabajo, pero si quedan indicadas las más importantes, dignas de ser tenidas en cuenta por todos.

Todas las partidas que indico y que están señaladas con (*) influyen en la **Calidad de la Fibra**, de manera directa o indirecta. Quiere decirse que es en ellas donde, con más interés, debemos estudiar las mejores posibilidades de incremento o reducción de coste, según convenga.

PROYECTO DE MONTAJE DE FACTORÍA ALGODONERA

- Estudios de mercado
- Problemas económicos
- Política algodonera nacional
- Reglamentaciones que afectan
- Acuerdos regionales y locales
- Calidad de fibra de la zona

- Costos de mano de obra y cargas sociales
- Otros costos unitarios y totales
- Precios de productos, transportes, etc.
- Pliego de condiciones facultativas de obra
- En resumen: Proyecto completo

ESTUDIO SOBRE CAPACIDAD DE LAS INSTALACIONES

- Tierra de cultivo aportable Hectáreas
- Producción media de la tierra
Kilos/Hectárea
- Algodón bruto productivo previsto
Toneladas
- Fibra producida posible
Toneladas - Balas
- Producción unitaria desmotado
Kilos/fibra/hora
- Trabajo a desarrollar normal V.gr.
1.000 horas/año
- Producción total fibra Toneladas/año
- Porcentaje de utilización de la maquinaria
- Coste por unidad de producción
- Variabilidad de costes

CÁLCULO DE INVERSIONES

1. Solares
2. Construcciones
 - 2.1- Edificios
 - 2.2- Urbanización
 - 2.3- Cerramiento
3. Instalaciones
 - 3.1- Pavimentación y aparcamientos
 - 3.2- Saneamiento y redes de agua
 - 3.3- Instalación eléctrica A.T.
 - 3.4- Básculas para camiones y anejos
 - 3.5- Distribución B.T. y alumbrado
4. Maquinaria
 - 4.1- Equipo de desmotación completo (*)
 - 4.2- Equipo de desbarrado (en su caso)
 - 4.3- Equipo de extracción de aceite (en su caso)
 - 4.4- Equipo auxiliares y complementarios (*)
5. Mobiliario
 - 5.1- De laboratorio
 - 5.2- De oficina y varios

ESTUDIO REAL DE COSTES

- 1) De Atención del Cultivo
- 2) De Recepción del Algodón Bruto
- 3) De Factoría Desmotadora
- 4) De Gastos Generales
- 5) De Gastos Financieros
- 6) Coste Total General

1. Gastos de atención del cultivo

- 1.1. Distribución de semilla ensacada (*)
- 1.2. Riegos e intereses de anticipos

2. Gastos de recepción de algodón bruto

- 2.1. Mantenimiento de almacenes ajenos (*)
Alquiler
Alumbrado - Correos - Varios
Materiales de almacén
- 2.2. Personal fijo y eventual en almacenes (*)
- 2.3. Descarga y apilado de algodón y desapilado y carga sobre camión
- 2.4. Transporte del algodón bruto a factoría
- 2.5. Amortización y deterioro de envases (en su caso) (*)
- 2.6. Seguro de incendios en almacenes
Seguro del algodón bruto
Seguro de los edificios - almacén

3. Gastos de la factoría

- 3.1. Mano de obra fija (*)
- 3.2. Mano de obra eventual (*)
- 3.3. Gastos de explotación
Energía eléctrica
Alumbrado
Gastos de conservación
Discos de desmotadora
Gastos de secadero
Arpillera para balas
Flejes para balas
Envases para semilla (en su caso)
Otros gastos varios

4. Gastos generales.

- 4.1. Dirección y administración
Plantilla fija con dedicación parcial (*)
- 4.2. Amortización de edificios
- 4.3. Amortización de instalaciones y mobiliario

EFFECTOS DE LA CALIDAD DE LA FIBRA SOBRE EL COSTE DE PRODUCCIÓN DE ALGODÓN BRUTO A FIBRA

4.5. Seguros del capital inmovilizado

Edificaciones e instalaciones

Maquinaria y accesorios

4.6. Seguros de existencias

(Prima flotante de mercancías)

4.7. Contribuciones e impuestos

5. Gastos financieros

5.1. Intereses financieros de la cosecha

5.2. Gastos bancarios

5.3. Intereses del capital circulante

(suma de gastos del cultivo, recepción, factoría y gastos generales).

6. Beneficio industrial

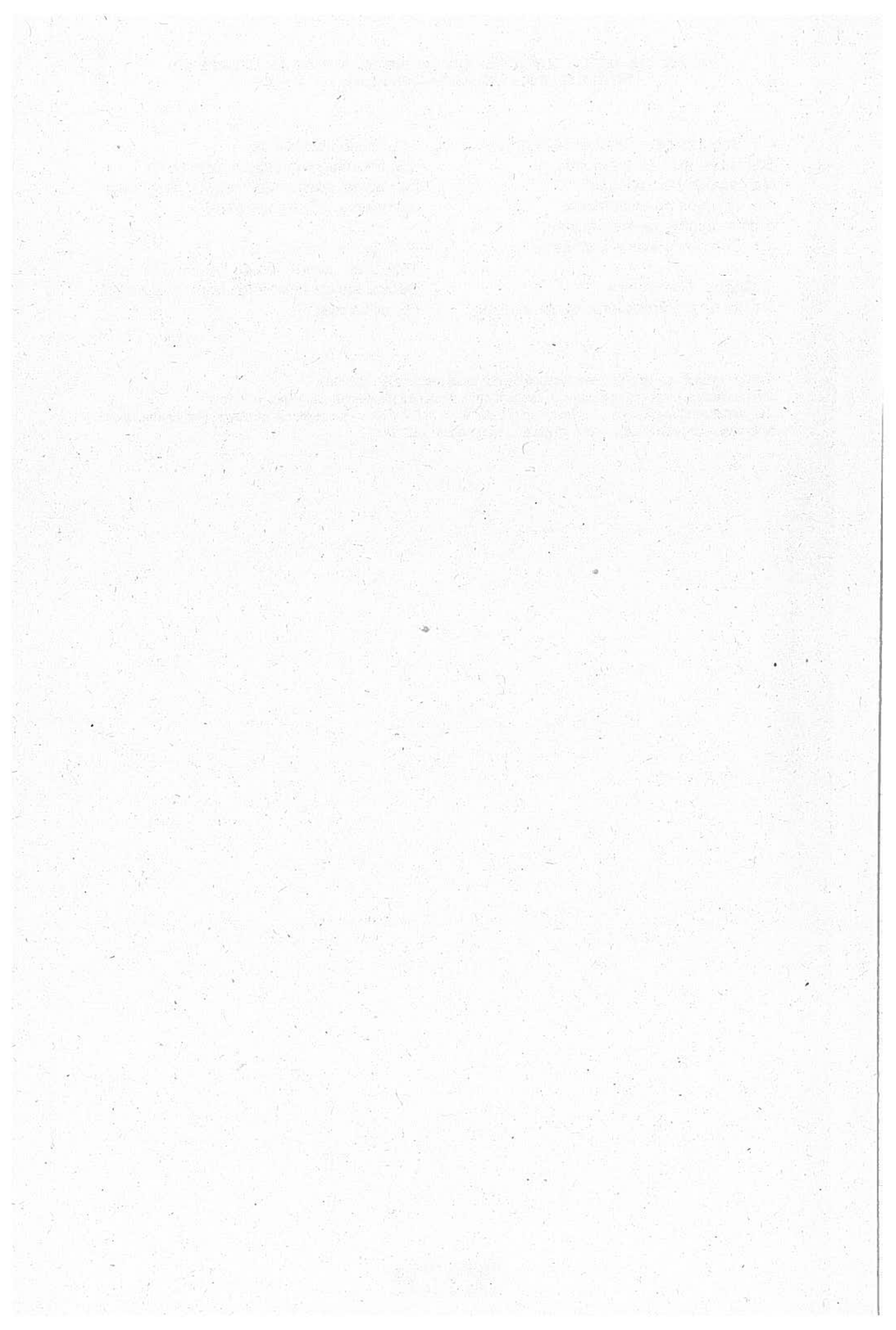
15% bruto sobre capital fijo inmovilizado.

Deducidos los impuestos legales queda el beneficio real.

Notas. Todos estos gastos deben calcularse por tonelada de fibra obtenida.

Los resultados varían mucho de unos casos a otros debiendo plantearse cada caso concreto.

Las partidas señaladas con (*) influyen en la Calidad de la fibra. No ha de olvidarse que cada vez es más necesario velar por la Calidad, a veces, incluso a costa de la Cantidad.



IV.5. OPERACIONES BÁSICAS DE HILATURA EFECTOS DE LA CALIDAD DE LA FIBRA EN EL PROCESO DE HILATURA

ENRIC CARRERA GALLISSÀ

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ¿QUÉ ES UN HILO?

Un hilo es un cuerpo de estructura cilíndrica caracterizado por su pequeño diámetro en relación con su gran longitud, por su flexibilidad y resistencia. Constituye la materia prima para la obtención de tejidos.

Si este hilo de sección más o menos circular, está formado por una masa compacta de fibras discontinuas (de longitud limitada), colocadas más o menos paralelamente entre sí y ligadas por medio de una torsión, recibirá el nombre de Hilado de Fibra Cortada, o simplemente Hilado.

Si el hilo tiene una estructura filiforme (cilíndrica) y continua (de longitud ilimitada) y ha sido obtenido por la extrusión de un polímero líquido a través de una hilera, se llamará Filamento Continuo, o simplemente Filamento.

El Filamento, a su vez puede estar formado por una sola fibra por sección, adquiriendo la denominación de Monofilamento Continuo o simplemente Monofilamento, o por varias fibras por sección, denominándose entonces Multifilamento Continuo, o simplemente Multifilamento.

Si el Multifilamento Continuo está formado por una fibra química termoplástica que ha sido sometida a un tratamiento térmico y/o mecánico denominado "texturación", con el fin de obtener una deformación permanente y conferirle mayor voluminosidad, rizado, elasticidad y textura, se le denominará Multifilamento Texturado, o simplemente Texturado.

Si el hilo está formado por un alma de filamento continuo (texturado o no) y recubierto por una masa compacta de fibras discontinuas y torcidas alrededor de este eje central o alma, el hilado resultante se le llamará Hilado con Alma o "Core-Spun" (fig. 1).

Todos estos hilados pueden reunirse y torcerse con otros cabos de hilos obteniéndose "hilados retorcidos a varios cabos" que recibirán el nombre de "hilo a n cabos", siendo n el número de cabos. Así podremos tener Multifilamento Texturado a 2 Cabos, Hilado de Fibra Cortada a 3 Cabos, etc., en función del nombre que reciba cada estructura filiforme elemental.

1.2. ¿QUÉ ES LA HILATURA?

Al conjunto de operaciones consistentes en la obtención de un hilado se le denomina Hilatura. Sin embargo como hemos visto anteriormente, existen distintos tipos de hilado y por lo tanto diversas técnicas para obtenerlos, es decir varios sistemas de hilatura.

Podemos llamar tanto hilatura a la "hilatura de fibra cortada" consistente en transformar un amasijo de fibras discontinuas en un hilado de fibra cortada, como a la obtención de fibras químicas (extrusión de un polímero líquido a través de una hilera). Dado que en la obtención de hilados de algodón y sus mezclas se realiza por el sistema de "hilatura de fibra cortada" de ahora en adelante cuando hablemos de "hilatura" nos referiremos exclusivamente a este sistema.

Como dato indicativo diremos que de las 40 millones de toneladas de fibras textiles que se consumen anualmente en el

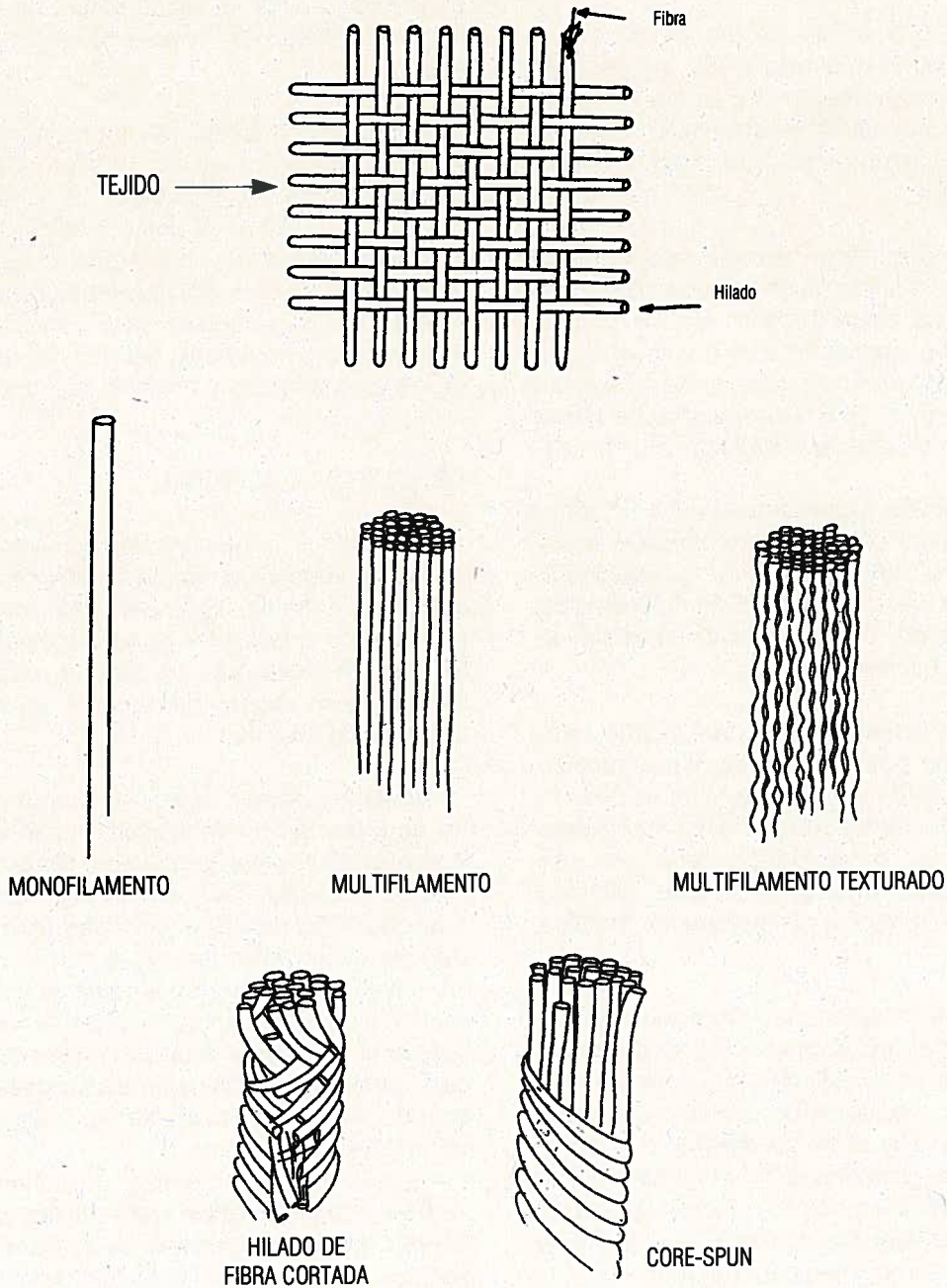
mundo, cerca del 20% lo son en forma de filamento continuo y el 80% restante en fibras discontinuas.

El proceso de hilatura algodouero consta esquemáticamente de las siguientes operaciones básicas (fig. 2).

1.3. OPERACIONES BÁSICAS DEL PROCESO DE HILATURA ALGODONERO

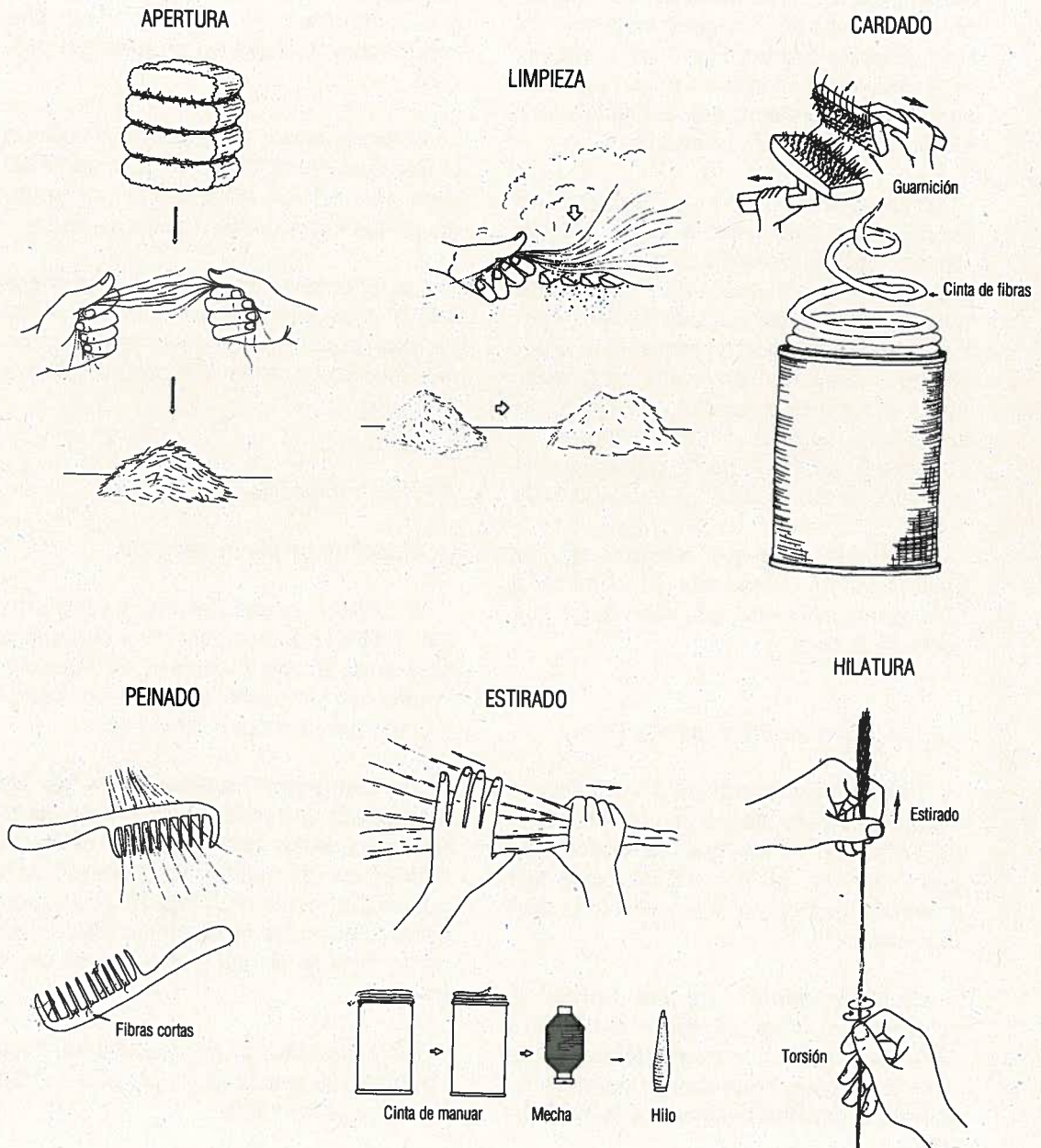
- a) Apertura
- b) Limpieza
- c) Cardado
- d) Peinado (opcional)
- e) Afinado y regularización
- f) Hilatura propiamente dicha

Figura 1.



OPERACIONES BÁSICAS DE HILATURA

Figura 2.



1.3.1. Operaciones Realizadas en la Sección de Apertura

1.3.1.1. Introducción

Bajo el epígrafe de "Apertura" acostumbra a incluirse dos operaciones distin-

tas pero realizadas en una misma sección; la **apertura** y la **limpieza** de las fibras.

Estas dos operaciones representan entre el 5 y el 10% de los costes respecto al total del proceso de hilatura de anillos.

Tanto el coste de la instalación como el de la maquinaria es poco importante respecto al resto del proceso, sin embargo la apertura tiene una gran influencia en los costes de materia prima dado que en esta sección se elimina un porcentaje elevado de desperdicios que contienen una cierta cantidad de fibras buenas.

El proceso de apertura y limpieza tiene también una considerable trascendencia técnica dado que las fibras están sometidas a una acción mecánica muy fuerte que puede provocar consecuencias negativas como la pérdida de resistencia, elasticidad o longitud. Tamas (1) ha demostrado, por ejemplo, que la proporción de fibras cortas puede incrementarse en un 10% por el mero hecho de que haya una máquina superflua en el tren de apertura.

Finalmente hay que recordar que en esta sección únicamente se elimina el 50% aproximado de las impurezas que contiene la fibra.

1.3.1.2. Apertura Propiamente Dicha

Es la primera operación del proceso de hilatura, consiste básicamente en la separación de las fibras que se encuentran prensadas en la bala. Esta operación podemos dividirla en dos partes bien diferenciadas:

a) **Disgregación de las fibras:** El volumen del copo de fibras aumenta a pesar de que el número de fibras permanece constante. Se produce una disminución de la densidad específica (g/cm^3) del copo.

b) **Reducción del tamaño de los copos:** De cada copo se forman 2 ó 3 más sin que por ello disminuya su densidad específica. El peso unitario de cada copo puede llegar a reducirse hasta 0,1 mg.

La reducción del tamaño de los copos es necesario para limpiar la fibras mientras que la disgregación es necesaria para realizar una buena mezcla. Tanto la

reducción de los copos como su *disgregación* son las operaciones básicas del proceso de apertura y la intensidad o grado con que se realicen tiene una importancia decisiva en el resto del proceso.

Si alimentamos una carda con fibra en la que sólo se ha reducido el tamaño del copo y en cambio ha sido poco disgregada, pueden producirse roturas de fibras.

La reducción del tamaño de los copos y la disgregación de las fibras no debe de realizarse en una sola etapa sino con una cierta progresión. Artz, Scheneck y Al Ali (2).

1.3.1.2.1. Intensidad de Apertura

Depende de varios factores:

a) **Materia prima (forma de presentación):** Grado de compactación con que la fibra entra en las máquinas de apertura, tamaño de los copos, densidad, cohesión y grado de orientación de las fibras.

b) **Elementos componentes de las máquinas:** Sistemas de alimentación y retención de las fibras, tipo de elemento abridor, tipo de guarnición, densidad de la guarnición, disposición de la guarnición, separación entre el elemento dosificador de la fibra y el elemento abridor de la máquina.

c) **Velocidades:** Velocidad de entrega del material, velocidad de paso de la fibra a través de la máquina.

d) **Condiciones ambientales:** Temperatura y humedad.

1.3.1.3. Limpieza

En esta sección se extrae del 40 al 70% del total de impurezas que contiene la fibra. La eficiencia de esta operación depende de la materia prima, maquinaria y condiciones ambientales.

OPERACIONES BÁSICAS DE HILATURA

Una mayor limpieza puede conseguirse con un apropiado ajuste de la maquinaria, sin embargo hay que tener presente que durante esta operación además de eliminar materia no hilable, se produce una importante pérdida de fibra de buena calidad con la correspondiente pérdida económica.

Recordemos que las impurezas más comunes del algodón son:

- **Materia vegetal** (tabaco, pajas, etc).
- **Materia mineral** (arenas).
- **Materias extrañas** (partículas de metal, trozos de tejido, restos de cordele-
ría, etc).
- **Fragmentos de fibras** (partículas de fibra en forma de micropolvo).
- **Dust:** Está formado por partículas pequeñas y microscópicas de varias sustancias, que son transportadas por el aire a grandes distancias.

Para que la operación de limpieza pueda realizarse correctamente deben crearse las condiciones suficientes para que las partículas de impurezas que se encuentran adheridas a la superficie de las fibras se desprendan de ellas y puedan eliminarse con facilidad. Para ello se somete a la fibra a una serie de tratamientos de carácter mecánico que a continuación se describen:

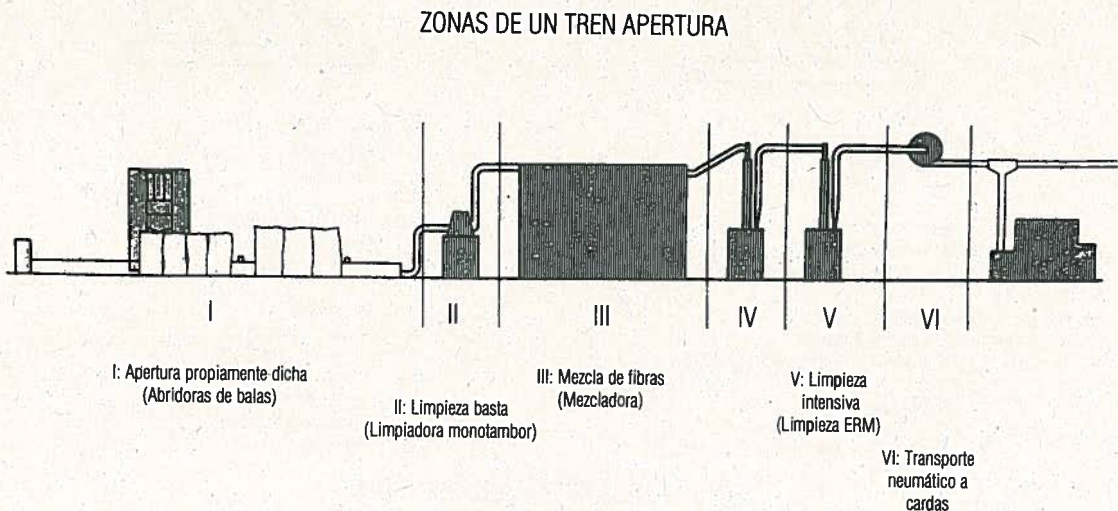
Acción mecánica	Consecuencia
Golpeo de la fibra	Caída de impurezas
Batido	Expulsión de impurezas
Raspado	Separación de impurezas
Succión	Separación de impurezas
Peinado	Extracción de impurezas
Uso fuerza centrífuga	Expulsión de impurezas

El golpeo a que son sometidas las fibras por los diferentes elementos abridores de las máquinas de apertura y limpieza, provocan una serie repetida de colisiones de los copos de fibras contra las barras y emparrillados, provocando la caída y expulsión de las partículas extrañas.

El movimiento violento a que son sometidos los copos provoca una notable aceleración de las impurezas como consecuencia de su baja resistencia al aire. Todo ello contribuye a una mayor y mejor limpieza.

Las máquinas de apertura y limpieza han de distribuirse secuencialmente de forma que se consiga una apertura y limpieza progresiva de las fibras (fig. 3).

Figura 3.



1.3.2. Cardado

Durante el proceso de apertura y limpieza se ha conseguido una notable reducción del tamaño de los copos, así como una primera disgregación de las fibras. En el cardado se somete a las fibras a un enérgico proceso de individualización. Ello se consigue al introducir los copos de fibras entre dos superficies guarnecidas con puntas metálicas, situadas en dos planos casi paralelos y muy próximos. Debido al movimiento relativo de estas dos superficies, las puntas o dientes metálicos actúan sobre las fibras. La misión de los dientes es doble, por una parte retener a las fibras y por otra desplazarlas, con ello se consigue la disgregación de los copos.

Cada superficie cardante se divide en dos partes, la base rígida que recibe el movimiento necesario para trabajar y los dientes llamados guarnición (fig. 4).

La individualización de las fibras es un paso previo para alcanzar los objetivos adicionales del cardado que a continuación se detallan:

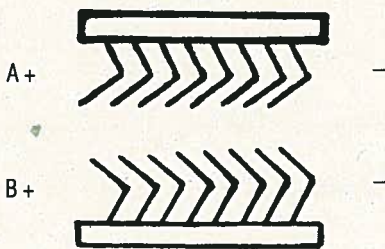
a) **Eliminación de impurezas:** El grado de limpieza que alcanzan las cardas modernas es del orden del 80 al 95%. La suma de la limpieza en la sección de apertura y la carda alcanza el 95-99%. Gracias a ello la cinta de carda obtenida contiene del 0,05 a 0,3% de materias extrañas.

La carda es una máquina que elimina también una gran cantidad de "Dust" al separar una gran cantidad de micropartículas de las fibras.

b) **Reducción de los neps:** La carda no elimina la totalidad de los neps. Sólo elimina una pequeña parte por medio de los chapones.

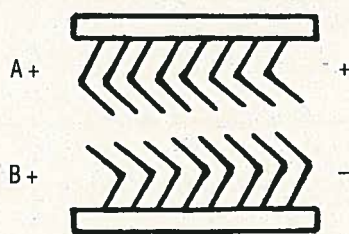
Figura 4.

ÓRGANOS CON LAS PUNTAS DIRIGIDAS EN EL MISMO SENTIDO



- A > B: A se lleva la materia
- A + B + A = B: No hay acción
- A < B: B se lleva la materia
- A > B: B se queda
- A - B - A = B: No hay acción
- A < B: A se queda la materia o B la deja sobre A
- A > B: A se lleva la materia
- A + B - A = B: A se lleva la materia
- A < B: A se lleva la materia o B la deja sobre A
- A > B: B se lleva la materia
- A - B + A = B: B se lleva la materia
- A < B: B se lleva la materia o A la deja sobre B

ÓRGANOS CON LAS PUNTAS DIRIGIDAS EN SENTIDO CONTRARIO



- A > B: Hay cardado
- A + B + A = B: Hay cardado
- A < B: Hay cardado
- A > B: Formación de amasijos
- A - B - A = B: Formación de amasijos
- A < B: Formación de amasijos
- A > B: Hay cardado
- A + B - A = B: No hay ninguna acción
- A < B: Formación de amasijos
- A > B: Formación de amasijos
- A - B + A = B: No hay ninguna acción
- A < B: Hay cardado

OPERACIONES BÁSICAS DE HILATURA

c) **Alineación de fibras:** La carda no paraliza las fibras sino que da una cierta orientación u orden longitudinal.

d) **Mezcla de fibras:** La carda es la máquina del proceso de hilatura que produce una mezcla de fibras más íntima. El resultado es una mezcla regular a largo período a pesar del poco tiempo de residencia de las fibras en el interior de la máquina.

e) **Eliminación de fibras cortas:** La carda elimina aproximadamente el 1% de fibras cortas.

El desperdicio de los chapones representa aproximadamente del 1 al 2% y el 50% está formado por fibras cortas.

f) **Formación de un cinta:** La carda es la primera máquina del proceso de hilatura que entrega una cinta de fibras. Esta cinta está formada por la condensación transversal de un velo de fibras individualizadas pero desorientadas y su grosor oscila entre 3 y 6 ktex. (Fig. 5 y 6)

Figura 5.

ESQUEMA DE UNA CARDA DE CHAPONES DE ALTA PRODUCCIÓN

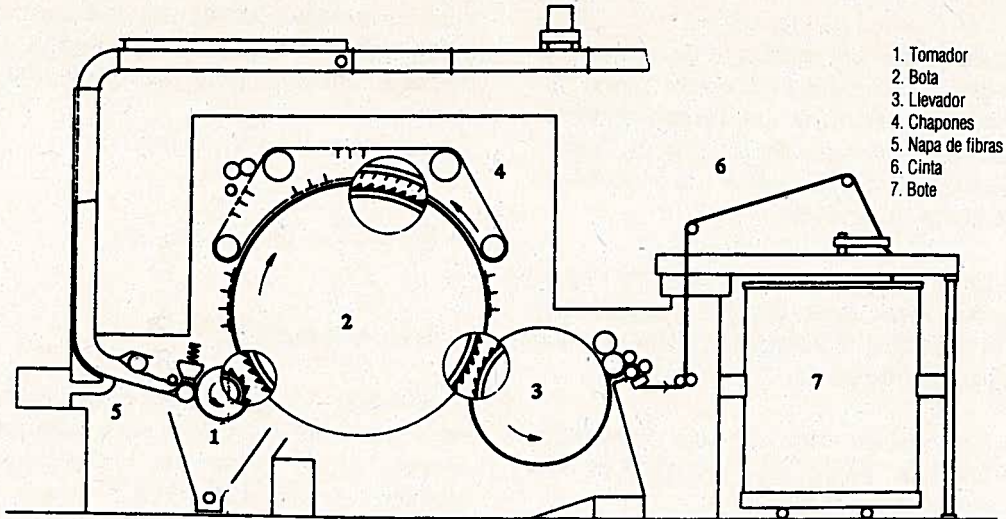
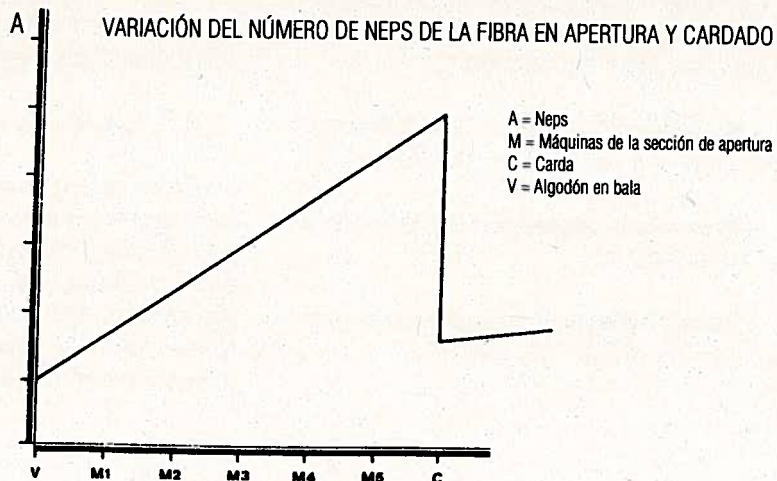


Figura 6.



1.3.3. Peinado

El peinado es una operación *opcional* del proceso de hilatura que se realiza únicamente en los procesos de *algodón peinado*. Los principales objetivos del peinado son:

- Eliminar una cantidad precisa y pre-determinada de fibras cortas.
- Eliminación de las impurezas que todavía quedan en la fibra.
- Eliminación de una gran cantidad (no todos) de neps.
- Formación de una cinta lo más regular posible.
- Individualizar y paralelizar las fibras. (Fig. 7)

La operación de peinado consiste básicamente en retener a un grupo de fibras con una pinza y hacer pasar un peine a través suyo. Las fibras no retenidas por la pinza (fibras cortas) serán arrastradas por el peine y por lo tanto extraídas del manojo.

En la primera parte del ciclo de peinado, las fibras retenidas por la pinza han sido peinadas únicamente por uno de sus extremos (cabezas).

La segunda parte del ciclo de peinado consiste en peinar precisamente el otro extremo de las fibras.

La influencia económica del peinado en el proceso de hilatura es notable dado que en esta operación se elimina una gran cantidad de fibras. Según sea esta proporción los hilos clasificarán en:

- **Semipeinados:** desperdicio de peina-dora entre el 5 y el 10% (menos del 12%).
- **Peinados:** desperdicio de peina-dora del 10 al 20%.
- **Super-Peinados:** desperdicio de peina-dora superior al 20% (fig. 8).

1.3.4. Afinado y Regulación

1.3.4.1. Afinado - Estirado

El afinado, estirado o laminado de las cintas de fibras se realiza de la siguiente manera.

La cinta es pinzada por un par de cilindros **A** llamados **alimentarios**, que giran a una velocidad angular V_1 ; la cinta avanza pues a esta velocidad (fig. 9a y b).

Un segundo par de cilindros **D**, paralelos a **A**, llamados **productores**, se sitúan a una distancia **K** de los primeros. Estos cilindros tienen una velocidad angular V_2 , superior a V_1 . La distancia **K** (llamada también **ecartamiento**), se calculará de manera que nunca una fibra pueda ser pinzada al mismo tiempo por **A** y por **D**.

Dado que $V_2 > V_1$, la relación

$$E = \frac{V_2}{V_1} \text{ es superior a 1.}$$

E será el **estiraje**.

Si admitimos que las fibras se deslizan unas sobre las otras en la zona **k** (ecartamiento) de tal forma que los escalonamientos aumentan debido a **E** sin que se produzcan fluctuaciones importantes, la cinta saliente tendrá una masa lineal T_2 distinta a la cinta de entrada T_1 .

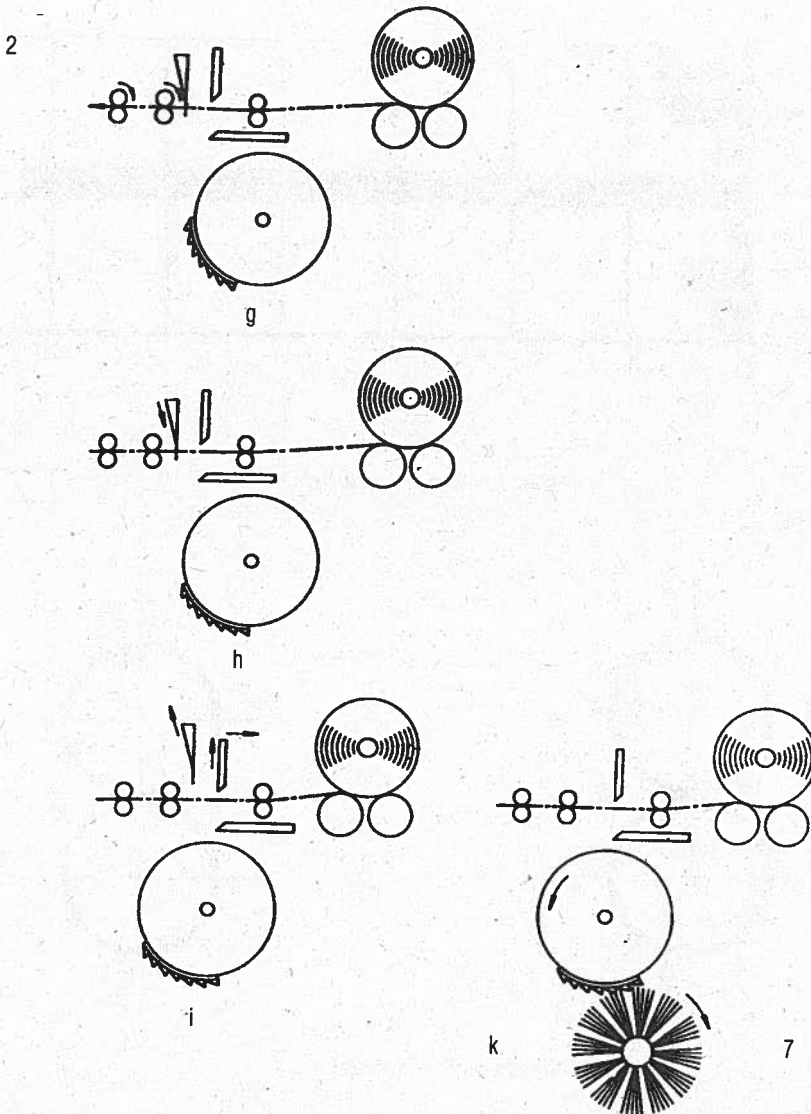
Dado que los flujos de entrada y salida son iguales, tendremos:

$$V_1 \cdot T_1 = V_2 \cdot T_2 \text{ en donde } T_1 = E \cdot T_2$$

En un tren de estiraje ideal, las fibras son independientes las unas de las otras. Son pinzadas según una línea ideal **I** por los cilindros alimentarios, y una línea ideal **J** por los productores. Una fibra cualquiera avanza a la velocidad V_a hasta que su extremo llega a **J** donde toma la velocidad V_d .

Figura 7.

CICLO DE TRABAJO DE UNA PEINADORA DE ALGODÓN



En la práctica, sin embargo, sucede de la siguiente forma: la línea ideal es sustituida por una zona. Las máquinas no se construyen perfectas (vibraciones, excentricidades, holguras, etc). La consecuencia es que las cintas y mechas sufren perturbaciones en el estiraje.

b) Cuando una fibra de longitud inferior a k , está en contacto con los órganos de retención a una velocidad V_a , pero sobretudo con fibras de velocidad V_a y V_d , y dado que la retención no impide los desli-

zamientos relativos, esta fibra corre el riesgo de alcanzar la velocidad V_d antes de llegar a J . Estas fibras reciben el nombre de **fibras flotantes**. Su desplazamiento prematuro e incontrolado es una causa de perturbación del flujo de fibras.

c) Cuando una fibra llega a J , no toma inmediatamente la velocidad V_d , su grosor puede favorecer este efecto. En efecto, las fibras que tienen sus extremos muy próximos pueden ser pinzadas al mismo tiempo formando haces.

Figura 8. Mermas en el proceso de Hilatura %

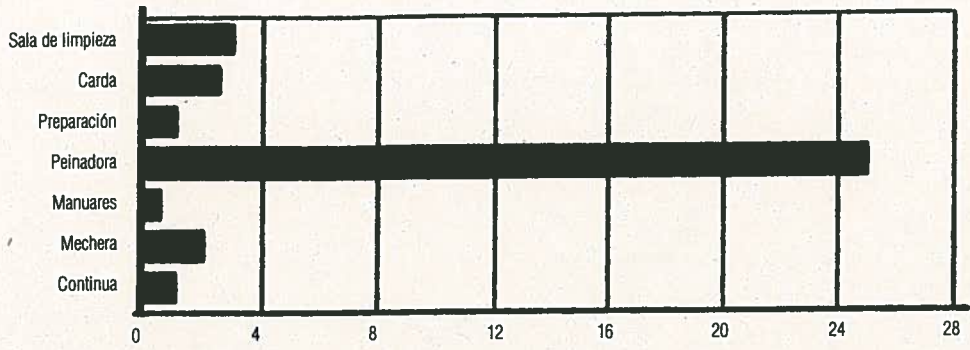


Figura 9. a. Tren de estiraje elemental.

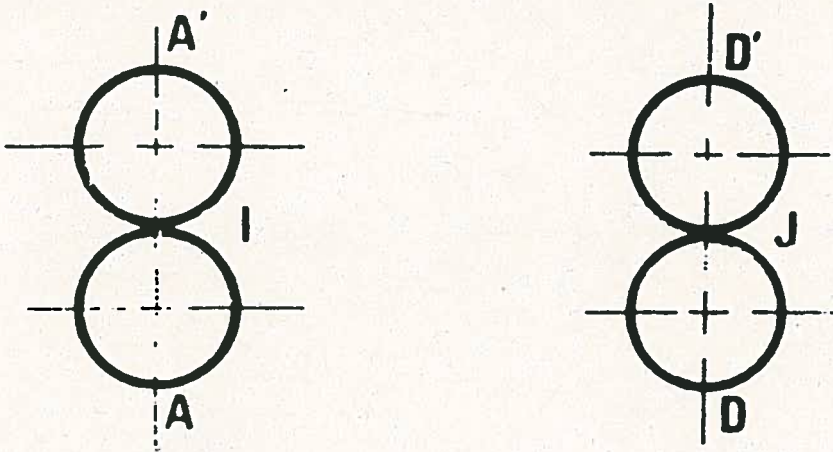
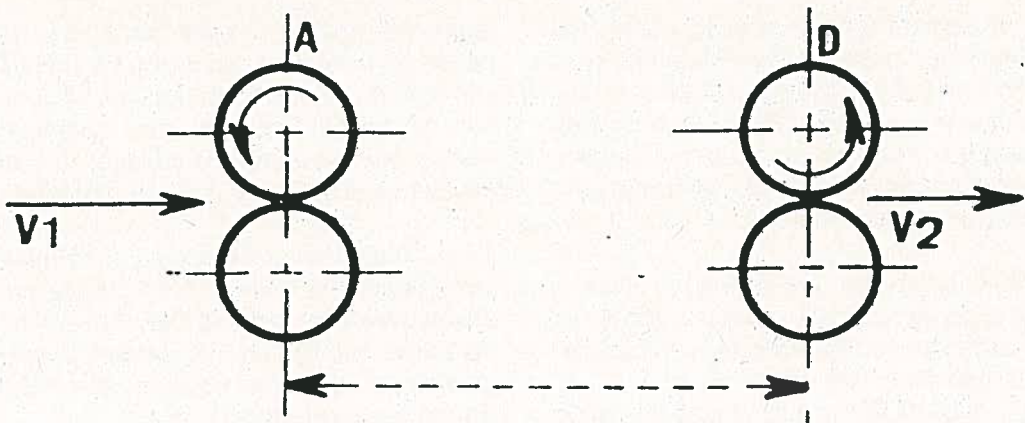


Figura 9. b. Tren de estiraje elemental



1.3.4.2. Regularización - Doblado

Dado que las cintas de alimentación no son perfectamente regulares, con el estiraje corremos el riesgo de aumentar todavía más esta irregularidad. Por este motivo acostumbra a alimentarse al tren de estiraje con más de una cinta y con ello compensar las irregularidades de masa (fig. 10). A la operación de reunir variadas cintas se le denomina **Reunido** o **Doblado**

La ecuación fundamental del estiraje se convertirá en:

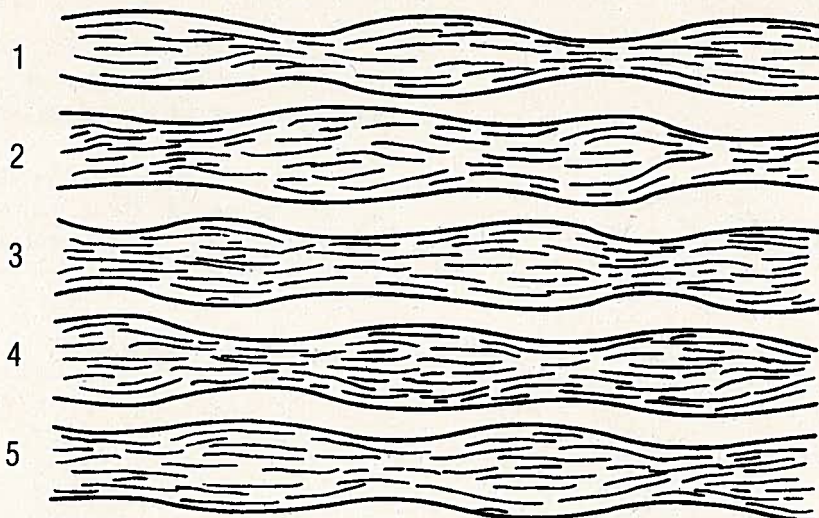
$$D \cdot V_1 \cdot T_1 = V_2 \cdot T_2$$

$$D \cdot T_1 = E \cdot T_2$$

Si $D > E$, la cinta saliente es más fina que cada una de las entrantes.

Si el estiraje es excesivo, la irregularidad de la cinta puede aumentar.

Figura 10. Efecto regularizador del doblado.



1.3.5. Hilatura Propiamente Dicha

Es la conversión de un pequeño haz de fibras paralelas e individualizadas en un cuerpo de estructura cilíndrica formado por una masa compacta de fibras discontinuas colocadas paralelamente entre sí y ligadas por medio de torsión. Para conseguirlo se utilizan diversos métodos o sistemas de hilatura. Los más utilizados en la hilatura algodонера son:

- a) Hilatura de anillos
- b) Hilatura Open-End
- c) Hilatura por chorro de aire

1.3.5.1. Hilatura de Anillos

La operación de hilatura es la más cara de todo el proceso, en el caso de la hilatura de anillos representa el 60% de los costes de todo el proceso. El coste de la máquina, el personal necesario para manejarla, el consumo de energía y la lentitud de la máquina en comparación con las del resto del proceso, son los factores que más contribuyen a ello. Por este motivo en la continua de hilar se han centrado en los últimos años, los principales esfuerzos de desarrollo tecnológicos, con el fin de reducir estos costes (fig. 11).

Figura 11. Estructura de costes de una hilatura (continua de anillos)

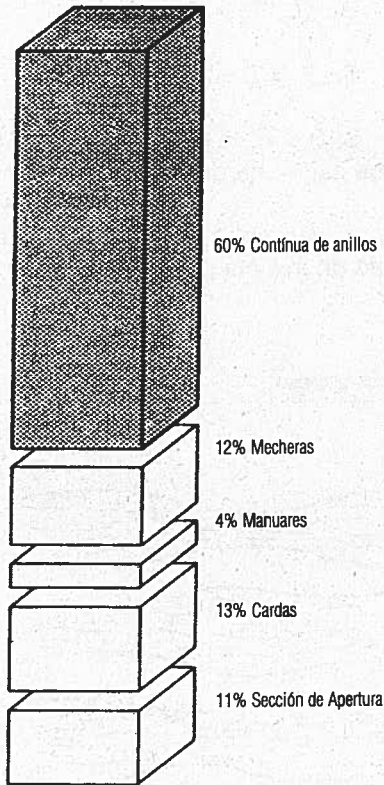


Figura 12.a.

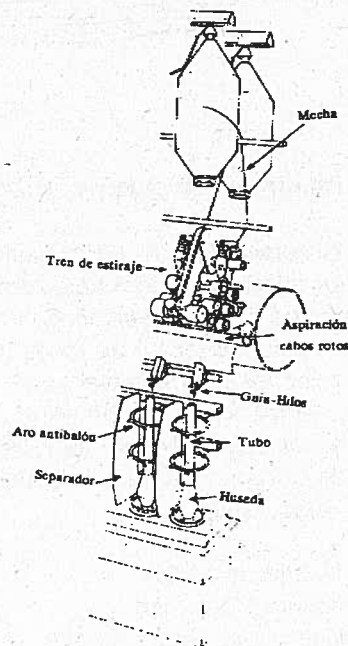
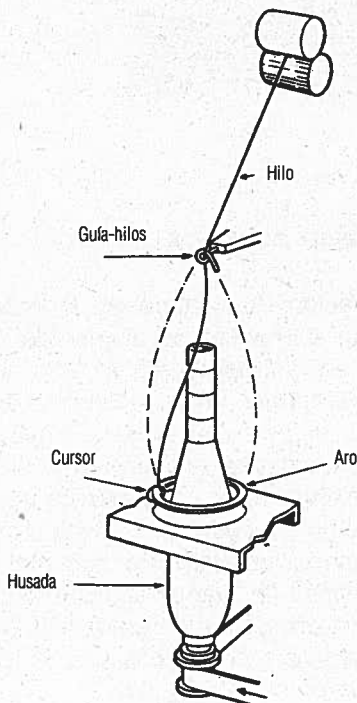
En la continua de anillos, partimos de una mecha (cinta estirada unas 10 veces y con una ligera torsión) sobre la cual realizamos un último estiraje de manera que el título saliente sea ya el del hilo. a la salida del tren de estiraje tenemos un velo de fibras sobre el cual se le aplica una torsión. Gracias a ello el hilado tendrá una tenacidad suficiente para ser bobinado e utilizado en el resto del proceso textil.

Veamos un esquema elemental de una continua de hilar (fig. 12a y b) sobre el huso **B** se fija la bobina de hilo **BF**. Este huso gira a una velocidad de n miles de vueltas por minuto. en el eje del huso se encuentra un guía-hilos **Q**, en forma de cola de cerdo.

Concéntricamente al huso, se encuentra un rail circular **A** que recibe el nombre de **anillo**, sobre el cual se desliza el **cursor C**.

El hilo sale de los cilindros productores del tren de estiraje de la continua, pasa por el guía hilos **Q**, el cursor **C**, y se enrolla en la bobina **BF**.

Figura 12.b.



OPERACIONES BÁSICAS DE HILATURA

Cuando el huso gira, arrastra también a la bobina y el hilo tira del cursor que se desliza sobre el anillo y a continuación entra en **CQD**, el hilo recibe una vuelta de torsión por giro del huso. Al mismo tiempo los cilindros productores entregan continuamente hilo.

La porción hilo **CQ** tienden a formar una curva (balón). Al mismo tiempo el cursor **C** que roza sobre el anillo ofrece una cierta resistencia al avance. Como consecuencia de todo ello se forma un equilibrio de fuerzas, el cursor gira a una velocidad inferior a la del huso de la cantidad necesaria para que la cantidad de hilo saliente de **D** se bobine sobre **BF**. Al mismo tiempo es necesario que **A** y **B** se desplacen axialmente a una distancia suficiente para formar la bobina.

La torsión del hilado será:

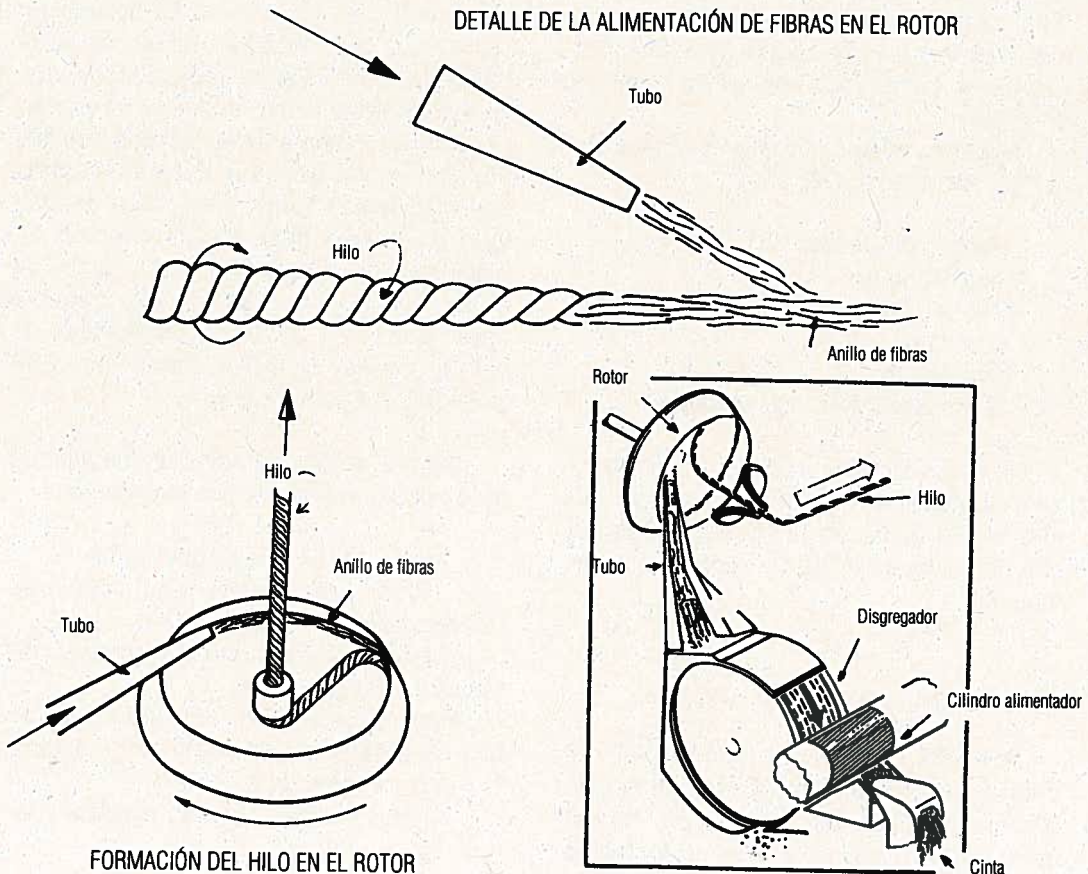
$$T = \frac{1000 \cdot n}{V_d \text{ (m/min)}}$$

V_d = velocidad salida tren estiraje
 n = r . p . m. de los husos

1.3.5.2. Hilatura a Rotor (Open-End)

Se alimenta a la máquina con una cinta de carda o manual lo más regular posible. Las fibras se disgregan al entrar en contacto con un pequeño cilindro recubierto con una guarnición similar a la de la carda. Una vez abiertas son despedidas por fuerza centrífuga y aspiración, e introducidas por medio de un pequeño tubo **A**, a un rotor plano **R** que gira a gran velocidad. Por acción de la fuerza centrífuga cada fibra se sitúa en la pared interna de la turbina que poco a poco se va recubriendo formando un anillo de fibras (fig. 13).

Figura 13. Esquema de la hilatura open-end



El hilo pasa por el eje de la turbina y su extremidad se encuentra en contacto con la pared confundiéndose con el anillo de fibras. La fuerza centrífuga lo mantiene en este punto **b**, y la torsión se comunica al hilo por medio de la rotación de la turbina; la parte **ab** es torcida, el par de torsión puede vencer parcialmente los rozamientos debidos al cambio de dirección en **a**. El hilo se extrae de manera continua, el punto **b** pasa a la posición **b'**, las fibras **bb'** del anillo se incorporan definitivamente al hilo y la zona así liberada se vuelve a llenar poco a poco de fibras hasta que **b'** vuelve a **b** después de una vuelta completa. En este preciso momento, el número medio de fibras colocadas en **b** corresponde al necesario para obtener el hilo.

En el hilo **OE** (Open-End), cerca del 80% de las fibras están alineadas según el eje de hilo, constituyendo el núcleo. El resto está integrado por un grupo de fibras torcidas alrededor del núcleo formando un considerable ángulo respecto al eje del hilo y por las fibras exteriores de ligazón. Esta distribución de fibras hace que los hilos **OE** tengan una menor resistencia a la tracción comparado con los de continua de anillos.

Respecto a los hilados de continua de anillos, los hilados **OE**, son:

- Menos resistentes
- Más regulares
- Menos vellosos
- Más voluminosos
- Más ásperos
- Mayor absorción de colorante

Con este sistema de hilatura se alcanzan velocidades de salida de hasta 200 m/min y la gama de hilados que pueden obtenerse tiene el 20 Tex como el límite más fino.

1.3.5.3. Hilatura por Chorro de Aire

Partimos de una cinta de manual lo más regular posible, que es sometida a un gran estiraje. Las fibras entran en una primera tobera y por acción de un torbellino

de aire giran en un sentido. A la salida se encuentran con una segunda tobera con un chorro de aire que obliga a las fibras a girar en sentido contrario (fig. 14, 15 y 16).

Con este sistema de hilatura se obtienen hilados finos, por este motivo las fibras de algodón deben de ser peinadas previamente. La velocidad de salida puede alcanzar los 250 m/min.

Respecto a los hilados obtenidos con continua de anillos los hilados obtenidos por chorro de aire son:

- Más regulares y con menos defectos.
- Algo menos resistentes que los de continua de anillos pero más que los **OE**.
- Mayor resistencia a la abrasión.
- Menos tendencia a formar Pilling.
- Más ásperos.

1.3.5.4. Hilatura por Fricción

La máquina es muy parecida a la **OE** excepto en el mecanismo de formación del hilado. Una cinta de manual es introducida en un cilindro disgregador que abre y disgrega las fibras, éstas caen perpendicularmente encima de dos rodillos de fricción que giran en el mismo sentido envolviendo las fibras que se han depositado en la superficie de los cilindros de fricción y obteniendo un hilo. La gama de títulos que puede producir esta máquina oscila entre 15 y 60 Tex y la velocidad de salida puede alcanzar hasta los 300 m/min, (ver figura 17 a y b).

Las principales ventajas de los hilados obtenidos con hilatura por fricción son:

- Ausencia de fibras agavilladas.
- Hilados y tejidos más regulares (menos neps).
- Mayor volumen que los hilados **OE**.
- Mayor poder cubriente.
- Mayor resistencia a la rotura que los hilados obtenidos con continua de anillos.
- Más limpios de tabaco.
- Mayor afinidad tintórea que los hilados **OE**.

OPERACIONES BÁSICAS DE HILATURA

Figura 14. Esquema de la máquina de hilar por chorro de aire (Murata Jet Spinner -MJS-)

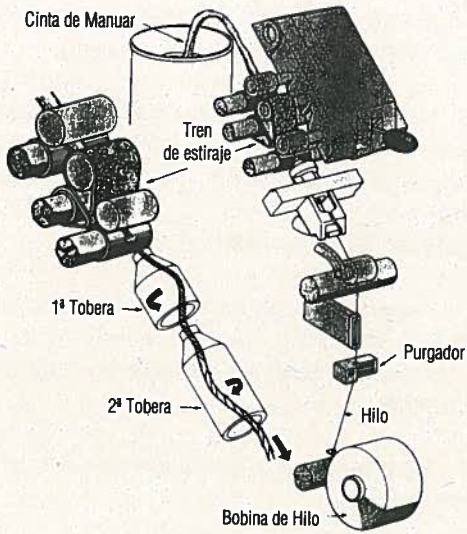


Figura 15. Fotografías de hilados MJS y de anillos.

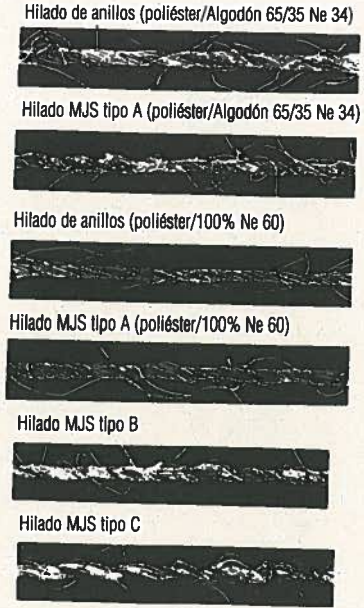
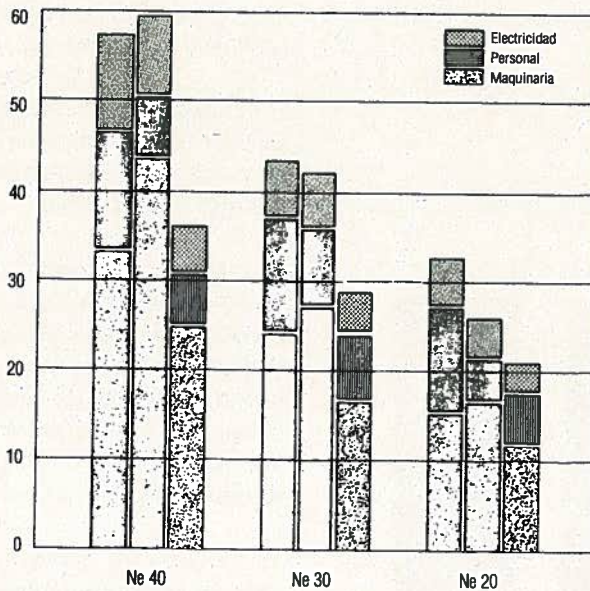


Figura 16. Comparación de costes de hilatura entre hilatura de anillos, OE y MJS.



- Menor resistencia que los de continua de anillos.

- Menor resistencia a la abrasión que los de continua de anillos.

- Los tejidos se arrugan más.

Figura 17.a. Esquema de la máquina de hilar por fricción Saco-Lowell

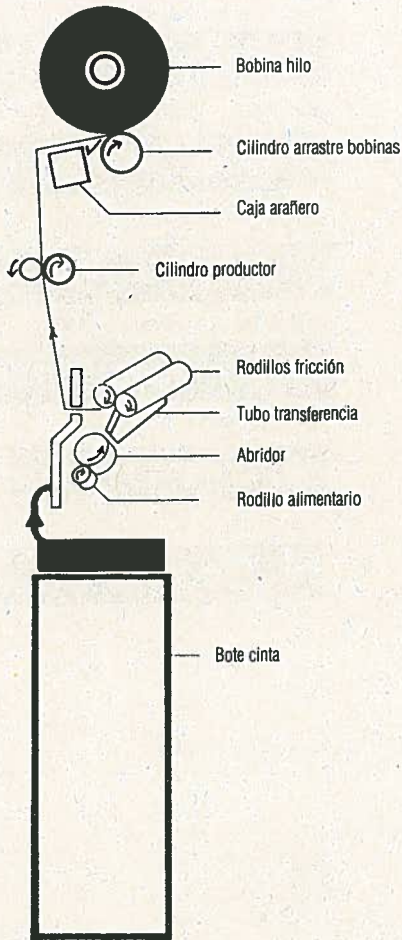
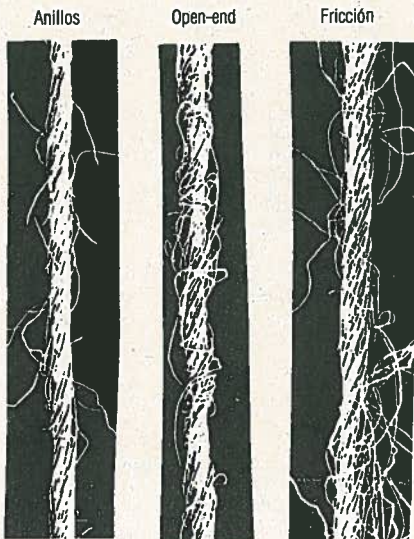


Figura 17.b. Fotografías de hilados de anillos, open-end y fricción



1.3.6. Mezcla

Aunque no se trata de una operación básica, es interesante tratarla de forma detallada debido a la gran importancia que tiene en el proceso de hilatura.

Las fibras de algodón son por naturaleza heterogéneas, por este motivo en el proceso de hilatura es necesario mezclarlas para compensar irregularidades y obtener hilados más uniformes.

Cuando el algodón se mezcla con fibras químicas, es necesario que la mezcla sea también lo más homogénea posible.

Los principales objetivos de la mezcla de fibras son:

- Compensar variaciones de las propiedades de las fibras.
- Reducir costes. Incorporando en la mezcla materia barata.
- Incrementar o mejorar las propiedades de los hilos (mezcla con fibras químicas).
- Conseguir colores especiales (sólo en fibras coloreadas).

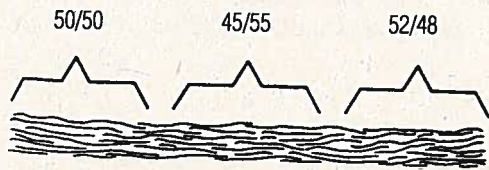
El objetivo del hilador es mezclar uniformemente a las fibras, sin embargo ello es difícil de mantener de forma estable a lo largo del proceso.

Como consecuencia de las diferencias de longitud, estructura superficial, rizado y cohesión, las fibras tienen tendencia a realizar movimientos individuales de forma independiente durante el estirado y transporte neumático. El resultado es que las fibras tienen tendencia a migrar y "desmezclarse" a lo largo del proceso.

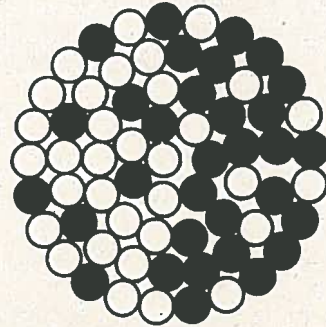
Cuando se habla de irregularidad de mezcla conviene diferenciar entre la irregularidad de mezcla longitudinal e irregularidad de mezcla en sentido transversal. En la figura 18 puede verse el tipo de mezcla que realizan distintas máquinas del proceso de hilatura.

OPERACIONES BÁSICAS DE HILATURA

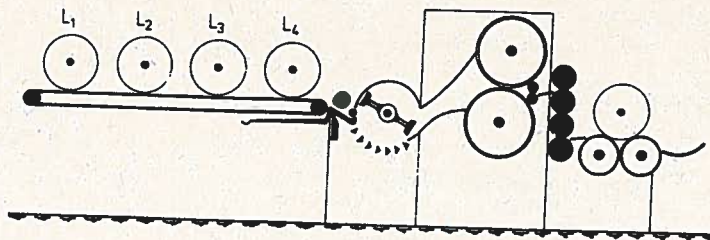
Figura 18. Mermas en el proceso de Hilatura %



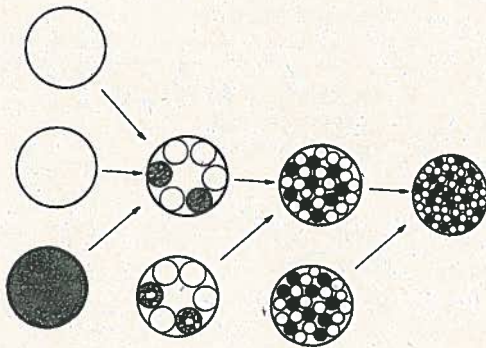
IRREGULARIDAD DE MEZCLA LONGITUDINAL



IRREGULARIDAD DE MEZCLA EN SENTIDO TRANSVERSAL



- Mezcla transversal muy buena
- También buena mezcla longitudinal
- Muy versátil y flexible
- Caro

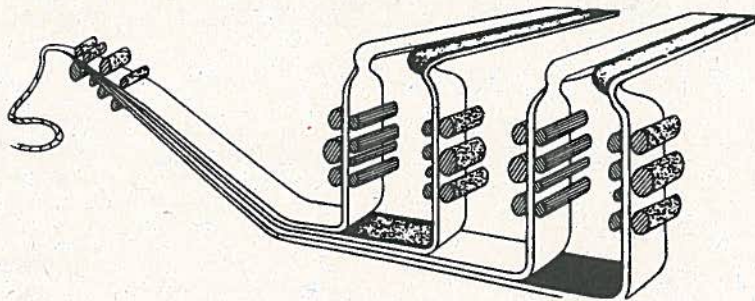


MEZCLA DE CINTAS

- Mezcla habitual de fibras naturales y químicas en el Manuar.
- Mezcla longitudinal muy buena
- Mezcla transversal deficiente.

MANUAR MEZCLADOR

- Mezcla de velos
- Mezcla longitudinal buena
- Mezcla transversal excelente



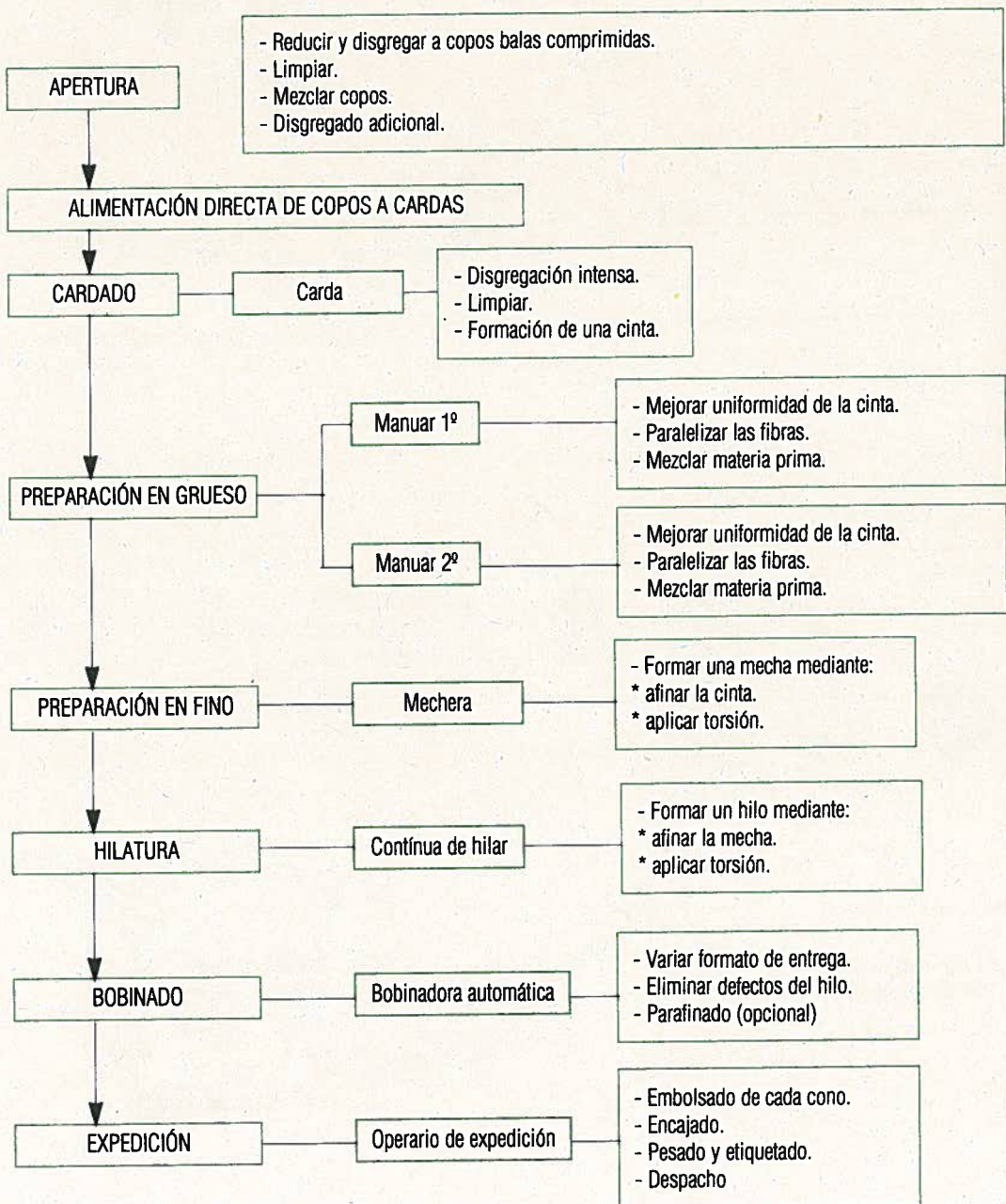
1.4. PROCESOS DE HILATURA ALGODONEROS

Una vez vistas cuales son las operaciones básicas del proceso de hilatura algodónero, vamos a describir a continuación, cuales son los procesos de hilatura más habituales.

Podemos clasificar a los procesos de hilatura algodóneros en dos grandes grupos:

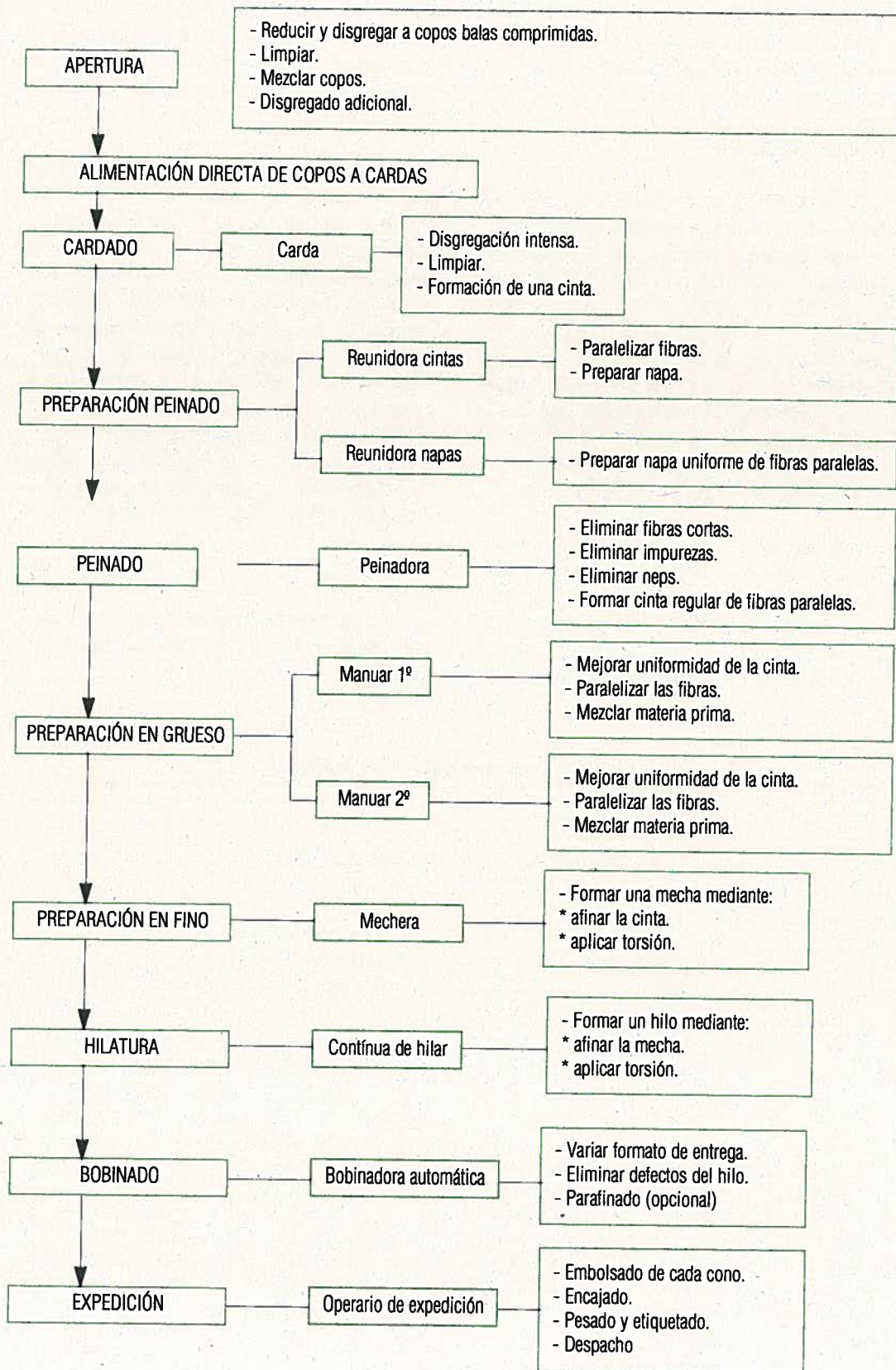
- a) Procesos cardados: Gama de títulos hasta 30 1/c Nc
- b) Procesos peinados: Gama de títulos superiores a 30 1/c Nc (fig. 19, a y b).

Figura 19.a.



OPERACIONES BÁSICAS DE HILATURA

Figura 19.b.



2. INFLUENCIA DE LOS PARÁMETROS DE LAS FIBRAS TEXTILES SOBRE SU PROCESABILIDAD EN LA HILATURA ALGODONERA

2.1. INTRODUCCIÓN

Toda materia textil tiene su historia, implicando un comportamiento específico. No nos puede extrañar, pues, que un algodón con los mismos parámetros físico-químicos que otro, presente más dificultades en su proceso de hilatura. El clima, el abono de la tierra, etc., diferencian entre sí materias que a nivel de laboratorio industrial parecen idénticas. Las técnicas usuales de análisis no son lo suficientemente potentes como para predecir su evolución en el proceso de hilatura.

Valorando la cantidad de ensimaje, grasa o cera que contiene una fibra, su estado superficial, diferencias de pigmentación, porcentaje de fibras ganchudas y su orientación en la cinta, el paralelismo, la distribución de la longitud de fibras, la

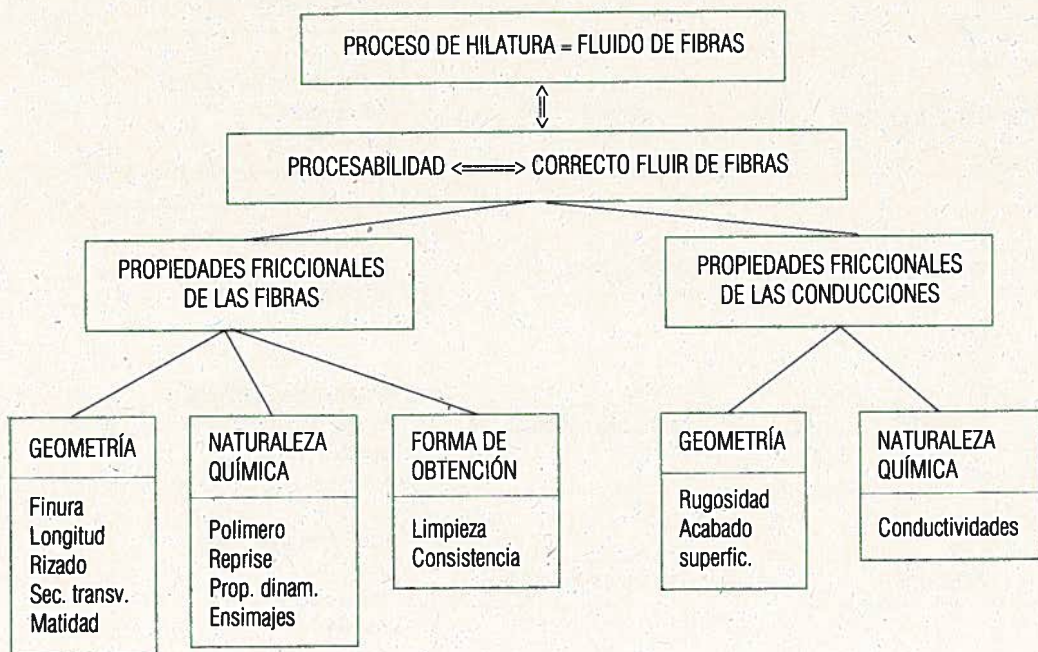
finura, su dispersión, el alargamiento a la rotura, etc, podría tenerse una idea de las dificultades que presentaría una fibra en su hilatura. Sin embargo, lo que más va a condicionar el proceso, será, sin lugar a dudas, las interacciones de los parámetros mencionados.

En la actualidad, las líneas de investigación más avanzadas de hilatura, se basan en el estudio de este proceso textil bajo el punto de vista de la mecánica de fluidos. No olvidemos que el comportamiento de una fibra en un tren estirador es función de las fuerzas friccionales que allí actúan. La reología y especialmente el estudio de la tribocidad de las cintas y mechas, han contribuido de una manera eficaz a explicar estos fenómenos.

El correcto fluir de las fibras es decir, su procesabilidad, depende según Marsal y Carrera (3) de: (fig. 20)

- a) propiedades friccionales de las fibras
- b) propiedades friccionales de las conducciones a través de las cuales fluyen las fibras

Figura 20. Parámetros que influyen en el fluído de fibras.



OPERACIONES BÁSICAS DE HILATURA

Antes de empezar a estudiar la influencia de cada parámetro de la fibra en el proceso, hay que hacer dos consideraciones previas.

a) No todos los sistemas de hilatura requieren el mismo tipo de propiedades en las fibras. Deussen (4) (fig. 21).

b) No siempre una buena propiedad de uso de las fibras implica una ventaja en su procesabilidad y viceversa.

Figura 21. Importancia de los parámetros de las fibras en función del sistema de hilatura.

CARACTERÍSTICAS DE LAS FIBRAS

Orden de la importancia para los diferentes sistemas de hilado.

hilado de continúa	hilado de rotor	hilado por aire	hilado por fricción
1. longitud/uniformidad	1. resistencia	1. finura	1. fricción
2. resistencia	2. finura	2. pureza	2. resistencia
3. finura	3. longitud/uniformidad	3. resistencia	3. finura
	4. pureza	4. longitud/uniformidad	4. longitud/uniformidad
		5. fricción	5. pureza

2.2. GEOMETRÍA DE LAS FIBRAS (PARÁMETROS FÍSICOS)

2.2.1. Longitud

La longitud de la fibra es uno de los parámetros más importantes dado que de ella dependen:

- a) Límite de hilabilidad
- b) Regularidad
- c) Resistencia
- d) Velloalidad
- e) Productividad

a) **Límite de hilabilidad:** . Con fibras más largas se pueden obtener hilos más finos. Cuando se sobrepasa el límite mínimo de fibras por sección empiezan a surgir problemas de regularidad y especialmente un incremento del coeficiente de variación de la resistencia. Debido a su mayor superficie, las fibras largas contribuyen a mejorar la regularidad del fluido, y a mejorar su resistencia, ello permite obtener hilados de calidad correcta por debajo del número de fibras por sección recomendable.

b) **Regularidad:** La mayor superficie de contacto, contribuye a un mayor y mejor control de las fibras y por tanto una mayor regularidad de cintas, mechas e hilos, así como una disminución de los defectos del hilado.

El incremento de la longitud de las fibras aumenta el esfuerzo de cardado (dificultad de las fibras a ser individualizadas). Según Looney (5), el incremento de este parámetro produce un incremento de la irregularidad y de los defectos en el hilo como consecuencia del ensortijamiento y rotura de fibras durante el cardado.

c) **Resistencia:** La mayor superficie de agarre de las fibras contribuye a aumentar la resistencia de los hilados, Thomas (6) (fig. 22).

Según Klein (7) las fibras de una longitud inferior a 4-5 mm, se pierden en el proceso en forma de borra. Las comprendidas entre 6 y 12-15 mm, no contribuyen de una forma activa a la resistencia de los hilos, cumpliendo únicamente una función de relleno. Sólo el resto de las fibras contribuye de una forma efectiva a la resistencia y

otras propiedades positivas de los hilos. Ello nos muestra pues, la importancia la distribución de la longitud de las fibras sobre las propiedades de los hilados (fig. 23).

Veamos los cuatro tipos de Diagramas más comunes: (fig. 24)

- **Diagrama rectangular:** Este tipo de diagrama sólo lo tienen algunas fibras químicas. Aunque pudiera parecer ideal, no lo es. Durante el estirado no existe un pinzaje progresivo de las fibras las cuales tienen tendencia a moverse por haces, aumentando la irregularidad.

- **Diagrama triangular:** Aunque su procesabilidad es mejor que el rectangular, la excesiva presencia de fibras cortas, aumenta la cantidad de fibras flotantes en el estiraje y por lo tanto la irregularidad, borras, desperdicios y vellosidad del hilado. Como consecuencia de todo ello aumentan las roturas en continua y baja la resistencia del hilado.

- **Diagrama trapezoidal:** Es el ideal para la buena marcha del proceso.

- **Diagrama irregular:** Es el resultado de la mezcla de fibras de distintas longitudes. Al igual que el rectangular, las fibras tienen tendencia a moverse por haces provocando irregularidad.

d) **Vellosidad:** Las fibras largas producen menos vellosidad en los hilos debido precisamente a la mayor regularidad de las cintas y mechas.

e) **Productividad:** Las fibras largas permiten ser hiladas con menores coeficientes de torsión aumentando por lo tanto la producción en la mechera y continua. La presencia de fibras cortas contribuye a aumentar la irregularidad y a disminuir la resistencia de los hilos, ello provoca un incremento de las roturas en continua y en definitiva a disminuir la productividad.

Figura 22. Influencia de la longitud de la fibra sobre la resistencia del hilado

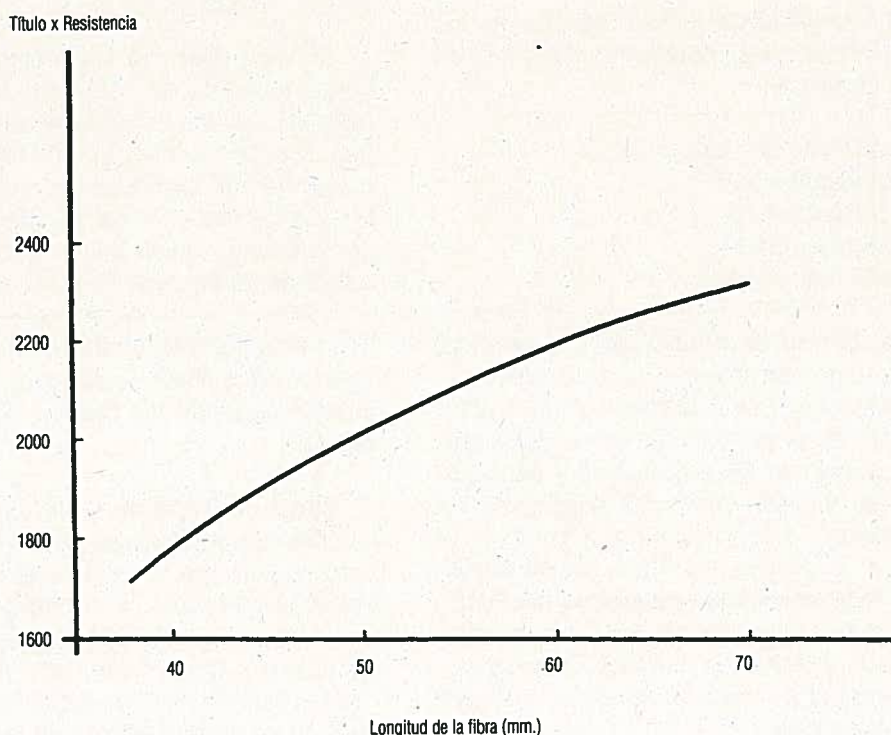


Figura 23.

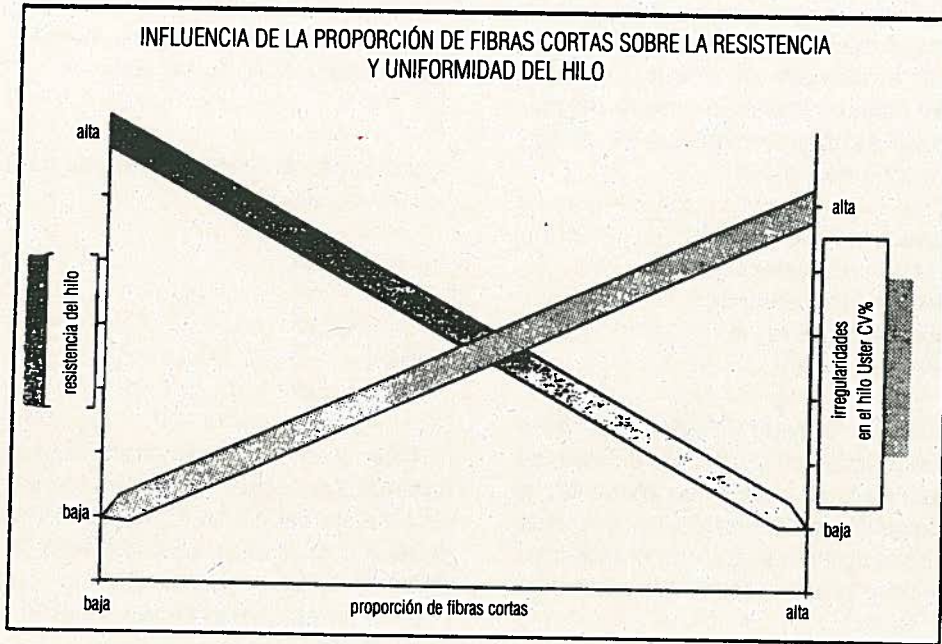
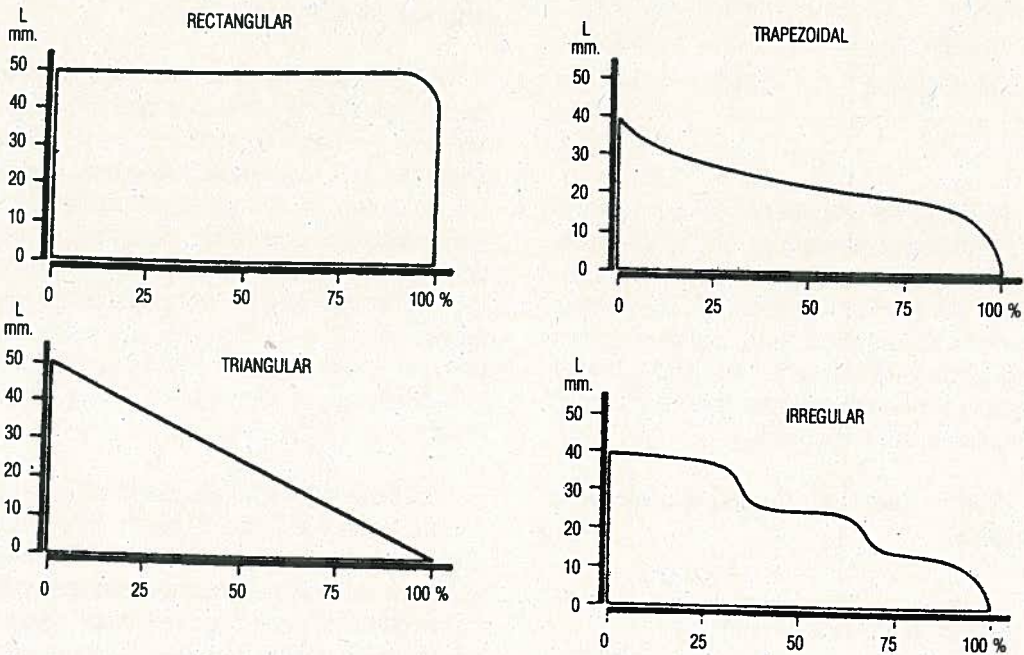


Figura 24. Tipos de Diagramas y su influencia sobre el proceso.



2.2.2. Finura

La finura es uno de los parámetros más importantes por cuanto de ella depende el **número de fibras por sección del hilado**, y este parámetro del hilo afecta directamente a aspectos tan distintos e importantes como:

- a) Límite de hilabilidad
- b) Regularidad del hilo
- c) Resistencia del hilo
- d) Potencial de neps
- e) Productividad

a) **Límite de hilabilidad:** Cada sistema de hilatura tiene un límite y máximo de fibras por sección a partir de los cuales la experiencia práctica demuestra que pueden surgir problemas de irregularidad de masa y resistencia a la tracción. Debruyere (8). Fig. 25.

Figura 25. Número mínimo y máximo de fibras por sección según el sistema de hilatura.

Sistema de Hilatura	Máximo	Mínimo
Continúa de Anillos	300	60-70
Rotor	350	110-140
Fricción	500	100
Chorro de Aire	200	90

El límite de hilabilidad no viene condicionado únicamente por la finura de la fibra sino que como ya hemos visto anteriormente por su longitud. La experiencia práctica demuestra que cuando existe una cierta relación entre longitud y finura, tanto la procesabilidad de la fibra como su hilabilidad serán correctas.

Según Teijin Ltd (9) esta relación es la siguiente:

$$\frac{\text{Longitud de la fibra en mm}}{\text{Diámetro de la fibra en mm}} \leq 4000$$

o bien:

$$\frac{\text{Longitud de la fibra en pulgadas}}{\text{Finura de la fibra en deniers}} \leq 1$$

y además el número de fibras por sección es el adecuado.

La fórmula:

$$Ne = \frac{5315}{a \times d} = 3,02 \times l \times d^{-3/2}$$

nos da el límite teórico de hilatura en numeración inglesa del algodón, en función del denier (d) de la fibra, número de fibras por sección transversal (a) y la longitud de la fibra en mm (l). Tras aplicar una corrección para obtener valores prácticos, dicha fórmula queda así:

$$Ne = 2,41 \times l \times d^{-3/2}$$

En la figura 26 se muestra gráficamente esta relación, donde se puede comprobar por ejemplo, que el límite de hilabilidad de una fibra de 1,5 denier y 38 mm de longitud, es el Ne 50.

b) La **regularidad** de los hilos depende del número de fibras por sección transversal, al disminuir el número de fibras aumenta la irregularidad. Según Looney (5), esta correlación es significativa tanto en hilatura por chorro de aire, rotor y anillos, siendo además este el orden por el cual este fenómeno se manifiesta con mayor intensidad. Fig. 27, 28 y 29. En consecuencia pues, la regularidad de un hilo aumenta al disminuir el título de la fibra componente. Fig. 30.

La finura de las fibras afecta también al esfuerzo de cardado. Cuando más finas son las fibras, existe un mayor número de ellas por unidad de volumen aumentando con ello la dificultad a ser individualizadas y por tanto las dificultades de hilatura (mayor irregularidad y número de defectos).

OPERACIONES BÁSICAS DE HILATURA

Figura 26. Límite de hilabilidad de una fibra en función de su finura y longitud.

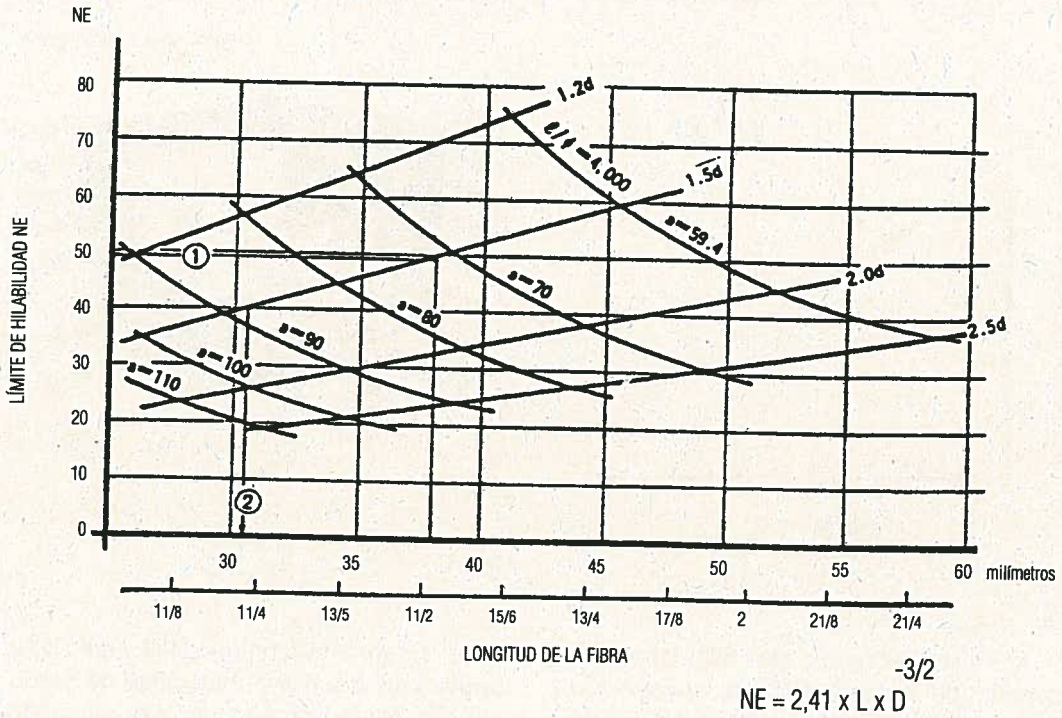


Figura 27. Irregularidad de hilados por Chorro de Aire de Poliéster 100% en función del número de fibras por sección

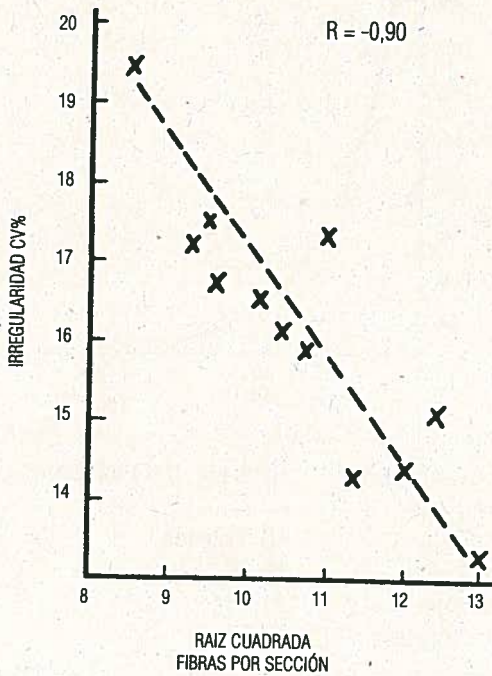


Figura 28. Irregularidad de hilados de Rotor de Poliéster 100% en función del número de fibras por sección

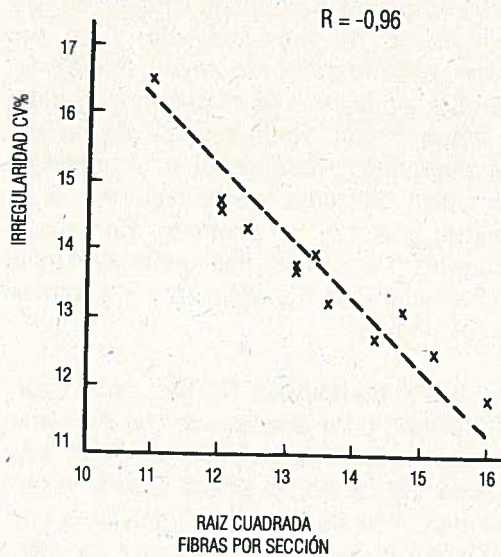
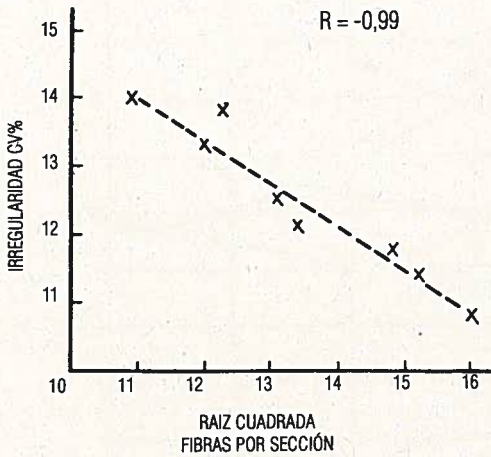


Figura 29. Irregularidad de hilados de Contínua de Anillos de Poliéster 100% en función del número de fibras por sección



c) La **resistencia** de los hilos depende también del número de fibras por sección transversal y al igual que la regularidad, la resistencia del hilado aumenta al disminuir el título de la fibra. (Fig. 31)

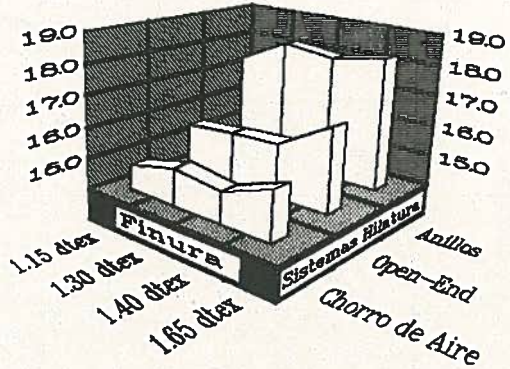
d) **Potencial de neps:** Cuando más fina es la fibra, mayor tendencia tendrá a formar neps. En el caso del algodón este parámetro está relacionado con la madurez.

El potencial formador de neps de una fibra depende fundamentalmente de su capacidad de enredamiento. Este es inversamente proporcional a la rigidez de la fibra, es decir la fibra se enredará más cuando menos rígida sea. La rigidez es directamente proporcional a la segunda potencia del título y este a su vez a la cuarta potencia del diámetro. En consecuencia cuando más fina sea la fibra más tendencia tendrá a enredarse y a formar neps. Fig. 32

d) **Productividad:** En hilatura a rotor, Deussen (4) ha demostrado que para una mayor cantidad de fibras por sección transversal del hilado, se puede reducir la torsión del hilo sin que ello se produzca una importante pérdida de resistencia del hilo, independientemente del título del hilo.

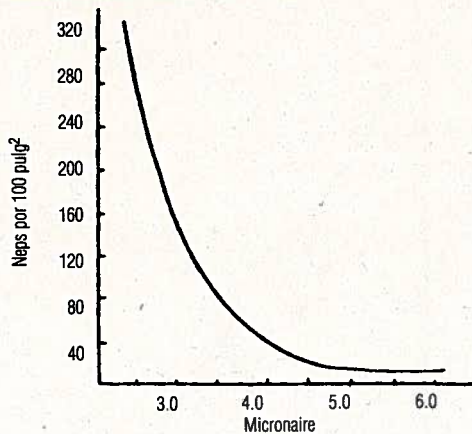
Figura 30. Irregularidad de hilado en función de la finura de la fibra y el sistema de hilatura

20 Tex, 65/35 poliéster/Algodón



Una menor torsión en el hilo no sólo se traduce en una mayor velocidad de salida del hilo, mayor producción y disminución de los costes sino también un hilado de tacto más suave. Fig. 33 y 34.

Figura 31. Neps por pulgada cuadrada en el velo de carda en función del Micronaire del Algodón



Clasificación	Neps por 100 pulgadas²
Bajo	10 ó menos
Medio	16-30
Alto	31-45
Muy alto	46 ó más

OPERACIONES BÁSICAS DE HILATURA

Figura 32. Tenacidad del hilado en función de la finura de la fibra y el sistema de hilatura

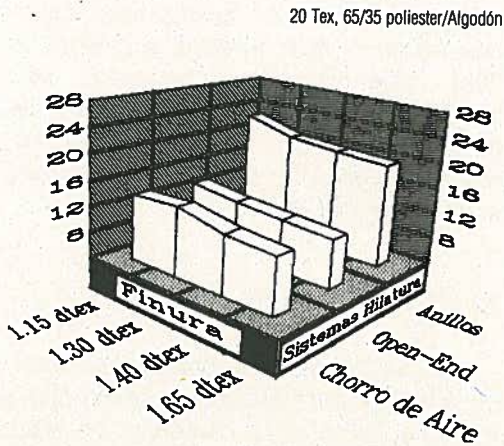


Figura 33. Influencia de la finura sobre el coeficiente de torsión y producción en los hilados de Rotor

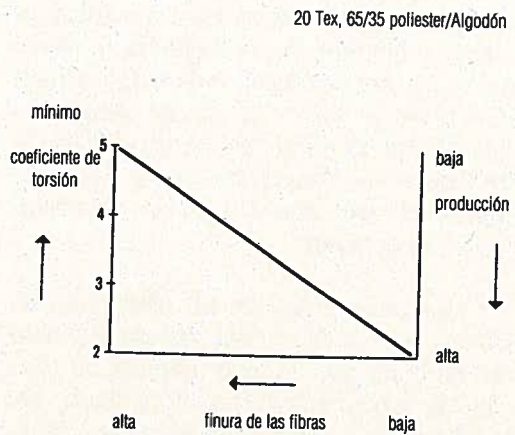
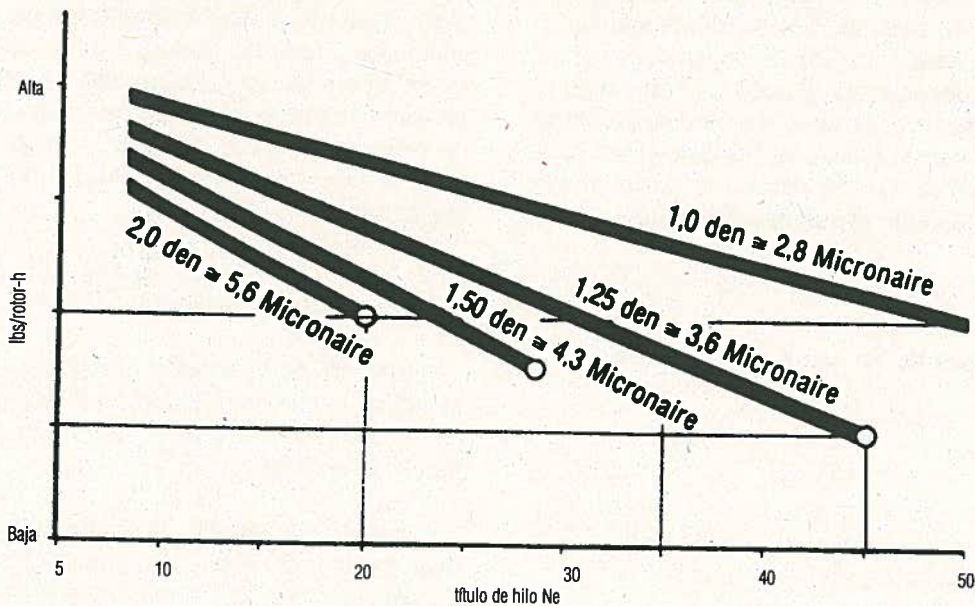


Figura 34. Influencia de la finura de las fibras químicas sobre la producción en los hilados de Rotor



2.2.3. Rizado

El rizado de las fibras químicas tiene como finalidad modificar su geometría con el fin de aumentar su rozamiento con el resto de las fibras y ganar en cohesión y esponjosidad. Se trata en definitiva de imitar la geometría de las fibras naturales que a través de su rizado (lana) o torsiones (algodón) consiguen según demues-

tra Marsal (10), notables ventajas en su procesabilidad.

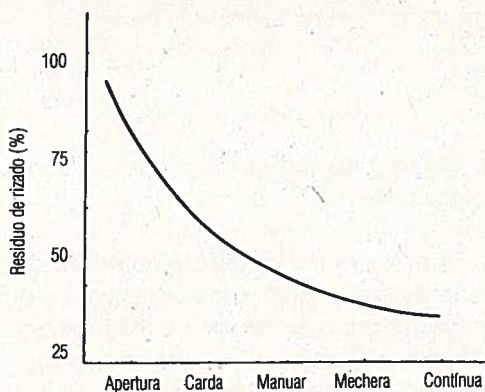
En el caso de las fibras químicas, el rizado es juntamente con el ensimaje y el reprise, el único parámetro capaz de dar cohesión a las fibras durante el proceso especialmente en todas las etapas en las que la torsión no interviene, o interviene muy poco.

El rizado permite que la tela de batán se desenrolle correctamente. Tiene una gran importancia en la carda puesto que confiere cohesión al velo y a las cintas de carda y manual. En la mechera, a pesar de que la cohesión depende fundamentalmente de la torsión, la falta de rizado produce una pérdida de cohesión de la mecha y una mayor tendencia de encoironadas, así como dificultades de estirado en la continua.

El rizado de las fibras, disminuye de forma ostensible al ir avanzando el proceso de hilatura. La mayor pérdida de rizado se produce durante el cardado, sin embargo todavía conserva un determinado nivel durante el resto del proceso disminuyendo paulatinamente aunque en menor intensidad. Fig. 35

La disminución del rizado a lo largo del proceso depende no solamente del número de rizos por unidad de longitud sino también del grado de fijación que ha tenido el rizado en el proceso de producción de la fibra y en definitiva de perderlo como consecuencia de los esfuerzos que sufre la fibra durante el proceso de hilatura.

Figura 35. Disminución del número de rizos a lo largo del proceso de hilatura



El rizado confiere además a las fibras un tacto más lleno aumentando su voluminosidad. Esta propiedad que tiene notables ventajas en aplicaciones especiales para fabricar artículos de género de punto exterior, guatas, no-tejidos, etc, puede ser un notable inconveniente en la hilatura puesto que disminuye la capacidad de la cinta en los botes, aumentando la carga de trabajo.

2.2.4. Lustre (Matidad)

Las fibras químicas pueden clasificarse en brillantes, micromates, semimates y mates en función del contenido de mateantes (normalmente dióxido de Titanio). La presencia de este producto aumenta considerablemente la abrasión de las fibras lo cual puede tener efectos nocivos como el rápido desgaste de guarniciones, guía-hilos, etc, Este fenómeno es especialmente crítico en hilatura a rotor dado que el desgaste de la guarnición del cilindro peinador produce una notable pérdida de calidad del hilado. Por este motivo en hilatura Open-End, no se utilizan fibras mateadas.

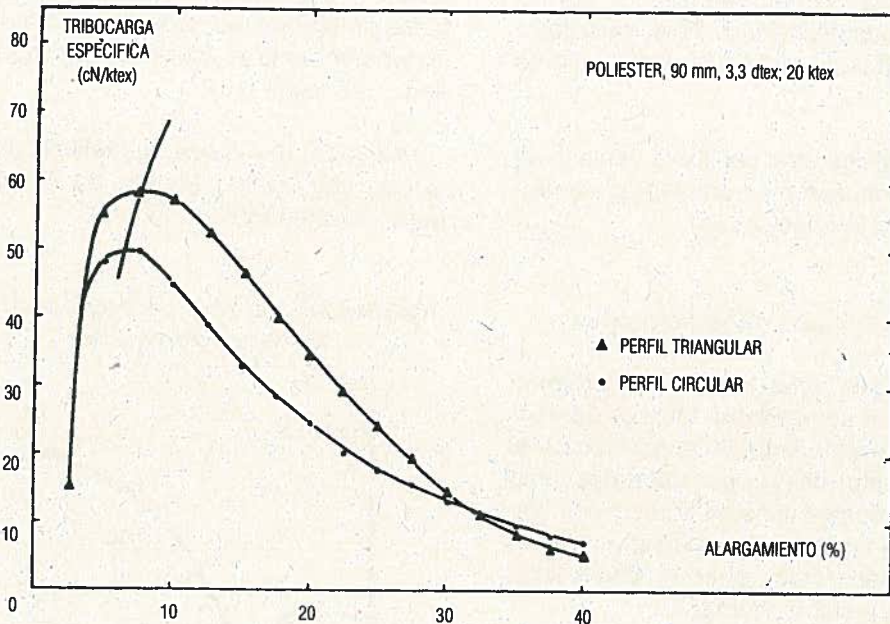
2.2.5. Sección Transversal

La forma de la sección transversal de las fibras afecta directamente a la superficie de contacto entre ellas y por tanto a la fricción y cohesión.

Marsal (10) estudió la Tribocidad de dos cintas de 20 Ktex formadas por fibras de poliéster de una misma finura y longitud pero de distinta sección transversal. Los resultados demostraron que el poliéster de perfil triangular presentaba una mayor tribocidad que el circular, debido a la mayor superficie de contacto de las fibras. Fig. 36

La sección transversal de las fibras afecta principalmente a las propiedades de uso de las fibras: brillo, tacto y absorción de humedad.

Figura 36. Influencia de la forma de la sección transversal de la fibra sobre la tribocidad de la cinta



2.3. NATURALEZA QUÍMICA

2.3.1. Polímero

Las variaciones de las propiedades del polímero afectan directamente a las propiedades fundamentales de las fibras:

- Reprise
- Resistencia a la rotura
- Alargamiento a la rotura
- Módulo de elasticidad
- Absorción de colorante
- Encogimiento

Es obvio, pues, que las oscilaciones en la naturaleza química de las fibras afecten a su procesabilidad.

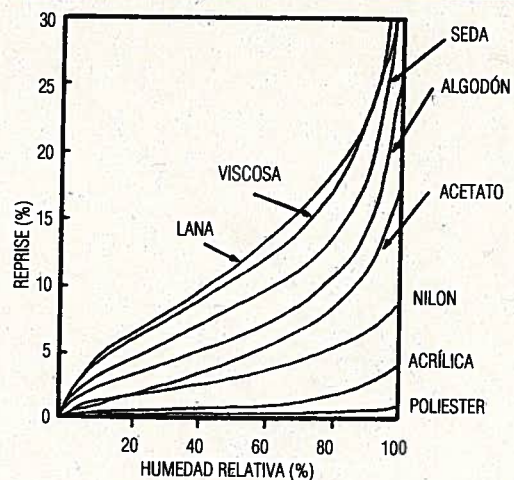
2.3.2. Reprise

Depende de la naturaleza química de la fibra, Morton & Hearle (11) (Fig. 37) y se ve influenciada por las condiciones de almacenamiento y embalaje así como de las condiciones higrométricas de las naves de hilatura.

Con el incremento de la humedad de la fibra se consigue:

- Reducir la formación de electricidad estática
- Reducción de la voluminosidad
- Mayor dificultad de apertura
- Menor limpieza de las fibras
- Reducción de las borras
- Variación de las propiedades dinámicas de las fibras

Figura 37. Porcentaje de absorción de humedad de las fibras a 25° C, en función de la Humedad Relativa del aire



La variación del contenido de humedad de las fibras puede hacer variar sus propiedades dinamométricas y por lo tanto su procesabilidad. Este parámetro será, por lo tanto, más crítico en las fibras hidrófilas.

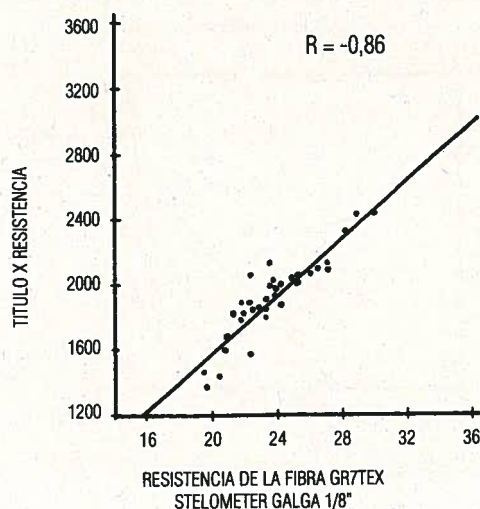
Por regla general las fibras demasiado húmedas causan más problemas de procesabilidad que las secas.

2.3.3. Propiedades Dinamométricas

Todas las fibras textiles se deforman cuando son sometidas a fuerzas de tracción. La relación entre la tensión axial y el alargamiento difiere considerablemente en los diferentes tipos de fibras y configura uno de los parámetros fundamentales que afectan tanto a su procesabilidad como a la calidad del hilado.

Cuando se trata de hilos formados por un solo tipo de fibra, si se mantienen constantes todas las variables excepto la resistencia de la fibra, la fibra más resistente producirá el hilado más resistente, figura 38.

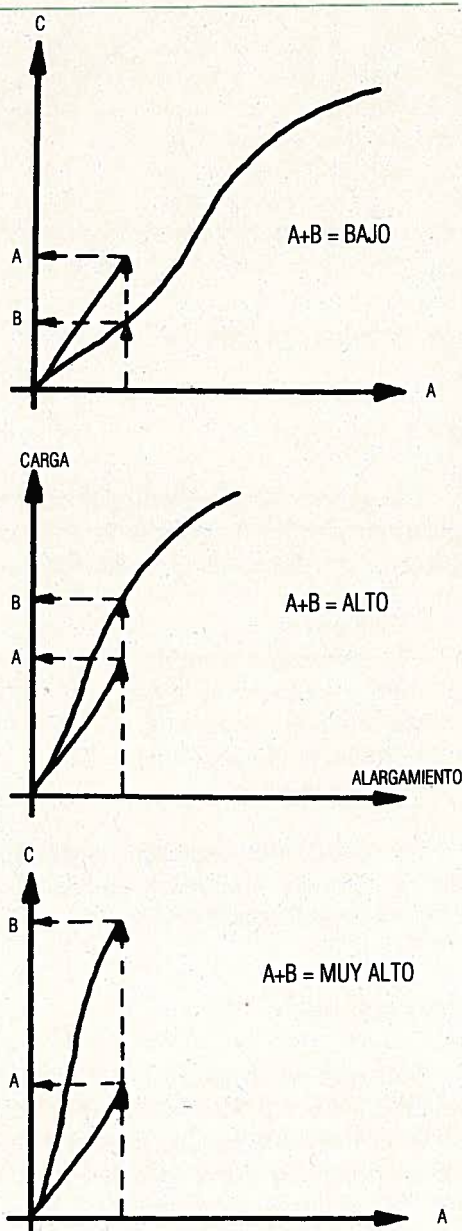
Figura 38. Influencia de la resistencia de la fibra sobre la resistencia del hilo



Cuando se mezclan varias fibras hay que tener presente otros factores. En este caso la curva carga-alargamiento de las fibras componentes, juega un papel muy importante en la resistencia y procesabilidad. Kleinheins (12).

Veamos tres casos hipotéticos distintos de una mezcla binaria de fibras en partes iguales (50/50). Fig. 39

Figura 39. Influencia de la curva carga-alargamiento de la fibra sobre los hilos de mezcla de fibras



a) **Dos fibras de distinta resistencia a la rotura pero con igual alargamiento.** La resistencia final del hilo será proporcional a la suma de la resistencia de ambas fibras. El resultado será un hilo con un resistencia muy alta.

b) **La curva carga-alargamiento del componente más extensible se sitúa por encima del punto de rotura del otro componente.** En este caso la resistencia del hilo sufre un bajón considerable y podría llegar a romperse cuando se rompen las fibras del componente menos extensible. En este punto la otra fibra absorbe parte de la fuerza perdida y empieza a trabajar sola en función de sus propias características. El resultado es un hilo de alta resistencia aunque inferior al del caso A.

c) **La curva carga-alargamiento del componente más extensible se sitúa por debajo del punto de rotura del otro componente.** Cuando el componente menos extensible rompe sus fibras el hilo sufre una fuerte disminución de su resistencia. En este punto la otra fibra empieza a trabajar sola en función de sus propias características pero desde un punto mucho más bajo. El resultado es un hilo de baja resistencia a la rotura.

En el caso C, el riesgo de roturas en continua de hilar, bobinado o tisaje es más elevado puesto que con una baja tensión se produce un elevado alargamiento sobrepasándose el límite elástico del hilo.

Cuando se realiza una mezcla de fibras habrá que tener muy presente la curva carga-alargamiento de las fibras componentes para no tener problemas de procesabilidad (roturas).

La resistencia de las fibras tiene una gran importancia en los sistemas de hilatura por rotor y chorro de aire puesto que debido a su estructura física tienen una menor resistencia que los hilos obtenidos en continua de anillos. Una de las formas de minimizar esta diferencia, es utilizar fibras de mayor resistencia.

A medida que aumenta el módulo de elasticidad, aumenta también la rigidez de las fibras. Como se ha visto anteriormente, las fibras más rígidas tienen menos tendencia a formar neps.

En base a este principio Looney (5) dedujo que el módulo de elasticidad de las fibras tiene una gran incidencia sobre la regularidad del hilado y por lo tanto a la procesabilidad de las fibras. Para ello procesó en las mismas condiciones dos tipos de poliéster de iguales características y ensimaje excepto su módulo de elasticidad. Fig. 40 y 41.

La rigidez de las fibras dificulta las operaciones de torsión puesto que las fibras tienen una mayor tendencia a recuperar su estado inicial. Los hilos obtenidos con fibras de alta tenacidad (y por lo tanto alta rigidez) tendrán más tendencia a formar caracolillo.

Figura 40. Irregularidad de hilados de Continua de Anillos de Poliéster 100% en función de módulo de elasticidad de la fibra

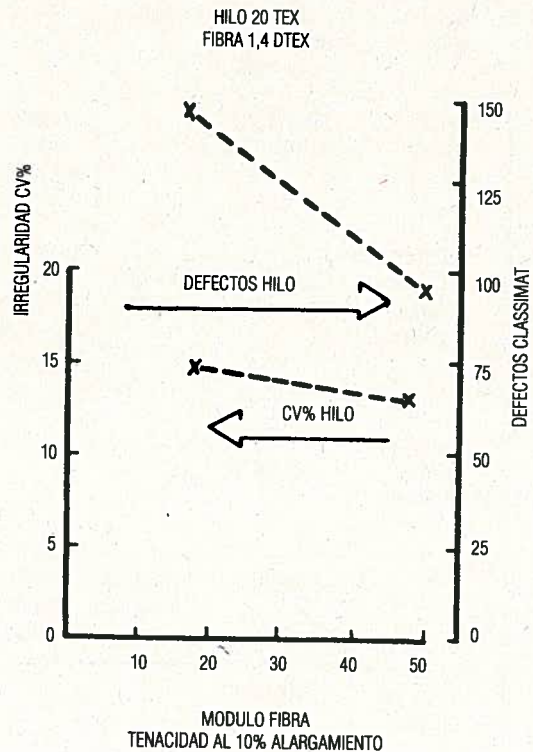
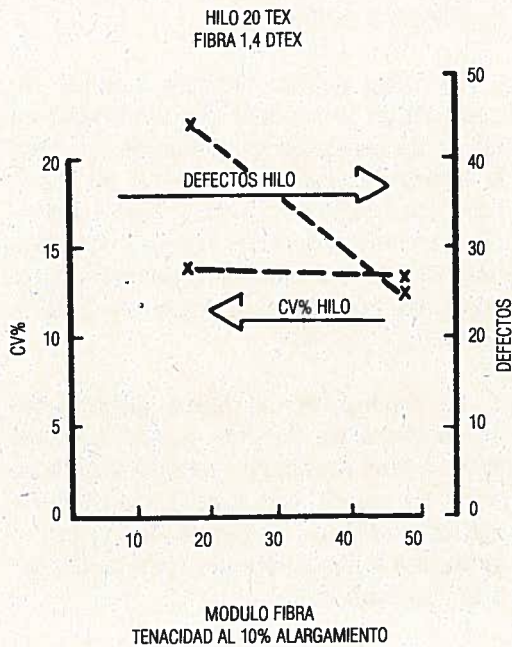


Figura 41. Irregularidad de hilados de Rotor de Poliéster 100% en función de módulo de elasticidad de la fibra



2.3.4. Topología Superficial (Ensimajes)

La topología superficial de las fibras depende de varios factores:

- Sección transversal
- Rugosidad de la superficie
- Rizado

Todos los cuales como ya hemos visto tiene una gran influencia en los fenómenos de fricción. Sin embargo la influencia de estos parámetros pueden ser minimizada por la acción de los ensimajes.

Los ensimajes son unos productos líquidos de naturaleza aceitosa que se aplican sobre la fibra formando una fina película que le confiere una serie de propiedades:

- Protección antiestática
- Fricción (lubricación, cohesión y adhesión)
- Protección al desgaste del polímetro

Fig. 42

Figura 42.

Parámetros que influyen	Propiedades que los ensimajes confieren a las fibras	Apertura	Carda	Manuar	Mechera	Contínua	Bobinado
Conductividad Reprise μ fibra/fibra	PROTECCIÓN ANTIESTÁTICA		Tubulencias en el velo Embozamiento embudo	Embozamiento embudo Encorronadas	Vellosidad		
Rugosidad Sección transversal Rizado μ fibra/fibra	COHESIÓN	Forma de la tela	Desenrollado de la tela Embozamiento del embudo Caída del velo	Embozamiento embudo Plegado	Baja resistencia de la mecha	Encorronadas Roturas Vellosidad	Roturas Vellosidad
Rugosidad μ fibra/fibra μ fibra/goma	ADHESIÓN			Depósitos Embozamiento embudo Encorronadas Plegado		Encorronadas	
	LUBRICIDAD	Facilidad de apertura	Encorramiento en la bota Neps			Estirado irregular (gatas, neps)	
Naturaleza química	TENACIDAD PELICULA DE ACEITE					Polvo blanco Plastificación fibra Roturas.	

OPERACIONES BÁSICAS DE HILATURA

Looney (5), ha demostrado que cuando el esfuerzo de cardado disminuye, la individualización de los haces de fibras es mejor, la tendencia a formar neps disminuye, mejora la regularidad de cintas, mechas y en definitiva la calidad del hilado. Este principio es válido tanto en hilatura de anillos como de rotor. Fig. 43 y 44.

La fuerza necesaria para abrir los haces de fibras entre los chapones y la bota, se mide con un aparato desarrollado por Artzt & Schreiber (13), el cual puede situarse a lo largo de la zona de trabajo de ambos órganos. Los resultados indican que el esfuerzo de cardado es menor a medida que avanza la fibra en la zona de cardado. Es precisamente a partir de esta información que algunas productoras de fibras han desarrollado ensimajes con propiedades friccionales que permiten disgregar las fibras óptimamente en beneficio de la calidad del hilado. Looney (5) concluye que para cardar fibras en máquinas de alta producción, son necesarios ensimajes con un bajo coeficiente de fricción.

Figura 43. Influencia del esfuerzo de cardado sobre la irregularidad de cintas, mechas e hilos de continua de anillos. Poliéster 100%

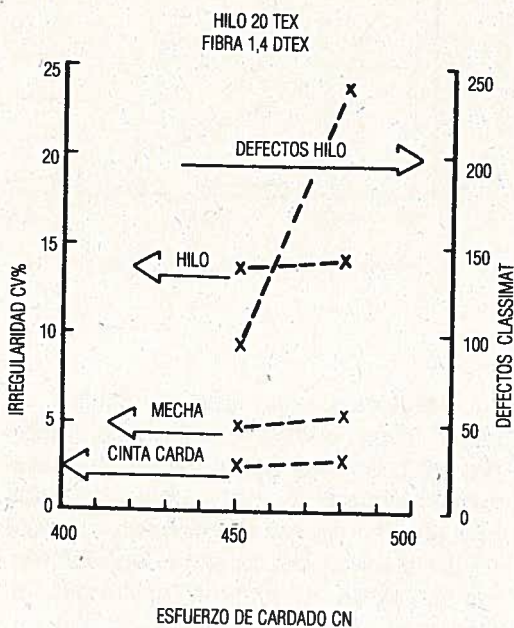
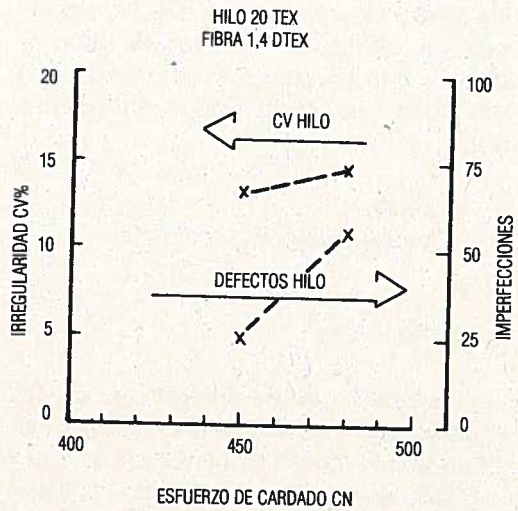
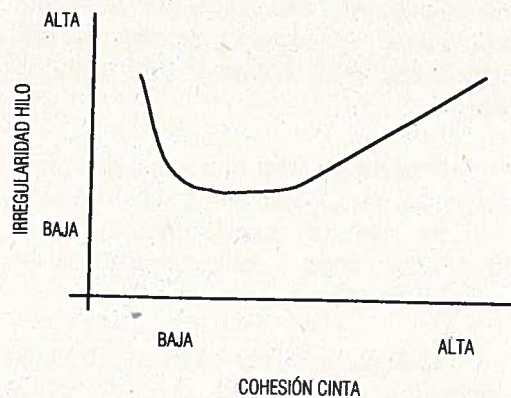


Figura 44. Influencia del esfuerzo de cardado sobre la irregularidad de hilados de Rotor. Poliéster 100%



La cohesión de la cinta y la calidad del hilado son dos factores altamente relacionados. Cintas con bajos índices de cohesión permiten un estirado más uniforme y por lo tanto se obtiene hilados de mayor regularidad. Sin embargo la cohesión no puede disminuir hasta el punto que las fibras no se puedan controlar bien en el estirado formando borras y encorronadas. Fig. 45

Figura 45. Influencia de la cohesión de la cinta sobre la regularidad del hilado



2.4. FACTORES DE OBTENCIÓN

Esta parte trata de los parámetros de las fibras relacionadas con las condiciones de obtención (cultivo y/o producción) y que afectan a la procesabilidad del fluido de fibras. Estos parámetros son:

- Limpieza
- Consistencia y Presentación

2.4.1. Limpieza

La presencia de impurezas en las fibras obliga a realizar tratamientos enérgicos en el proceso de hilatura (apertura y cardado especialmente) que pueden provocar un incremento de neps, rotura de fibras y disminución de su resistencia. Los principales trastornos que producen las impurezas son:

- Incremento de las borras y desperdicios
- Incremento de la irregularidad
- Incremento de los defectos
- Roturas en hilatura

El tipo de impurezas que presentan las fibras depende de su naturaleza y forma de obtención, siendo esta última la más importante.

En el algodón, la cantidad y tipo de impurezas depende de las condiciones de cultivo pero especialmente de la tecnología de recolección y desmotado. Las impurezas más comunes del algodón son:

- **Materia vegetal** (tabaco, pajas, etc). Provoca perturbaciones en el estirado, roturas hilatura, ensuciamiento de la guarnición, neps y contaminación de los hilos. (Fig. 46)

- **Materia mineral** (arenas). Produce depósitos y un rápido desgaste de la maquinaria. Parámetro especialmente crítico en hilatura de rotor. (Fig. 47)

Figura 46 Influencia de la cantidad de materia no hilable sobre las roturas en hilatura de Rotor

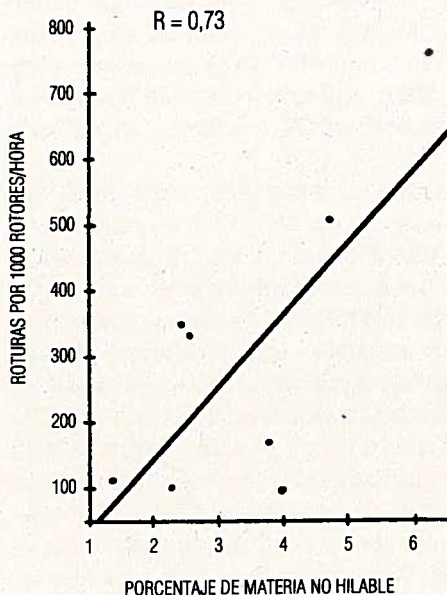
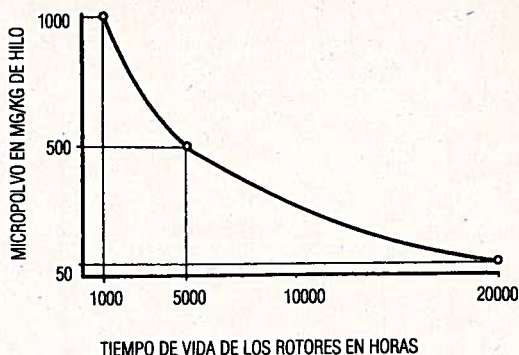


Figura 47. Influencia del contenido de micropolvo sobre el desgaste de elementos en hilatura de Rotor



- **Materias extrañas** (partículas de metal, trozos de tejido, restos de cordelería, etc.). Son las que producen los trastornos más graves. Las partículas metálicas pueden provocar incendios o rotura de las guarniciones mientras que los restos de tejidos y cordelería (polipropileno), frecuentemente son difíciles de eliminar

una vez incorporados a la estructura del hilo, afectando a su aspecto.

- **Fragmentos de fibras** (partículas de fibra en forma de **micropolvo**). Desgaste de las máquinas, irregularidad, defectos, roturas. Embozamiento de las instalaciones de acondicionamiento de aire (filtros). Contaminación del medio ambiente y problemas de salud en los operarios.

- **Dust:** Está formado por partículas pequeñas y microscópicas de varias sustancias, que son transportadas por el aire a grandes distancias.

De acuerdo con el sistema de clasificación establecido por el "International Comitee for Cotton Testing Methods", podemos distinguir los siguientes tipos o clases:

Trash	alrededor de 500 micras
Dust	de 5 a 500 micras
Microdust	de 15 a 50 micras
Beathable Dust	menos de 15 micras

El Microdust está formado por fragmentos de fibras y tabaco en un 50-80%, tierra y arenas entre un 10 y un 25%, materias solubles en agua de un 10 a un 25%. La alta proporción de fibras en el microdust significa que la mayor parte de este defecto se origina durante el proceso de hilatura.

Problemas creados por el Dust:

- Stress en el personal de fábrica
 - molestias en los ojos
 - alergias
 - molestias en las vías respiratorias
- Problemas medioambientales
 - ensuciamiento de filtros
 - depósitos en máquinas
- Efectos sobre el hilo
 - deterioramiento de la calidad
- Efectos negativos sobre la maquinaria
 - problemas en rodamientos y transmisiones
 - incremento de la irregularidad
 - incremento de las roturas
 - envejecimiento de las máquinas (rotores)

En el caso de las fibras químicas las principales impurezas son:

- **Fibras pegadas:** Son fibras que se han pegado antes de su coagulación o solidificación. Su presencia en cantidades superiores a las normales, produce un incremento de las roturas en hilatura.

- **Fibras muertas:** Son partículas de fibras de unos 3 o 4 mm de longitud que no se han podido hilar correctamente y se han separado de las fibras. Su presencia y especialmente su variación de tamaño produce una pérdida de la resistencia del hilado y favorece la aparición de defectos tipo moiré. Defecto especialmente crítico para la hilatura a rotor.

Habida cuenta de la importancia de este parámetro, especialmente en hilatura a rotor, las productoras de viscosa, Thomas (6), clasifican las impurezas de acuerdo con el número de partículas por cada 50 gramos de fibras.

El tamaño de estas partículas oscila entre 0,1 y 1,5 mg. Para que el nivel de roturas sea igual o inferior a 30 por 1000 rotores/hora, se recomienda que el nivel de impurezas no supere la 5 ppm, especialmente para hilados de títulos comprendidos entre 20 y 24 Nc. Para títulos más gruesos del orden de 10 a 12 Nc, el nivel de impurezas puede llegar hasta 10 ppm.

2.4.2. Consistencia y Presentación

Los factores relacionados con este parámetro son:

- Grado de apertura de la fibra
- Densidad de la bala

a) El **grado de apertura** de la fibra tiene una gran importancia dado que según sea éste, el proceso de apertura deberá ser más enérgico o suave.

Una apertura excesiva de las fibras producirá problemas de alimentación a los silos de las cardas por exceso de volumen,

falta de peso y consistencia. Una apertura inadecuada de la fibra producirá una tela de batán irregular y embozamiento de las conducciones neumáticas del tren de apertura. Una fibra insuficientemente abierta presentará más dificultades a ser cardado con los consiguientes problemas.

b) Balas con **densidad** desigual producen trastornos en el proceso de apertura, especialmente en las abridoras-fresadoras, e indirectamente a las propiedades físicas de las fibras.

3. CONCLUSIONES

El comportamiento del flujo de fibras durante el proceso de hilatura es función de las fuerzas friccionales que allí actúan. En este complejo fenómeno de deslizamiento intervienen factores relacionados con la naturaleza de las fibras (geometría de las fibras, naturaleza química y parámetros de obtención), con la naturaleza de las máquinas (geometría, naturaleza química) y con su ajuste (velocidades, presiones, etc). Siendo los ensimajes y el ajuste de la maquinaria los que mayor importancia tienen en el buen funcionamiento del proceso.

La marcha del proceso de hilatura es correcta cuando existe un equilibrio dinámico entre todos los factores anteriormente citados. Las causas que motivan los principales trastornos son varias y normalmente no se deben únicamente a una sola circunstancia.

4. BIBLIOGRAFÍA

- (1) TAMAS, H. Optimal use of preparation machines and effects on quality. Melliland Textilberichte. 9/77, 701-705.
- (2) ARTZ, P., SCHENAK, A. & Al Ali, R.. Methods of achieving better exploitation of raw material in the cotton spinning mill. Textilpraxis International 5/80, 530-537.
- (3) MARSAL, F. & CARRERA, E.. Influencia de los parámetros de las fibras sobre su hilabilidad en la hilatura algodonera. Report Hispano Química S.A. 1989.
- (4) DEUSSEN, H.. Reflexiones sobre la importancia del algodón para las nuevas tecnologías de hilado. Schlathorst Dokumentation num 10 1985.
- (5) LOONEY, F.S.. Engineering of polyester fibers for modern spinning systems. Tomorrow's Yams. UMIST 26 June 1984 Pag: 48-90.
- (6) THOMAS, P.R.. Yam productions methods- A Fibre Producers View- Tomorrow's Yams UMIST 26 June 1984 Pag: 91-110.
- (7) KLEIN, W.. The Technology of Short-staple Spinning Manual of The Textile Technology Short-staple Spinning Series. The Textile Institute. 1987.
- (8) DEBRUYERE, L. Les files des fibres de demain. L'industrie Textile Num 1148 Octobre 1984. Pag: 891-897.
- (9) Teijin Ltd Technical Information. 1970.
- (10) MARSAL, F. Fenómenos Reológicos en Hilatura. Tesis Doctoral UPB, 1978.
- (11) MORTON, W.E. & HEARLE, J.W.S. Physical Properties of Textile Fibres Hinemann. London 1975.
- (12) KLEINHEINS, S.. Entscheidungshilfen für die Auskahi der optimalen Polyester-Faser Melfiand Textilberichte, 1986, 1986, num 4, Pag: 219-223.
- (13) ARTST, P. & SCHREIBER, O.. Determination of the dependence of carding forces on high production cars at rates above 30 Kg/h Melfiand Textilberchte. 1974 num 4 Pag: 317-232.

IV.6. ESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA TEXTIL. COMPETENCIA DE LAS FIBRAS QUÍMICAS

ENRIC CARRERA GALLISSÀ

1. INTRODUCCIÓN.

Cuando entramos en una tienda y compramos una prenda de vestir, estamos cerrando el ciclo del proceso textil que empezó por ejemplo en el cultivo y recolección del algodón y terminó en la venta al detalle de la prenda confeccionada. Atrás queda un largo y complicado proceso industrial que incluye tareas agrícolas y/o ganaderas como es el caso de las fibras naturales (algodón/lana), complejos procesos químicos (producción de fibras químicas), además de los correspondientes procesos típicamente textiles de hilatura, tisaje o tricotado, tintura, estampado, acabado y confeccionado, con los correspondientes y a veces tortuosos circuitos comerciales.

Con frecuencia se asocia exclusivamente al textil con el vestir, sin embargo, no todos los artículos textiles que se producen se utilizan para cubrir el cuerpo humano.

El sector de los "Textiles Industriales", por ejemplo, ha experimentado en los últimos años una expansión y desarrollo espectacular (filtros, lonas, cuerdas, redes, pañales, etc) (ver figura 1). El sector de la automoción consume también una gran cantidad de productos textiles (tapicerías, rellenos, refuerzos de neumáticos, cinturones, etc).

No menos importante es el llamado "Textil Hogar" (sábanas, toallas, mantas, cortinas, tapicería), tan sólo por poner un ejemplo diremos que en un hogar medio español se calcula que hay unos 300 Kg de textil, de los cuales por cierto el algodón ocupa una parte importante (ropa blanca).

He ahí pues, la gran importancia que tienen el sector de la automoción y de la construcción en el consumo de productos textiles.

Realizada esta puntualización y teniendo en cuenta que los textiles industriales se realizan fundamentalmente con fibras químicas, vamos a realizar una descripción de la industria textil considerando exclusivamente la vertiente de la producción de prendas de vestir. Dado que la mayoría del textil hogar (sábanas, mantas, toallas, etc) requiere una breve operación de costura, lo incluiremos también y a efectos prácticos como prendas de vestir.

Podemos decir que la industria textil está formada por una serie de sectores interrelacionados constituyendo cada uno de ellos una fase del proceso global que va desde la fibra hasta el producto acabado. Cada uno de estos sectores tiene unas características y economías de escala muy diferentes que conviene conocer para comprender la problemática de esta industria.

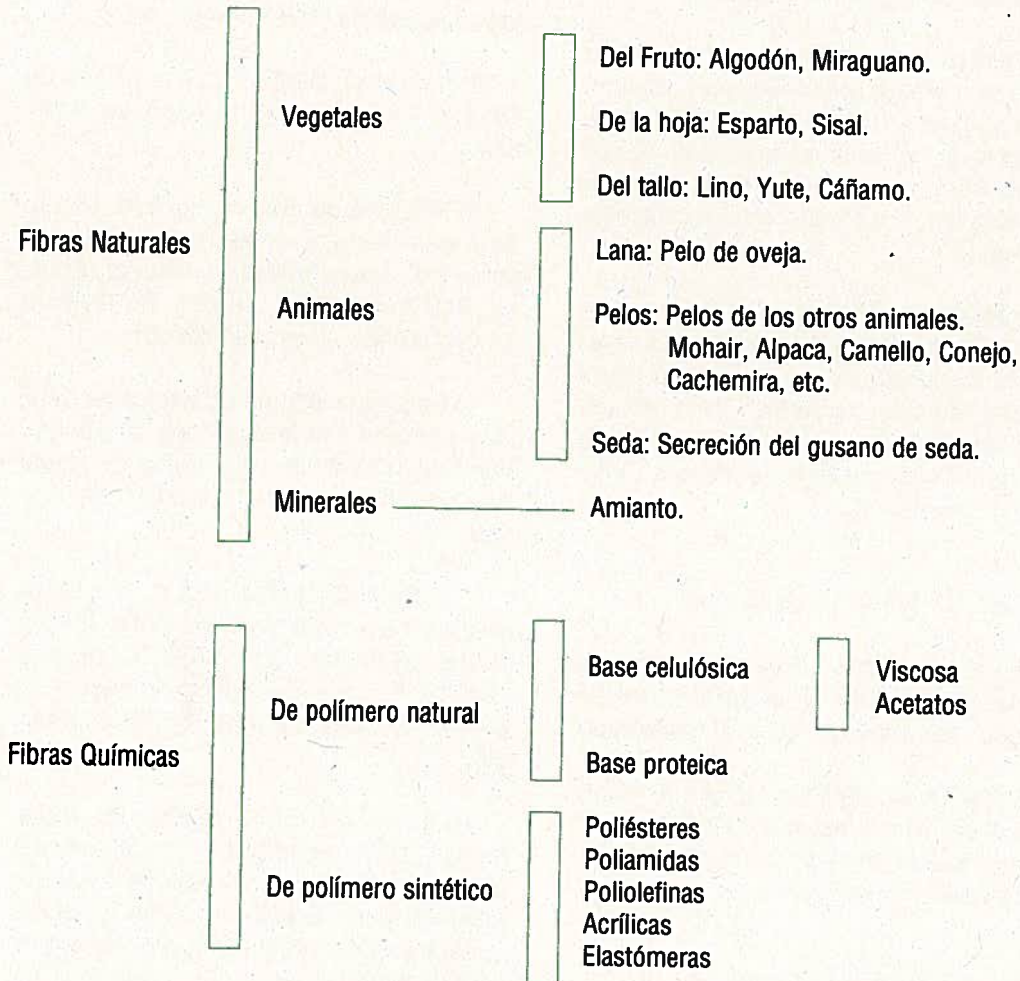
Figura. 1. Textiles industriales

Piezas moldeadas	Piezas recogedoras y protectoras	Protección corporal	Textiles para la industria	Textiles filtrantes	Textiles para embalaje	Geotextiles	Textiles para medicina	Textiles para transportes	Protección anti-térmica para la industria	Textiles militares
Automóviles	Redes de pesca	Cascos	Esmerilar por muelles	Polvo	Sacos abiertos	Drenaje por tubos	Empastos - tela superior	Botes	Cintas empaquetadoras	Redes de camuflaje
Botes	Redes para antenas	contra calor	- cintas	Líquidos	- estancos	- esteras	- tela inferior	Lonas	Centrales de energía	- sin hojas
Aviones	Redes para fines agrícolas	contra frío	- hojas	Filtro de papel (materia de base)	Redes tubulares - pan	Protección contra la erosión - del viento	Vasos sanguíneos	Cintas transportadoras	Cohetes	- con hojas
Cascos	Redes de protección para construcciones	contra heridas por sierras/cuchillas	Cintas adhesivas	Esteras colectoras de aceite	- frutas	- de la arena	Diálisis	Tejidos reforzantes para neumáticos	Asbesto	Sacos de arena
Mastiles - Banderas - Faroles - Semáforos	Minería	contra radiaciones	Esteras colectoras de aceite	Cubrimiento de tejados	- carne	Consolidación - construcción de carreteras	Sustitutivo de yeso	Tubos de ventilación	Protección contra microondas	Bolsa de aire
Aspas - molinos de energía eólica	Desprendimiento de piedras	Chalecos a prueba de balas	Cubrimiento de tejados	Envés de alfombras	- arboles de Navidad	- ferrocarriles	Vendajes	Redes para automóviles	Bolsa de aire	Bolsa de aire
Volantes de impulsión	Containers	Protección contra metrallas	Envés de alfombras	Marquesinas	Redes para paletizado	- sacos de arena	Redilax	Calefacción de asientos	Cohetes	Cohetes
Estructuras sandwich	Protección contra el viento	Escafandra	Transparentes	Transparentes	Redes para paletizado	- sacos de hormigón		Cadenas antideslizantes		
	Paranieves	Antideslizantes				- bolsas de hormigón		Estructuras sandwich		
	Antideslizantes	Chalecos reflectantes de aviso				hormigón		Cubrimiento de containers		
	Protección solar					Semillas de hierba		Velas		
	Redes de camuflaje					Textil de calefacción para plantas				
	Redes para automóviles (rejillas/autocar)					Antiacústicos				
	Recogedor de hierba					Cubrimiento de invernaderos				
	Cortinas protectoras contra metrallas					Protección de taludes				
						Filtros solares/redes de sombra				
						Afirmado de orillas				

2. ESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA TEXTIL

2.1. FIBRAS

Las fibras textiles pueden clasificarse de la siguiente forma:



Mientras que la producción de fibras químicas es intensiva en capital y en materias primas, las fibras naturales, en cambio, lo son en tierra.

El proceso de obtención de la fibra de algodón ha sido tratado ampliamente en otras clases de este curso, por este motivo lo obviaremos. Por lo que se refiere a la lana, se tratará brevemente al describir los procesos de hilatura laneros (2.2.1.1. b).

Las fibras químicas son macromoléculas lineales cuyo proceso de producción es largo y complejo. Como materias primas que utilizan productos naturales como la celulosa o bien derivados del petróleo.

Una vez obtenido el polímero, la conversión en fibra textil puede realizarse por medio de tres sistemas distintos según sea la fibra.

a) **Hilatura en seco:** El polímero se disuelve en una solución, ello permite que en estado líquido pase a través de una hilera y adquiera forma de fibra. A la salida de la hilera el disolvente se evapora por acción de una corriente de aire, quedando el polímero en forma de fibra nuevamente en estado sólido. (Acetatos, acrílicas).

b) **Hilatura en húmedo:** El polímero en estado líquido pasa a través de una hilera situada en el interior de un baño de coagulación. Al salir el polímero líquido por la hilera, éste coagula adquiriendo la forma de fibra en estado sólido. (Viscosa, Acrílicas).

c) **Hilatura por fusión:** El polímero se funde por aplicación de calor. Una vez en estado líquido pasa a través de la hilera adquiriendo la forma de fibra. Una corriente de aire enfría el polímero a la salida de la hilera, solidificándose. (Poliéster, Poliamida, Poliolefinas).

2.2. SECTOR TEXTIL DE CABECERA

El sector textil de cabecera incluye aquellos subsectores que transforman las fibras en tejidos listos para su confección.

El sector así definido incluye la manufactura del hilo, el tisaje y las operaciones de ennoblecimiento textil (tintura, estampado, apresto y acabado).

2.2.1. Manufactura del hilo

2.2.1.1. Hilatura

Existe una división muy clara según sea el tipo de fibras que procesen. Habitualmente se clasifican en:

a) **Hilatura de sistema algodonero.** Procesa fibras de algodón y sus mezclas (Poliéster/Algodón, Algodón/Viscosa, Acrílico/Algodón, Poliéster/Viscosa, Acrílico/Viscosa y cada una de estas fibras al 100%, hasta una longitud de fibra de 60 mm.).

Produce hilados para género de punto, tisaje de calada y costura.

Los hilados pueden obtenerse por dos procesos distintos:

1: cardado: Hilados gruesos y medios hasta 19 Tex (jeans, sábanas, ropa de trabajo, género de punto interior, etc.)

2: peinado: Hilados medios y finos de 19 a 5 Tex, (camisería, espesas finas, etc).

b) **Hilatura de sistema lanero.** Procesa fibras de lana, pelos y mezclas con fibras químicas (Poliéster, Viscosa, Acrílico, Poliamida, Polipropileno). Se divide a su vez en tres sistemas distintos:

1: Estambre (figura 2): Exclusivo de la lana peinada. Gama de títulos 13-50 Tex. Fundamentalmente para trajes de caballero y género de punto exterior de calidad.

2: Semi-Estambre (figura 2): Lana, pelos y fibras químicas de corte lanero. Gama de títulos: Hasta 100 Tex (puede llegarse a 50 Tex). Hilados gruesos para género de punto exterior (sport), mantas, etc.

3: Lana de carda (figura 2): Lana, pelos y fibras químicas de corte adecuado. Gama de títulos: 60-160 Tex. Hilados gruesos para tejido de punto y tisaje, especialmente usado para novedades de señora (lanería).

c) **Hilatura de fibras duras.** (figura 3). Hilatura de fibras naturales vegetales que no sean algodón. Lino, yute, cáñamo, esparto, sisal, etc. (El lino puede hilarse también en el proceso de hilatura algodonero). Normalmente se producen hilados para cordelería, decoración y artesanía.

d) **Hilatura de fibras de recuperación.** (figura 4). Gama de títulos: Gruesos hasta 35 Tex. Utiliza fibras varias obtenidas de la recuperación de tejidos usados, retales, etc. El proceso de hilatura es muy

ESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA TEXTIL. COMPETENCIA DE LAS FIBRAS QUÍMICAS

Figura 2. Procesos de hilatura laneros.

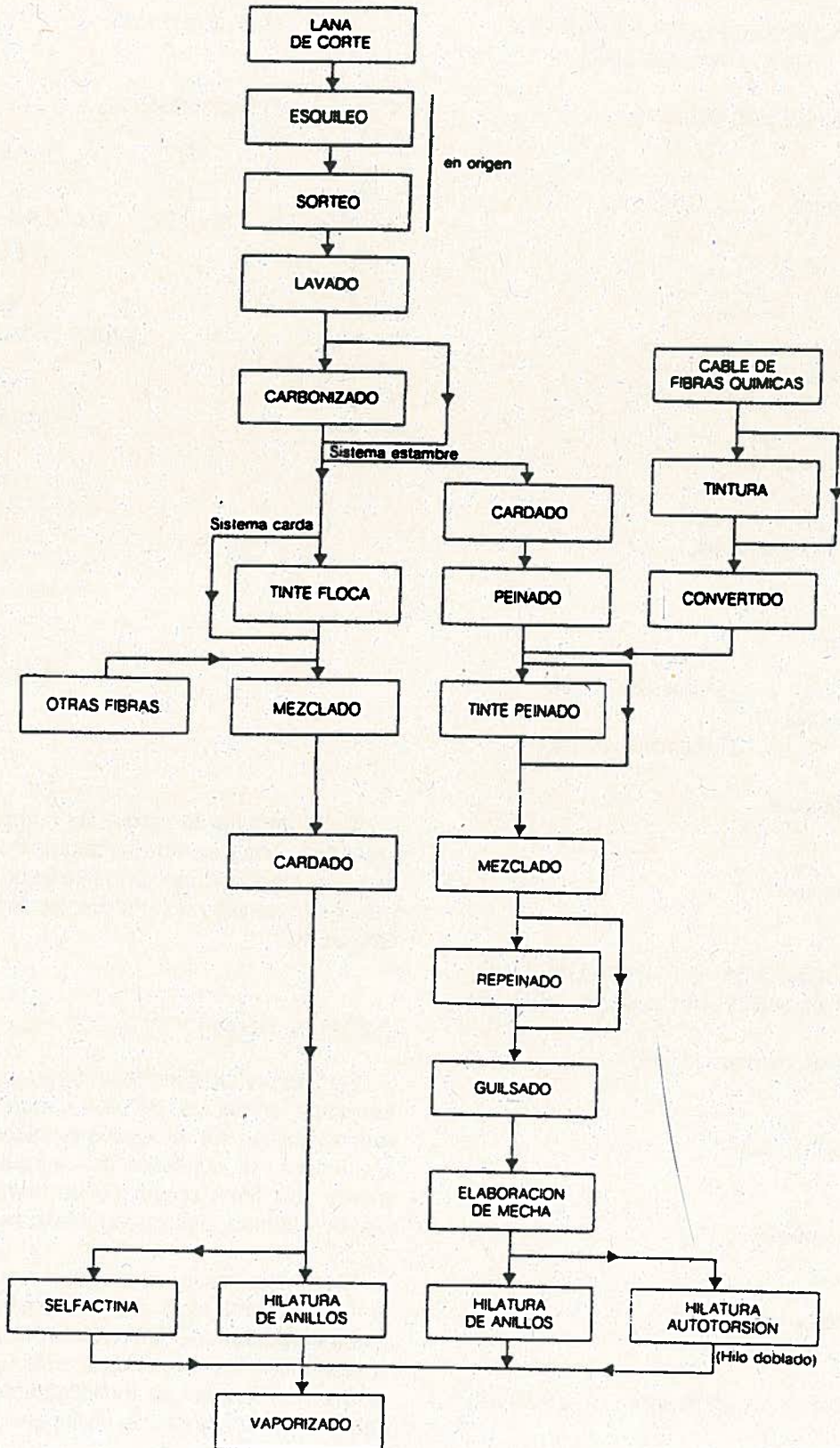


Figura 3.a. Procesos de hilatura de fibras duras.

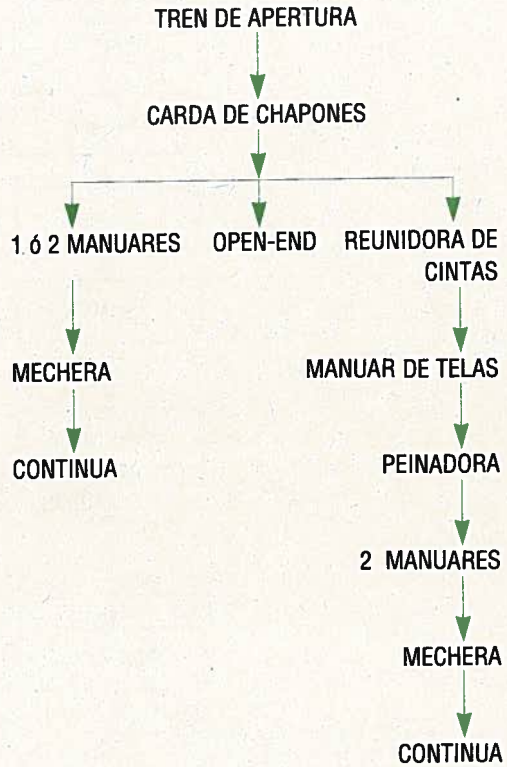
PROCESO ESPECIFICO PARA LA HILATURA DEL LINO



PROCESO DE HILATURA DEL LINO POR EL SISTEMA DE LANA PEINADA



Figura 3.b. Proceso de hilatura del lino por el sistema algodonero.



similar al de lana de carda, sin embargo, en la actualidad se está sustituyendo por proceso algodoneros cortos (cardado, a veces sin manual) con máquinas de hilar Open-End.

2.2.1.2. Texturado

Operación consistente en tratar multifilamentos continuos de fibras químicas termoplásticas con procesos térmicos y/o mecánicos. El resultado es un multifilamento que tiene un rizado permanente, mayor volumen, elasticidad y textura.

Esta operación la pueden realizar tanto las productoras de fibras químicas como empresas manipuladoras especializadas en realizar únicamente esta operación que compran el multifilamento sin texturar a productores de fibras químicas.

**ESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA TEXTIL.
COMPETENCIA DE LAS FIBRAS QUÍMICAS**

Figura 3.c. Proceso de hilatura del yute.

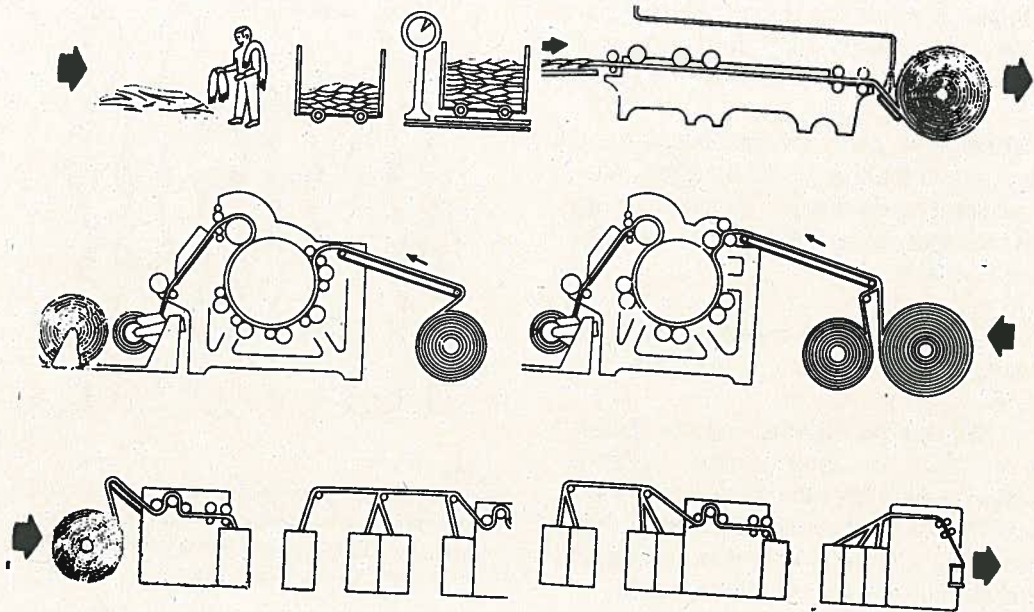


Figura 4. Procesos de hilatura de fibras de recuperación.

LANA CARDADA

PREPARACIÓN A LA HILATURA



2.2.2. Manufactura del tejido

En la industria textil, se da el nombre de **tejido** al resultado del enlace ordenado de uno o varios hilos, formando una lámina resistente, elástica y muy flexible.

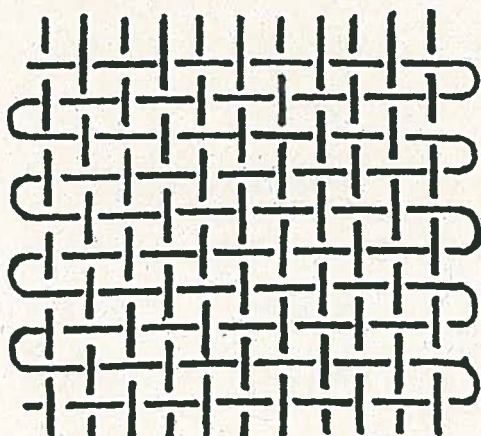
El conjunto de operaciones que tiene lugar para la fabricación de un tejido, recibe el nombre de **tisaje**. También se da este nombre a las fábricas o talleres donde se teje.

Los tejidos pueden clasificarse en dos grandes grupos:

a) **Tejidos de calada**: Género obtenido en forma de lámina más o menos resistente, elástica y flexible, mediante el cruzamiento de dos series de hilos, una longitudinal (llamada urdimbre) y una de transversal (llamada trama) (figura 5).

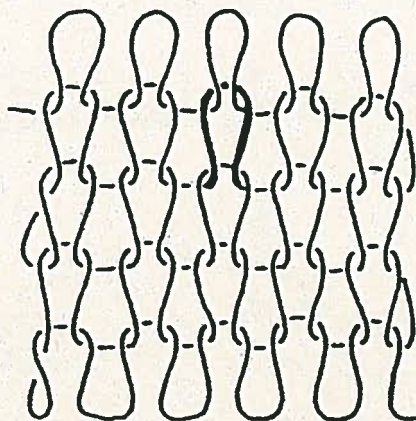
b) **Tejidos de punto**. El resultado del enlace de un solo hilo o bien una serie de hilos formando mallas. Se obtiene también una lámina plana pero mucho más elástica que el tejido de calada (figuras 6).

Figura 5. Tejido de calada



Clásico tejido plano. Los hilos verticales pasan alternativamente por arriba y por abajo de los de la trama (horizontales)

Figura 6. Tejido de punto



El más clásico y sencillo de los tejidos a una sola cara. El hilo va haciendo unos bucles que, entrelazados entre sí, forman el tejido. La porción de hilo señalado más grueso es una malla, y la que hay entre dos mallas consecutivas es una entremalla.

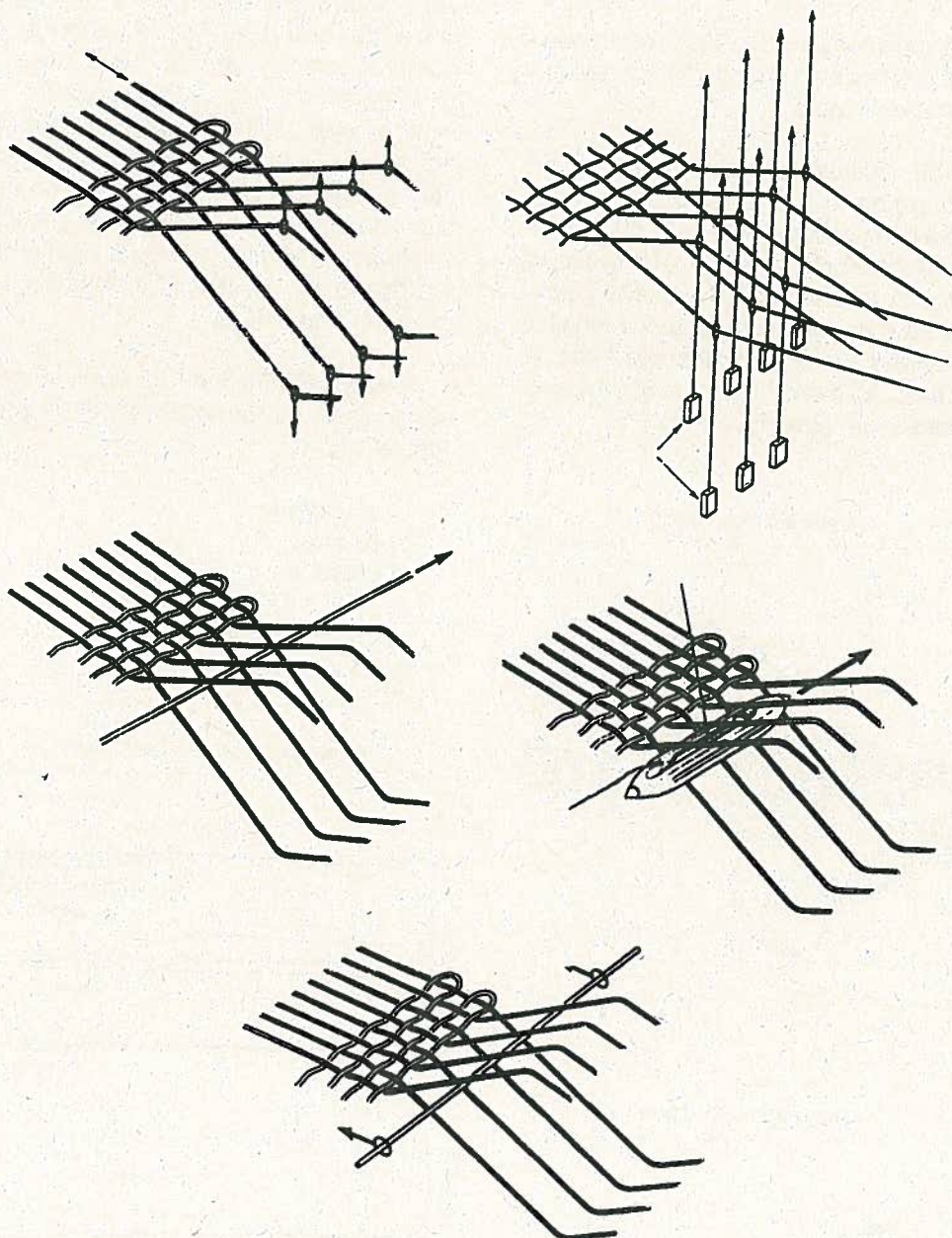
2.2.2.1. Tisaje de calada

2.2.2.1.1. Descripción de un telar de calada

El funcionamiento de un telar de calada es como a continuación se describe (figuras 7 y 8):

El plegador A, va desarrollando lentamente la urdimbre; ésta pasa por encima del guía-hilos B y por entre las varillas C, que tiene por objeto conservar el orden de los hilos. Cada hilo pasa por el ojete de una de las mallas de los lizos, parte de los cuales asciende mientras que los restantes quedan inactivos o descienden; de este modo los hilos quedaron de forma separada en dos planos, formando un ángulo diedro denominado calada, por el interior del cual pasa la lanzadera y deja una pasada. Seguidamente los lizos que habían ascendido, descienden, los que habían descendido, ascienden, cerrándose la calada y el peine movido por el batán, se acerca al tejido y empuja la pasada hasta dejarla al lado de las demás tal como indica la figura; luego retrocede el peine, se abre de nuevo la calada, vuel-

Figura 7. Esquema de una telar de calada.



ve a pasar la lanzadera y así sucesivamente. El tejido obtenido se arrolla en el plegador de tejido.

2.2.2.1.2. Operaciones realizadas en una empresa de tisaje

A continuación se describen brevemente las distintas operaciones previas y posteriores al tisaje:

Urdir: Operación que tiene por objeto la obtención de la urdimbre enrollada encima de un plegador a partir de un cierto número de bobinas de hilo. La urdimbre es un conjunto de hilos ordenados y arrollados de forma paralela, con una longitud predeterminada (1). Existen dos tipos de urdidores: a) directos (figura 8) y b) seccionales o de fajas (figura 9).

Figura 8. Urdidor directo

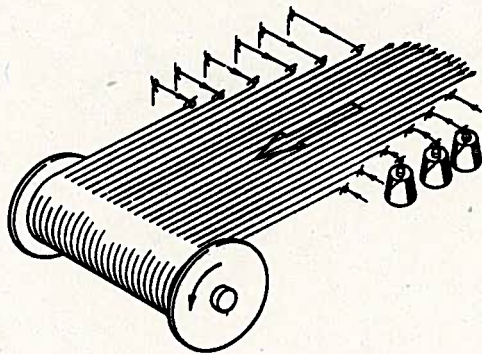
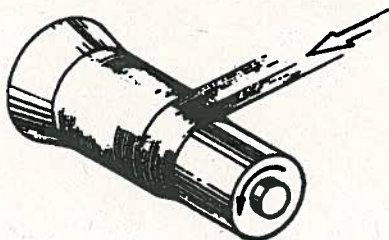


Figura 9 Urdidor seccional



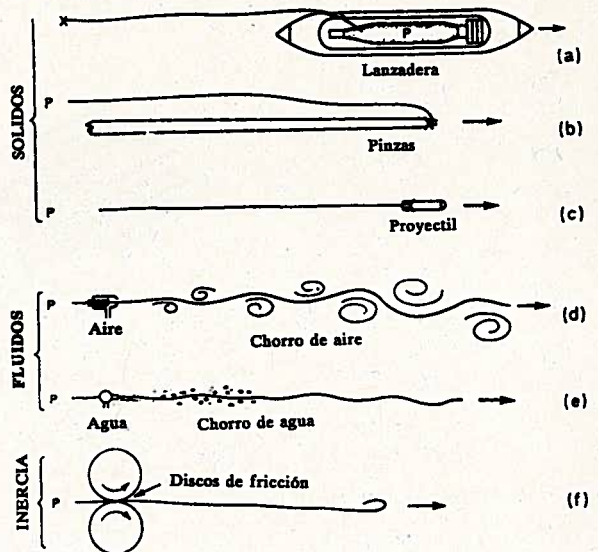
Encolar: Tratamiento de los hilos de la urdimbre con productos químicos. El objetivo es facilitar la operación de tisaje. Estos productos químicos han de ser fácilmente eliminables.

Pasar urdimbre: Operación que tiene por objeto pasar cada hilo de una nueva pieza de urdimbre por la plaquita del paraurdimbres y por la malla del lizo correspondiente (1). La operación se termina cuando los hilos pasar por el peine del batán. Si la urdimbre es del mismo tipo (número de hilos) y el remetido también, entonces la operación de pasar se sustituye por el anudado de la vieja urdimbre con la nueva, para ello se utiliza una máquina anudadora.

Tisaje: Operación de tejer. Existen varios sistemas de inserción de la trama (figura 10):

- a) lanzadera
- b) pinzas
- c) proyectil
- d) chorro de aire
- e) chorro de agua
- f) discos de fricción

Figura 10. Sistemas de inserción de trama.



Repasado (Inspección): Operación posterior a la tejeduría que tiene por objeto detectar los defectos que pueden tener los tejidos fabricados (1). Según los resultados de la inspección se clasificarán las piezas de tejido según niveles de calidad.

2.2.2.2. Tisaje de punto o tricotado

En los tejidos de punto tenemos dos tipos de estructuras básicas fundamentales:

a) **Tejidos de punto por trama:** Tejido formado por un solo hilo de longitud indefinida, que se enlaza consigo mismo (figura 11). El hilado servido en forma de cono por el hilador no requiere ningún tratamiento previo y puede ser consumido directamente, (el hilado destinado a tejido de punto ha sido previamente parafinado en hilatura).

b) **Tejidos de punto por urdimbre:** Tejido formado por una serie de hilos que se enlazan entre sí (figura 12). El hilado debe de urdirse con un urtidor parecido al descrito en 2.2.2.1.2., aunque el ancho es inferior.

Figura 11. Tejido de punto por trama

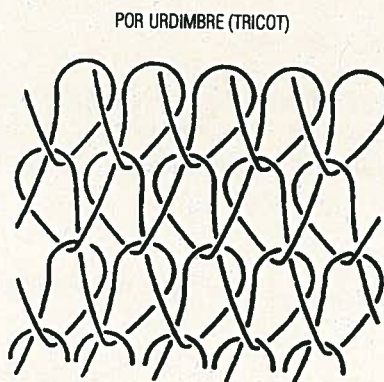
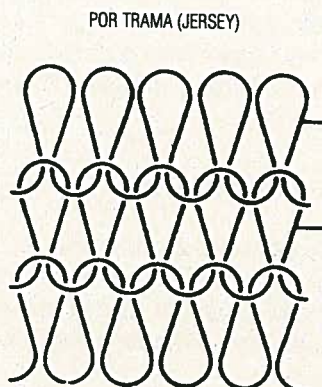
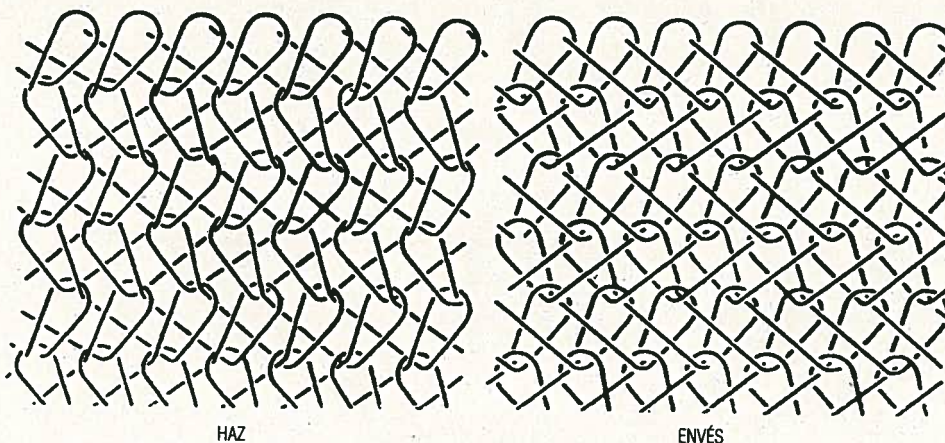


Figura 12. Tejido de punto por urdimbre.

OTRO: LIGADO POR URDIMBRE



A su vez las máquinas de tejidos de punto pueden clasificarse atendiendo al tipo de agujas de que están provistas, según sea el tejido producido, sea por trama o por urdimbre y según sean dichos telares, rectilíneos o circulares (ver figura 13 a y b).

2.2.3. Ennoblecimiento

Es el conjunto de operaciones físicas y químicas destinadas a dar al tejido el color, brillo, aspecto, tacto, cayente adecuados así como propiedades de uso (ver figura 14).

2.2.3.2. Tintura

a) **En floca:** Pueden obtenerse hilados de color en el mismo proceso de hilatura utilizando fibras teñidas previamente (en floca o en masa).

b) **En hilo:** El hilado puede teñirse en bobina antes de ser tejido con el fin de obtener efectos de color como listados, cuadros o dibujos especiales.

c) **En pieza:** El tejido puede ser teñido una vez manufacturado. En la mayoría de los casos la tintura se realiza en colores lisos. Pueden obtenerse efectos especiales utilizando diversos tipos de fibras que posean distintas reacciones ante los colorantes.

d) **En prenda:** Poco utilizado. La prenda es teñida una vez confeccionada en función de color que tiene más demanda. Ventajas en stocks, inconvenientes técnicos.

2.2.3.2. Estampado

En realidad se trata de una tintura local del tejido. Permite obtener dibujos sobre

Figura 13.a. Ciclo de formación de la malla de un telar de aguja de ganchillo.

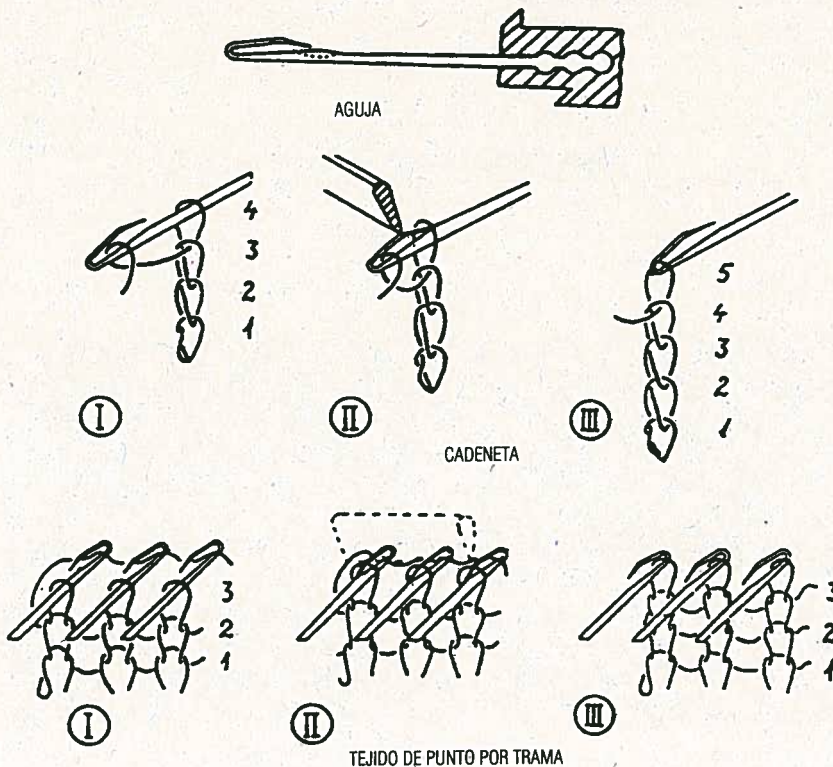
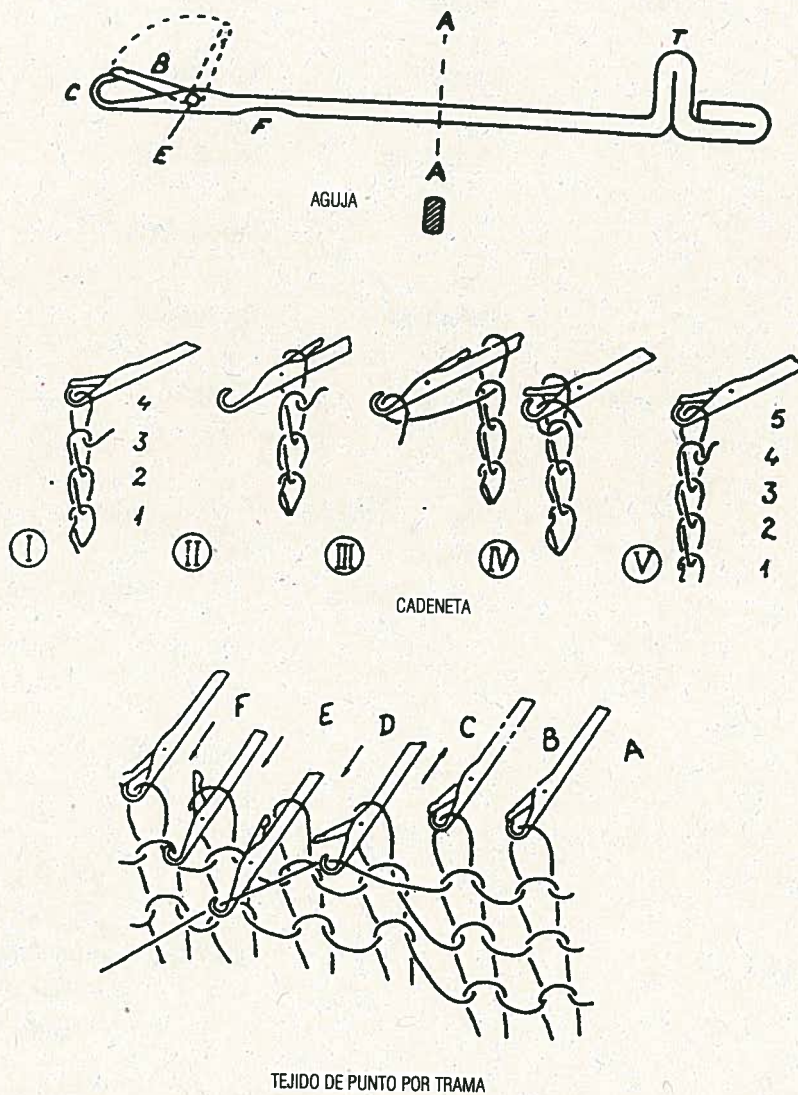


Figura 13.a. Ciclo de formación de la malla de un telar de aguja de ganchillo.



los tejidos mediante la aplicación de colorantes a través de plantillas de diversos tipos (planas o cilíndricas) o bien por la transferencia de un dibujo desde un papel a la superficie del tejido con la ayuda de calor.

2.2.3.3. Aprestado

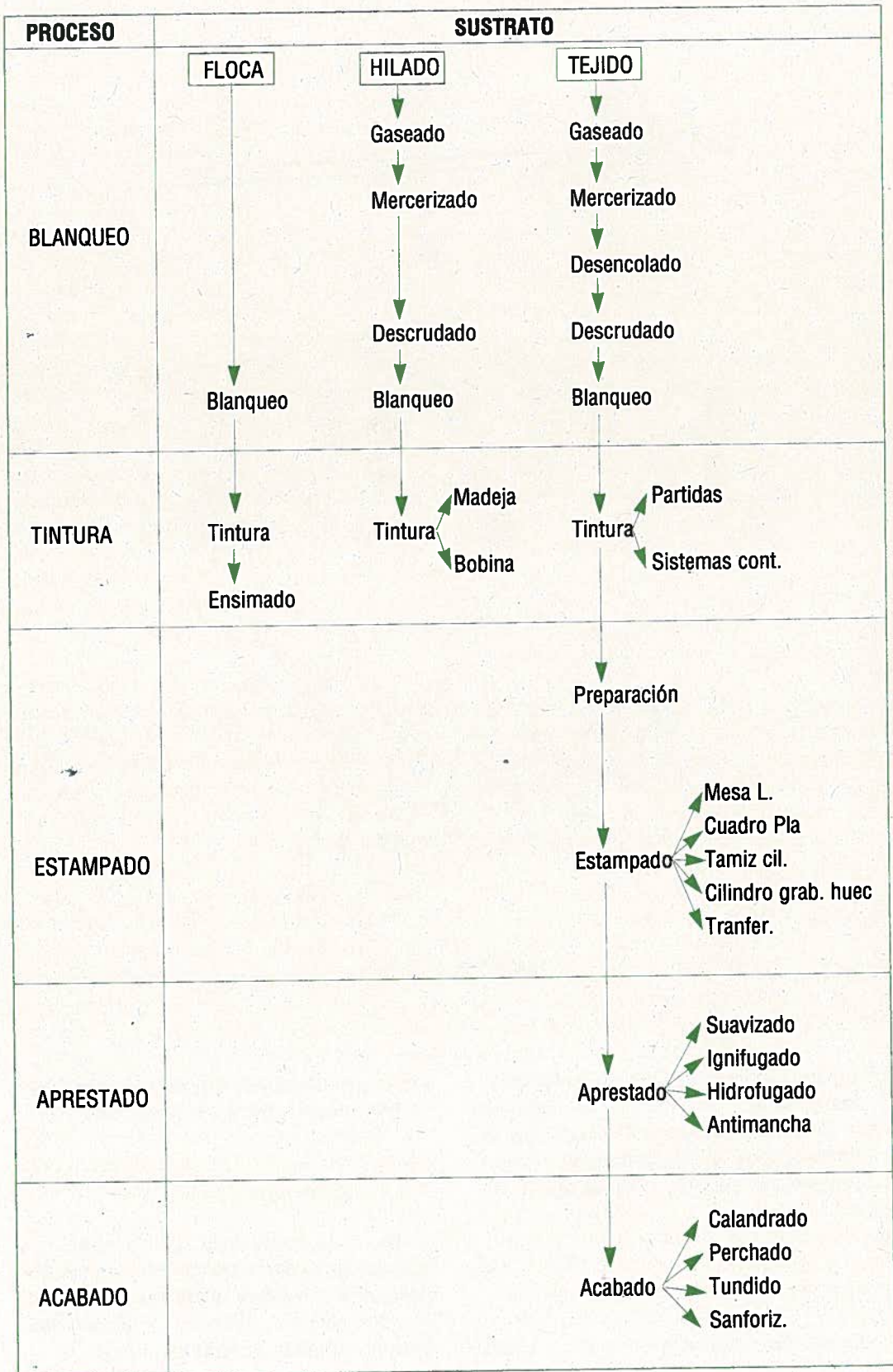
Operación destinada a conferir al tejido

unas propiedades de uso particulares (impermeabilizado, ignífugo, etc).

2.2.3.4. Acabado

Es el estadio final del proceso de manufactura. Se trata de una operación destinada a conferir al tejido una estabilidad dimensional, aspecto y/o tacto definitivos (perchado, sanforizado, etc).

Figura 14. Esquema del proceso de ennoblecimiento textil.



2.3. CONFECCIÓN

2.3.1. Generalidades

Uno de los objetivos de la industria textil es el vestir a la población. Para ello se establece un largo y complejo proceso que termina en la confección industrial.

Existen, sin embargo, notables diferencias entre la industria textil y la de la confección. Mientras que la industria textil ha sido descrita como intensiva en capital y materias primas, la industria de la confección es intensiva en mano de obra y materias primas. Otras características diferenciales de la industria de la confección son:

- Fuerte dependencia de la moda.
- Intensa manipulación de los materiales.

Se entiende por **confección industrial** la acción y efecto de fabricar prendas en serie, acorde con los dictados de la moda, para un público impersonal (2). En contraposición, la **confección a medida**, confecciona prendas individualmente adaptadas a las anatomías y los gustos de los usuarios. Como la confección industrial es una producción impersonalizada, y por tanto no admite el recurso de la prueba, es necesario un conocimiento del mercado, un estudio integral de la prenda, un gran esmero y perfecta sincronización de todas las operaciones que constituyen el proceso de fabricación.

Debido a las bajas necesidades de capital y a la diversidad de segmentos que cubre esta industria, la dimensión, variedad, productividad y nivel de sofisticación son muy diversos. Tal como se ha dicho anteriormente al describir la cadena existente entre las materias primas (fibras) y el consumidor, la industria de la confección es un nexo vital de ella, dependiendo de la industria textil suministradora y siendo dirigida por el consumidor final a través de sus demandas al detallista respecto a temas de la moda, calidad, servicio y valor, los cuales serán criterios de éxito en cualquier mercado.

A pesar de la gran influencia de la mano de obra en el coste de manufactura, la confección puede también ser competitiva en países de altos costes laborales mediante la aplicación de la tecnología y métodos de gestión modernos, los cuales pueden proporcionar alta productividad y/o rápida respuesta a las necesidades del mercado.

Uno de los principales problemas de la industria de la confección es que se encuentra al final de un ciclo textil excesivamente largo, mientras que su mercado, cada vez más competitivo, se ve influenciado por un factor de difícil control como es la moda y le exige una capacidad de respuesta muy rápida.

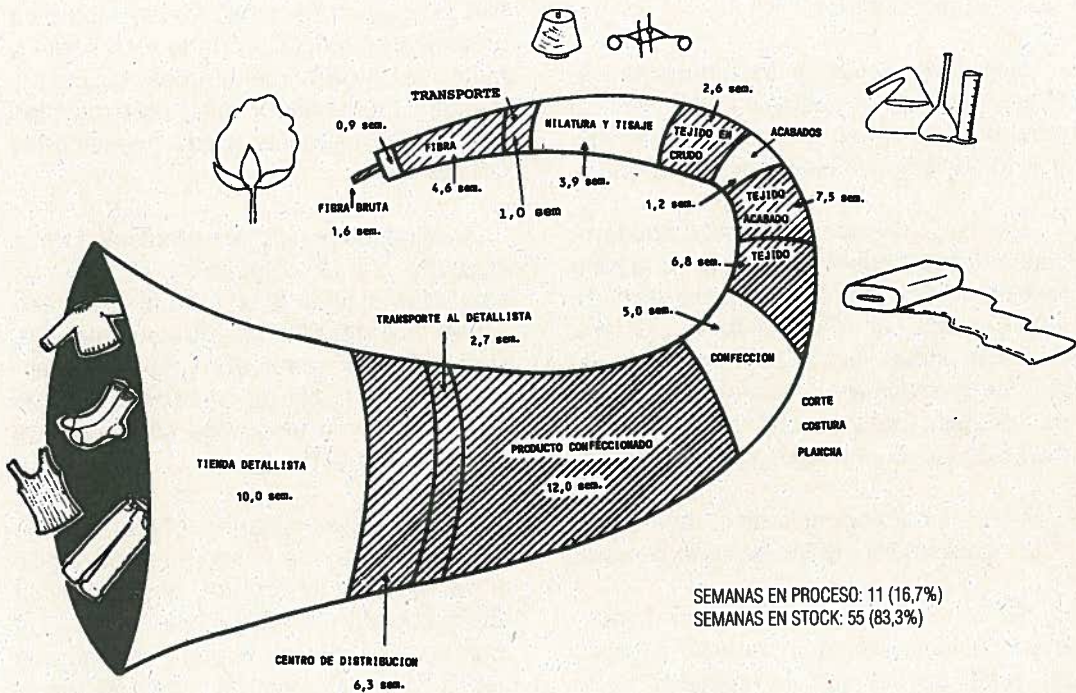
Un estudio reciente efectuado en EE.UU., indica que el tiempo transcurrido entre la recolección del algodón o la obtención de un vellón de lana, y el momento en que se compra una prenda hecha con estas materias, es de 66 semanas (figura 15).

De estas 66 semanas solamente 11 (16,7%) se destinan a la producción propiamente dicha y las 55 restantes (83,3%) corresponden a almacenamientos intermedios entre fases de producción, ya sea en almacén propiamente dicho o "en cursos" de fabricación.

Se considera que con las actuales tecnologías, este tiempo es susceptible de ser reducido a 45 semanas y todavía incluso a 21 semanas si se realizaran cambios profundos en la estructura de la empresa y utilizando tecnologías avanzadas. Para ello es absolutamente necesario que todo el proceso textil-confección disponga de un permanente sistema de información que permita tomar las decisiones necesarias a todos los niveles para dar respuesta rápida a las exigencias del mercado.

Los procesos y técnicas necesarias para alcanzar estos objetivos son el "Just in Time" (tiempo justo TJ) y "Quick Response" (rapidez de respuesta RR) (3).

Figura 15. Ciclo del proceso textil.



Estos dos conceptos constituyen las nuevas coordenadas de futuro de la industria textil en general y de la confección en particular. La disminución del tiempo de permanencia de los materiales en la empresa (JT) con todo lo que ello supone de reducción de capital circulante, va encaminado a una reducción del coste a través de menores intereses de capital.

La rapidez de respuesta (RR) supone llegar a satisfacer los deseos del cliente al instante, con objeto de no perder la venta y generando unas nuevas expectativas de venta.

Los factores clave que la aplicación de estos conceptos significarán para el éxito de la industria textil-confección, podemos reducirlos a cinco:

- Desarrollo de la creatividad y la moda.
- Desarrollo de nuevos sistemas de distribución y comercialización.

- Reducción de los plazos de entrega.
- Mejora en calidad.
- Disminución de precio.

2.3.2. Estructura de la empresa de confección industrial

La empresa de confección presenta, un área de gestión -administrativa y técnica- y un área de producción (figura 16). Dentro de esta última cabe distinguir una estructura funcional formada por:

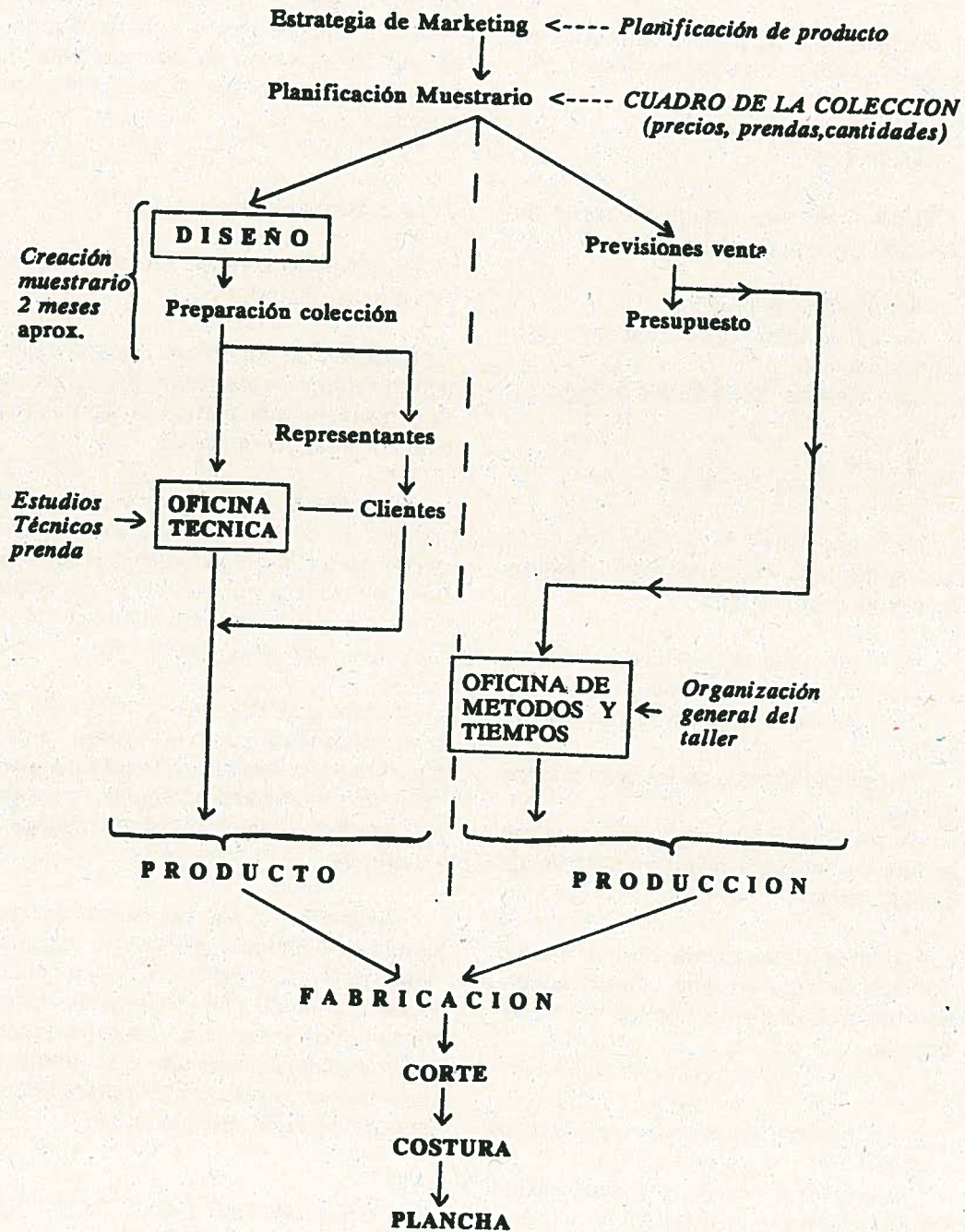
- Creación
- Oficina Técnica
- Oficina de Métodos y Tiempos

Y una estructura operativa formada por:

- Corte
- Costura
- Plancha

ESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA TEXTIL. COMPETENCIA DE LAS FIBRAS QUÍMICAS

Figura 16. Esquema de la empresa de confección.



2.3.2.1. Estructura funcional

diseños efectuados a partir del cuadro de la colección.

2.3.2.1.1. Creación

a) **El comité de creación:** Es el órgano responsable de aprobar o modificar los

b) **Diseño de prendas:** A partir de las indicaciones básicas del cuadro de la colección, el diseñador con su imaginación y las informaciones sobre tenden-

cias, realizará los diseños que conformarán dicha colección.

El diseño de las prendas de vestir se mueve bajo dos parámetros fundamentales:

- las materias primas
- las líneas

El diseñador presentará al Comité de Creación para su aprobación:

- los diseños efectuados.
- las especificaciones básicas que definen los mismos
- las muestras de los tejidos escogidos.

2.3.2.1.2. Oficina Técnica

Tiene por misión la preparación de la prensa para su industrialización. Realiza las siguientes misiones:

- 1ª: Primera estudiar la forma y dimensión de las prendas creadas.
- 2ª: Estudio de aprovechamiento del tejido.
- 3ª: Estudio técnico de las operaciones (fases).
- 4ª: Análisis y valoración de los tejidos en función del uso destinado y del nivel de calidad exigido.

La labor desarrollada por la Oficina Técnica derivará en gran medida la calidad del producto y las normas para conseguirla.

2.3.2.1.3. La oficina de métodos y tiempos

Si la Oficina Técnica estudia y define las características que tendrá la prenda - calidad y proyecto de diseño-, la Oficina de Métodos y Tiempos estudia y determina la forma más productiva de confeccionar la prenda. Por lo tanto, la Oficina de Métodos y Tiempos tiene por objeto el estudio, análisis y medición del trabajo que se tendrá que realizar para confeccionar la prenda. Realiza las siguientes misiones:

1ª: Estudio del puesto de trabajo.

2ª: Distribución de los puestos de trabajo en el taller en función de la prenda.

3ª: Estudio del movimiento de la prenda por los diversos puestos de trabajo, con el fin de que sea lo más uniforme posible.

2.3.2.2. Estructura operativa

Un taller de confección se divide en tres etapas operativas:

a) **Corte:** Su objetivo es cortar el tejido según el perfil de los patrones y prepararlo convenientemente para facilitar el trabajo en la sala de costura.

b) **Costura:** Su objetivo es montar la prenda, es decir, ensamblar las distintas piezas de tejido presentadas por corte. El unir unas piezas por medio de una costura es una operación de montaje complicada y muy supeditada al hombre.

Podemos definir la producción de prendas de vestir como el proceso de dividir un material flexible bidimensional -tejido- y unir las piezas obtenidas cosiéndolas para formar un producto tridimensional -la prenda-.

c) **Plancha:** Tiene por objeto dar a la prenda el aspecto necesario para su comercialización. Por tanto, el planchado incluye además del tratamiento físico-mecánico de la plancha, otra serie de operaciones finales para dar a la prenda la presentación adecuada (Plegado, Etiquetado, Embolsado, Encajado, etc.).

3. LOS COSTES DEL PROCESO TEXTIL. INFLUENCIA DE LA MATERIA PRIMA

Existen varios estudios sobre la distribución de los costes en el proceso textil. Es difícil adoptar alguno de ellos como modelo debido a las grandes diferencias entre los costes mano de obra y energía según los países. A pesar de ello todos

ESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA TEXTIL. COMPETENCIA DE LAS FIBRAS QUÍMICAS

acostumbran a mostrar unas tendencias parecidas en lo fundamental. Con todas las reservas y prudencia que este tema requiere mostraremos algunos datos orientativos.

Según Victor (1) el proceso textil de fabricación del tejido representa sólo el 15% del precio total de una prenda tipo, el de la confección es del 29%, mientras que el de la materia prima es sólo del 2%. Para calcular el precio de venta al público de esta prenda, el mismo autor propone multiplicar el anterior factor por 2,17. Si realizados los cálculos correspondientes veremos que en esta nueva situación la materia prima representa el 0,9%, el sector textil de cabecera el 6,9% y la confección el 13,4%.

Estos datos difieren ligeramente de los cálculos realizados por Zaldo (4), según el cual, si esta prenda nos ha costado por ejemplo, 6.000 ptas. en la tienda, la repartición proporcional será la siguiente:

- 3.000 ptas. para el comercio (50%).
- 1.500 ptas. para la marca (25%).
- 500 ptas. para accesorios y varios (8,4 %).
- 400 ptas para el confeccionista (6,6%).
- 600 ptas. para el tejido (10%).

Ello quiere decir que en ambos casos a la industria textil de cabecera le llega tan sólo un 6-10% de lo que paga el consumidor, final por prenda situada en el último eslabón de la cadena textil, y ello quiere decir que este porcentaje (600 ptas. en el último ejemplo) deben ser distribuidas entre hilador, tejedor, tintorero, acabador, vendedor, gestión de cobro, etc.

Esta excesiva distancia entre el sector textil de cabecera y el consumidor es quizás uno de los principales problemas con que se enfrenta la industria textil.

Tal como hemos visto en los casos anteriores, la materia prima tiene una participación muy baja en el precio de venta

de una prenda, sin embargo, tiene una notable incidencia sobre los costes de transformación en género textil (textil de cabecera).

Una materia prima de calidad permitirá realizar los procesos de hilatura y tisaje con mayor rendimiento (roturas en hilatura y paros en tejeduría), disminuirán las taras y las segundas calidades.

Especialmente interesantes son los estudios que sobre el respecto ha realizado el Profesor Dr. Egbers (5). Este autor demuestra que cuando se emplea una materia prima más cara (supongamos el caso de un algodón de 3 DM/Kg respecto a otro de 3,5 DM/Kg) las roturas de los hilos durante el tisaje se reducen de 1,8 a 0,7 por cada 20.000 pasadas.

De este modo aumenta el rendimiento en tisaje, así como la atribución de máquinas por tejedor, de modo que los costos de tisaje que se refieren exclusivamente a las roturas pueden reducirse de 0,68 DM/Kg para una batería prima barata a 0,355 DM/Kg para una materia prima cara. La utilización de ésta última en hilatura trae consigo un encarecimiento, es decir, que la reducción de costes por la reducción de roturas de hilos no ha podido compensar completamente los elevados costes de la materia. Si se considera tan solo la materia prima, los costos de hilatura y los de tisaje se comprueba que, el primer algodón más caro permite, evidentemente, conseguir una disminución de los costos de fabricación. La importancia es aún notable si se considera que no se han tenido en cuenta en el cálculo ni la mejora de funcionamiento del urdido y el encolado ni la mejora del porcentaje de segundas calidades, esto es, que la pequeña ventaja en los costos cuando se emplean en materias primas caras tendrá un efecto aún mucho más favorable cuando se tenga en cuenta todos los factores de los costes.

4. EL COMERCIO TEXTIL

4.1. COMERCIO MUNDIAL

El sector textil y el de la confección representan una parte muy importante del comercio mundial, con una participación en el año 1986 del 6%, del cual el 3,1% corresponde a productos textiles y el 2,9% a confeccionados. Esta cuota equivale a unas transacciones internacionales de más de 128.000 millones de \$ USA (66.250 millones para los textiles y 61.800 para los artículos confeccionados).

Los flujos de comercio más importantes pueden resumirse esquemáticamente en los siguientes:

a) Textiles:

El comercio entre los países de la CEE es el más importante de los que se realiza en este sector acaparando el 28% del total mundial. Si ampliáramos este área a la Europa Occidental el porcentaje llegaría al 40%. Otra zona muy importante es el Lejano Oriente donde China, Hong-Kong, Japón, Corea del Sur y Taiwan intercambian cerca del 1,11% del comercio mundial.

Tanto la Europa Occidental como los países antes citados del Lejano Oriente polarizan el resto del comercio textil mundial dado que las importaciones de la Europa occidental provenientes de los países asiáticos antes citados representan el 5,5% del total de importaciones (2,6% del comercio mundial), mientras que las exportaciones a estos países alcanzan el 3% del total (1,6% del comercio).

Norteamérica recibe también una parte importante de productos textiles de las dos zonas antes mencionadas. El 6% de las exportaciones textiles de Europa occidental y el 14% de los cinco países asiáticos antes mencionados son absorbidas por el mercado de Estados Unidos.

c) Confección:

Al igual que en el comercio textil, el núcleo más importante de intercambios es la CEE, con cerca del 23% del comercio mundial de la confección. Esta cifra llega al 34,9% si ampliamos el área a toda la Europa occidental.

Fuera de esta zona cabe destacar un núcleo claramente exportador formado por cuatro países del Lejano Oriente (China, Hong-Kong, Corea del Sur y Taiwan), los cuales representan más del 30% de las exportaciones, y otro núcleo importador a Estados Unidos con un 30% de las importaciones mundiales.

4.2. COMERCIO COMUNITARIO

Tal como se ha dicho en el apartado anterior, la CEE es la zona más importante de intercambio de productos textiles y de la confección a nivel mundial con unas exportaciones equivalentes al 44,1% del total mundial en artículos textiles y el 35,9% en confeccionados y unas importaciones que suponen el 40,2% del sector textil y un 41,7% de la confección.

Estos porcentajes pueden incluso llegar a crecer en un futuro inmediato, con motivo de la apertura política y liberación económica de los países de la Europa del Este.

En la actualidad la industria textil y de la confección de los países de la CEE se encuentra en la situación siguiente:

- La industria emplea a algo más de 3 millones de personas.
- Las ventas alcanzaron en 1986 un valor de más de 66.000 millones de francos suizos.
- El ennoblecimiento de los productos textiles semielaborados produjo en 1986, 23.000 millones de francos suizos y la inversión anual fue de aproximadamente 3.000 millones de francos suizos.
- 45 compañías textiles de la CEE figura entre las 100 más grandes del mundo y

ESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA TEXTIL. COMPETENCIA DE LAS FIBRAS QUÍMICAS

125 empresas textiles entre las 250 primeras del mundo.

- Existen todavía decenas de miles de empresas que emplean menos de 20 personas y aproximadamente 14.000 que emplean menos de 100 trabajadores.

A continuación se comentarán las corrientes comerciales más significativas por categorías de artículos según datos de la OCDE 1987 (no incluye España ni Portugal).

4.2.1. Hilados de algodón

El comercio intra-comunitario representa casi la mitad de las importaciones y más del 80% de las exportaciones.

Los intercambios intra-comunitarios se realizan básicamente entre Francia, Bélgica, la RFA e Italia. El Reino Unido es importador y Grecia exportador.

El comercio extra-comunitario es deficitario con una balanza negativa de 975 millones de \$ USA y un grado de cobertura del 22%. Las importaciones provienen especialmente de países productores de algodón (Turquía, Egipto, Brasil y la India). Las exportaciones son poco significativas.

4.2.2. Tejidos de algodón

El comercio intra-comunitario es todavía más importante que el de los hilados de algodón acaparando el 60% tanto de las importaciones como de las exportaciones.

La mayoría de estos intercambios se realiza entre Francia, Italia, la RFA y el Reino Unido, con los países del Benelux en segundo término.

Respecto al exterior, la CEE es deficitaria en tejidos de algodón. El grado de cobertura es del 80% y la balanza es negativa en 395 millones de \$ USA.

Como origen de las importaciones, el único país destacable es la India con un 3% en valor y un 7% en volumen de las importaciones de la CEE.

4.2.3. Hilados de lana

La lana es un subsector básicamente europeo. El comercio intra-comunitario representa el 81% de las importaciones de hilados de la CEE y el 72% de las exportaciones.

Los principales importadores son Italia y la RFA, mientras que Francia y la propia RFA son los máximos exportadores.

La CEE mantiene un notable superávit comercial en hilados de lana (215 millones de \$ USA) y una cobertura del 178%.

4.2.4. Tejidos de lana

En tejidos de lana la CEE mantiene también una balanza claramente positiva (831 millones \$ USA) y una cobertura del 644%.

El comercio intra-comunitario equivale al 88% de las importaciones y al 54% de las exportaciones.

Cabe destacar como país exportador a Italia, con cerca del 60% de las exportaciones intra-comunitarias y el 40% de las extra-comunitarias. A una considerable distancia se encuentran la RFA y el Reino Unido.

4.2.5. Tejidos de fibras químicas discontinuas

Los intercambios intra-comunitarios representan en este subsector el 61% de las importaciones y el 65% de las exportaciones totales.

La balanza exterior de la CEE es ligeramente deficitaria (91 millones de \$ USA) y una cobertura del 89%. El núcleo comercial está formado por la RFA, Italia, Bélgica

ca y Francia, mientras que el Reino Unido es básicamente importador de tejidos.

Respecto al origen de las importaciones de fuera de la CEE, cabe destacar las provenientes del Japón, las cuales representan el 19% del total.

4.2.6. Género de punto

Incluye tanto los tejidos de punto como los artículos confeccionados con éstos.

El comercio intra-comunitario representa el 60% de las importaciones y el 68% de las exportaciones. Por lo tanto la CEE es deficitaria con una balanza negativa de 1.600 millones de \$ USA y una cobertura del 71%. Por países cabe destacar especialmente a Italia con cerca del 40% de las exportaciones, seguida de la RFA con el 15%.

Como exportadores extra-comunitarios, Hong-Kong es el más importante con cerca del 20%, seguido de Turquía, Corea del Sur y la China.

4.2.7. Confección

Incluye artículos de vestir confeccionados con tejidos de calada.

Este sector es donde se produce una mayor penetración de países extra-comunitarios. El comercio intra-comunitario representa el 48% de las importaciones totales, mientras que el 64% de las exportaciones.

La posición exterior de la CEE es claramente negativa con un déficit de 4.699 millones de \$ USA y una cobertura de únicamente el 50%.

El mayor exportador comunitario es Italia con un 27% del total, seguida de la RFA con un 22%.

Las importaciones extra-comunitarias se centran fundamentalmente en países

del Lejano Oriente y cuenca mediterránea. Hong-Kong representa el 17%, Corea del Sur el 10%, mientras que la China, la India, Turquía, Túnez, Marruecos y Yugoslavia mantienen unos porcentajes inferiores.

El destino más importante de estas importaciones es la RFA, con cerca del 50% del total, seguida por Francia y el Reino Unido con un 15% cada uno.

5. EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA TEXTIL

En los últimos 30 años se han producido cambios muy importantes la estructura, rendimiento, flujo de material y a la tecnología de la industria textil.

Uno de los factores más importantes ha sido el considerable aumento de consumo de fibras químicas que actualmente representan casi el 50% del consumo mundial. El incremento de los salarios y los cambios en los gustos de los consumidores han contribuido también a la transformación de la industria textil.

Sólo basta recordar que en 1900 se necesitaban 50 horas de trabajo para obtener 1 kg de hilo, mientras que en la actualidad en las empresas más eficientes bastan sólo 2 ó 3 minutos.

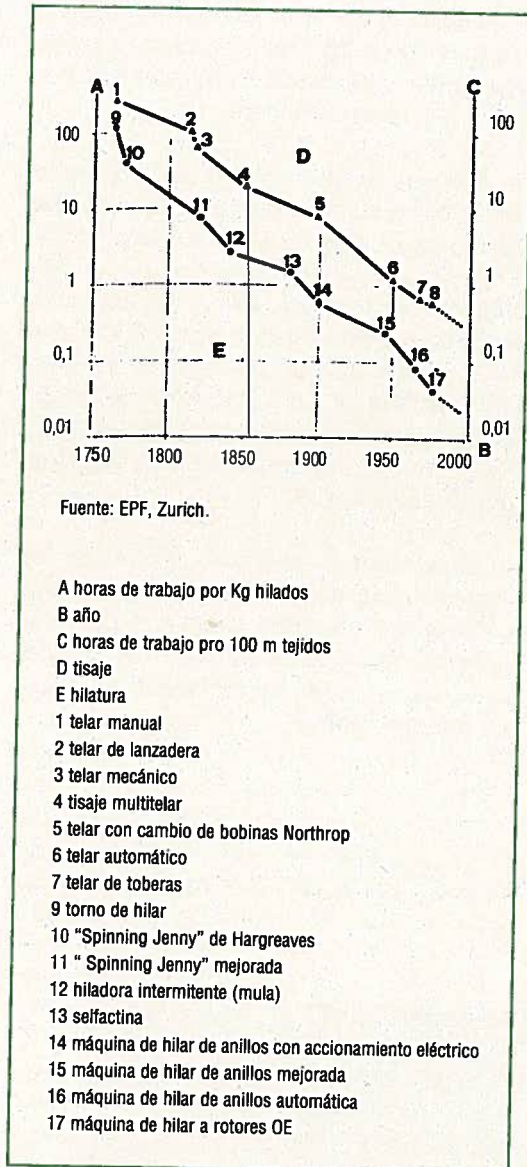
En el tisaje se han logrado aumentos similares. En el año 1910 eran necesarias aproximadamente 10 horas de trabajo para producir 100 m de tejido, en 1984 se necesitaban sólo 30 minutos para tejer la misma longitud (ver figura 17).

El incremento de la productividad ha sido espectacular, en la RFA, por ejemplo ha aumentado el 50% entre 1973 y 1983.

Las empresas textiles se han visto obligadas a invertir en nuevas tecnologías debido a lo cual la industria textil ha evolucionado de ser intensiva en mano de obra y materias primas hasta convertirse en intensiva en capital y materias primas.

ESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA TEXTIL. COMPETENCIA DE LAS FIBRAS QUÍMICAS

Figura 17. Evolución de la tecnología textil.



La inversión por puesto de trabajo en hilatura de algodón ha pasado de 80.000 francos suizos en 1950 a 1,4 millones en 1987.

En el mismo período, los costos de un puesto de trabajo aumentaron en la tejeduría de 66.000 francos suizos a 1 millón.

Todos estos cálculos se basan en instalaciones de nueva planta.

La tecnología textil ha sufrido importantes avances en las dos últimas décadas, con la aparición de la hilatura open-end, la texturación de alta velocidad, las nuevas máquinas de tejer de proyectil, pinzas, aire y agua, el tricotado controlado por ordenador, la tintura continua de alta velocidad, el estampado rotativo de alta velocidad, etc.

Durante los años 50 y 60, la industria textil utilizó, en los países más desarrollados, los estudios de métodos y tiempos, el control estadístico de la calidad y sistemas similares. Actualmente estas herramientas están fuertemente aceptadas como necesarias para obtener una industria eficiente y competitiva. A ellas se les ha unido la informática, la cual proporciona una gran ayuda en el seguimiento de la maquinaria, control de calidad, planificación de la producción, gestión de stocks, formulación de colores, diseño de tejidos y prendas.

6. LA COMPETENCIA CON LAS FIBRAS QUÍMICAS

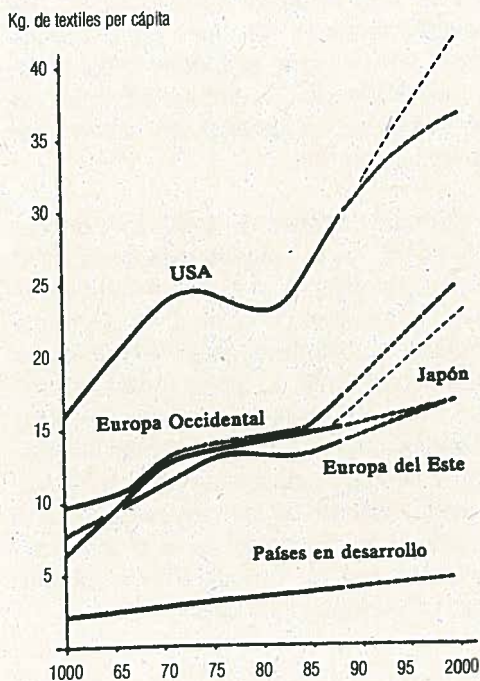
En los últimos 30 años la producción mundial de fibras textiles se ha multiplicado por 2,6 pasando de 15 millones de toneladas en 1960 a los 40 millones de la actualidad.

La tasa de crecimiento anual del período 1960-1985 ha sido del 5,2% mientras que en el mismo período la tasa de crecimiento anual de la población humana ha sido del 2,6%. Ello significa que el consumo de textiles per cápita ha aumentado.

Estos datos se ven confirmados por las estadísticas publicadas por Buck (6). Según este autor durante los 80 se observa un incremento del consumo de textiles per cápita que recuerda la tendencia experimentada durante la década de los 60 truncada como consecuencia de la terrible crisis de los 70. (Fig. 18).

Un estudio detallado de estos datos por tipo de fibras (Fig. 19) nos permite observar que la producción del algodón

Figura 18. Evolución del consumo de textiles per cápita.

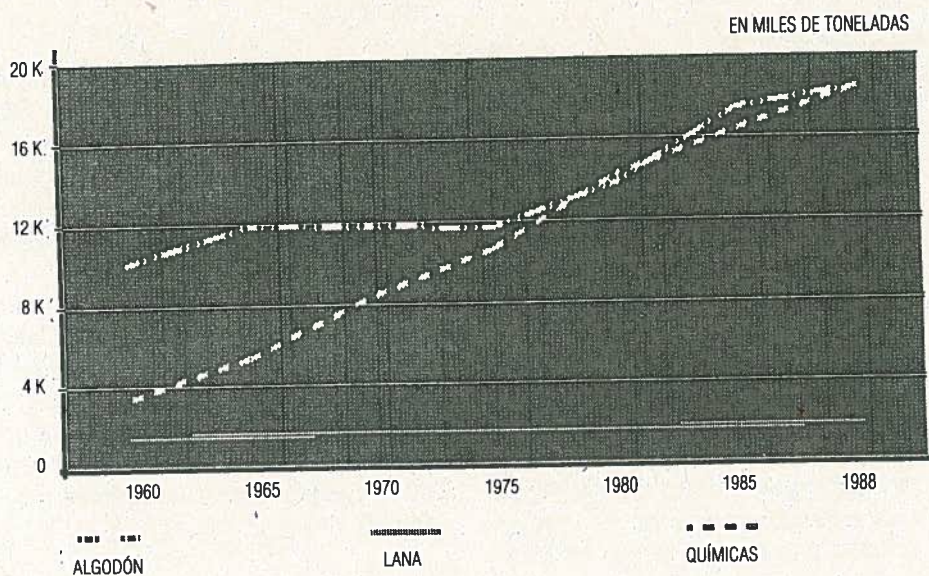


prácticamente se ha duplicado (ha aumentado multiplicándose por 1,92), el de la lana se ha mantenido muy similar (multiplicándose únicamente por 1,25), mientras que el crecimiento de las fibras químicas ha sido realmente espectacular multiplicándose por 5,47 en el mismo período.

A pesar de que la producción mundial de algodón prácticamente se ha duplicado en los últimos 30 años, su porcentaje respecto al total de fibras textiles ha disminuido como consecuencia del gran crecimiento experimentado por las fibras químicas. Mientras que en 1960 el algodón representaba el 68% del total de fibras textiles y las fibras químicas sólo el 22%, en la actualidad están prácticamente igualadas (figura 20).

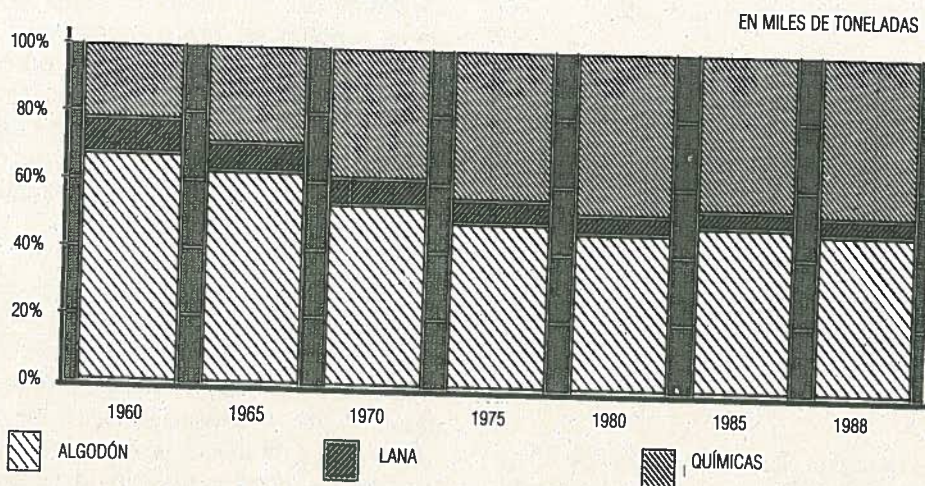
El porcentaje de la fibra de lana se ha reducido a la mitad, del 10% en el año 1960 al 5% en 1988, manteniéndose el nivel de producción prácticamente estable (de 1.463 millones de toneladas en 1960 a 1.829 en 1988).

Figura 19. Producción mundial de fibras textiles.



ESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA TEXTIL. COMPETENCIA DE LAS FIBRAS QUÍMICAS

Figura 20. Producción mundial de fibras textiles.



Dentro de las fibras químicas cabe resaltar el incremento del porcentaje de las sintéticas y la espectacular reducción de las artificiales de base celulósica, que han pasado de un 17% en 1960 a un 9% en 1988, con incluso una pérdida de producción en los últimos años.

La reducción del consumo de fibras químicas de polímero natural celulósico (rayones acetato y viscosa) en particular de la Viscosa (Fibrana) merece un comentario especial dado de que se ha tratado desde siempre de una fibra competidora del algodón.

La fibra del rayón viscosa es una de las fibras químicas más antiguas. Históricamente ha sido considerada como una fibra barata sustitutiva del algodón en productos de bajo coste y calidad. Sin embargo, en los últimos años las circunstancias han cambiado notablemente debido a las siguientes circunstancias:

a) El proceso de producción de la viscosa es altamente contaminante lo cual provoca un rechazo social debido a la mayor preocupación de la sociedad occidental por la protección del medio ambiente. Ello ha obligado a realizar altísimas inversiones en tecnología descontaminante.

b) La viscosa utiliza como materia prima la celulosa de los árboles, y los árboles son un bien escaso.

c) El rendimiento del proceso es muy bajo (por cada 1 kg de madera se obtiene 0,4 kg de fibra).

d) En los países occidentales, la aparición del poliéster hizo disminuir el consumo de la viscosa.

Debido a toda esta problemática en los últimos años se han cerrado muchas productoras de viscosa. Debido a la bajada de la oferta han subido los precios y desde hace 1,5 años esta fibra que siempre había sido más barata que el algodón se encuentra a finales del 1990, a un precio de 50 a 60 ptas. más cara que el algodón. Ello ha motivado que en la actualidad la fibra de rayón viscosa no se utilice como sustitutivo del algodón en productos baratos sino que utilice únicamente como especialidad por cuestiones estéticas y de moda aprovechando sus cualidades de brillo y cayente especiales.

Otro de los usos más frecuentes de la viscosa es el de los no tejidos (non wovens) sector que tiene un crecimiento anual acumulativo en España de un 10%

a diferencia del resto de sector textil que es negativo. Se utiliza mucho en productos sanitarios y quirúrgicos de un solo uso (batas, sábanas, compresas, etc).

A título de ejemplo diremos que actualmente en España se consume un total anual de 25.000 toneladas de Fibrana (viscosa) de las cuales, un 5% se destinan a la hilatura lanera, un 30% a los no tejidos y un 65% a la hilatura algodонера.

Otra de las ventajas de la Fibrana es que se trata de una fibra que mezcla bien con prácticamente todas las fibras.

Las mezclas Fibrana/Algodón 20/80 se realizaban anteriormente para abaratar el precio, actualmente se realizan para mejorar el brillo y la suavidad.

Otras mezclas habituales de estas fibras son Poliéster/Fibrana (algodonero y lanero), Fibrana/Lino 20/80 o 30/70, Fibrana/Seda 70/30.

A corto plazo la Fibrana no parece un competidor importante del Algodón.

La aparición de las fibras químicas ha provocado sin duda un gran cambio en la industria textil. Su aparición ha favorecido el desarrollo de nuevas tecnologías y ha permitido realizar una serie de productos nuevos e impensables tan sólo hace unos años. Han contribuido al progreso y a la mejora de la calidad de vida.

La floca de poliéster aunque haya podido ser considerada por algunos como competidora del algodón en estos momentos puede considerarse como su gran aliada. El poliéster complementa al algodón y mejora algunas propiedades de uso de gran importancia en las sociedades urbanas occidentales (ausencia de planchado, facilidad de lavado y secado).

A pesar de que se utilice también mezclado con lana y al 100% para usos técnicos, el poliéster es una fibra claramente algodонера. La mezcla Poliés-

ter/Algodón 50/50 es sin duda una de las más óptimas, conserva la apariencia y tacto de algodón y las apreciadas propiedades del poliéster. En este sentido cabe resaltar la gran importancia que para el consumo de algodón representan pequeñas variaciones del porcentaje de mezcla de ambas fibras por cuestiones de mercado. Cuando el precio del poliéster baja aumenta su proporción en las mezclas y viceversa.

En España, por ejemplo, hace unos 6 años la mezcla habitual era 67/33. Tras la integración a la CEE por una cuestión de mimetismo e incluso por las propias exigencias del mercado, se pasó del 67/33 (tacto más sintético) a la mezcla 50/50 (tacto más algodonero) muy extendida en toda Europa. Ello contribuyó a un mayor consumo de algodón. También es cierto que ello provocó un desplazamiento de los artículos de algodón 100% hacia la mezcla poliéster/algodón 50/50.

La fibra acrílica, aunque se utiliza con éxito en la hilatura algodонера, es una fibra vinculada a la lana y a artículos laneros por su tacto, volumen y suavidad.

La poliamida es una fibra muy versátil que se utiliza en prendas deportivas pero especialmente en tapicería y usos industriales.

El polipropileno se utiliza mucho en la industria de los no tejidos (non wovens) especialmente en recubrimientos de suelos (moquetas) por cuestiones de precio y calidad.

Si analizamos la evolución del consumo proporcional de algodón respecto a las fibras químicas (6) (figura 21) veremos que mientras en los países en vías de desarrollo el incremento del consumo de fibras químicas ha sido y es notable, en los países desarrollados (incluida la Europa del Este) el incremento del consumo de fibras químicas ha sido espectacular. Un punto de inflexión en la tendencia se produjo durante la crisis de los 70.

ESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA TEXTIL. COMPETENCIA DE LAS FIBRAS QUÍMICAS

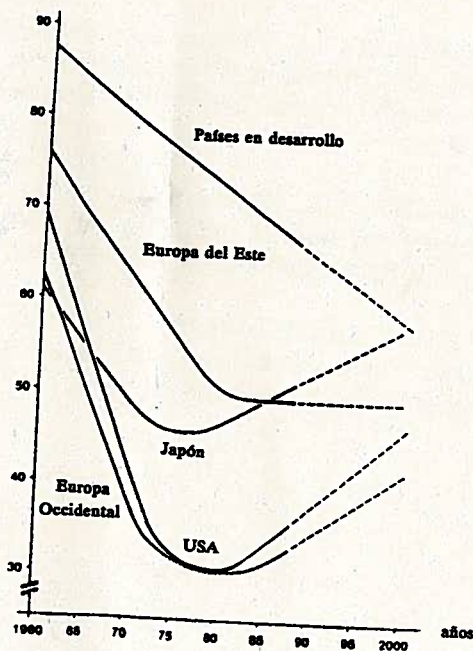
La tendencia de futuro sólo se ha podido ver clara desde hace 2 ó 3 años, observándose que el Occidente vuelve al

algodón. Según Buck (6) el futuro próximo evolucionará de la siguiente forma:

Estimación del consumo mundial de fibras textiles en millones de toneladas

	1990	1995	2000
Lana	1.775 (4,5%)	1.830 (4,0%)	1.900 (3,5%)
Algodón	19.465 (49,1%)	22.385 (49,3%)	26.635 (49,5%)
Químicas	18.380 (46,4%)	21.680 (46,8%)	25.310 (47,0%)
Total	39.620	46.345	53.830

Figura 21. Evolución del porcentaje de consumo "Algodón/Fibras Químicas" en diferentes zonas del mundo.



El consumo de textiles está muy influenciado por factores del entorno socioeconómico. En este sentido el estudio de Buck antes citado (6) explica la evolución antes comentada en base a la

teoría de las necesidades básicas o pirámide de Maslow según la cual el hombre cubre sus necesidades básicas siguiendo este orden de prioridad:

- 1º: Necesidades fisiológicas y de supervivencia.
- 2º: Seguridad, estabilidad, abrigo, confort.
- 3º: Sociales, afecto, relación.
- 4º: Reputación, prestigio social, autoestima.
- 5º: Autorealización personal.

Simplificando podemos decir que cuando la situación económica es buena el público en general compra prendas de vestir guiados por criterios de autorealización mientras que en condiciones de crisis o penuria económica retorna a niveles inferiores de la escala de necesidades básicas y compra prendas por razones de utilidad.

Antes de la crisis de los 70 en Occidente el consumo de textiles estuvo muy influenciado por criterios de autorealización (minifalda, camisetas de colores, impermeables). En la década de los 80 ha vuelto a manifestarse esta tendencia apreciándose en esta ocasión los "textiles de look y tacto natural" y por lo tanto las fibras naturales. Esta vuelta a lo natural y

a la naturaleza es un fiel reflejo de la creciente preocupación por los problemas medioambientales que tiene la sociedad industrial del occidente y por otra a la saturación y mal uso de las fibras químicas en determinados productos de gran consumo.

Los países en vías de desarrollo tiene unos niveles de consumo mucho más bajos que los occidentales y se encuentran todavía en la fase de cubrir las necesidades básicas primarias y elementales situadas en los niveles bajos de la pirámide de Maslow. Por este motivo no se encuentran en condiciones de valorar y/o primar aspectos estéticos de las fibras naturales y prefieren los prácticos de las fibras químicas.

Si las tendencias apuntadas por Buck (6) se cumplen en los próximos 10 años la demanda de algodón aumentará un 37%. ¿Será ello posible sin que se desestabilice el mercado y caiga el precio del algodón? ¿Cómo afectará la actual escalada de los precios del petróleo en el consumo de fibras químicas y en la economía mundial.

A los biólogos, ingenieros agrícolas y textiles nos espera un futuro apasionante...

7. AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer la información suministrada por el Sr. Adell de la empresa SNIACE, los señores J. Blanco y J.M. Maciá de Brilén S.A. y al Dr. Xavier Capdevila, profesor de confección industrial de la E.U.E.T.I.T. (U.P.C.).

8. BIBLIOGRAFÍA

- (1) VICTORI COMPANYS, J. *Tissatge. Aspectes descriptius i d'anàlisi en el procés de teixir*. UPC. Barcelona, 1990.
- (2) CAPDEVILA, X. *Apuntes de Confección Industrial*. E.U.E.T.I.T. (U.P.C.) Terrassa, 1989.
- (3) Anónimo. Las nuevas coordenadas de la confección. *Costura* 3. 114/febrero, 1988.
- (4) ZALDO, J.M. *Reflexiones prácticas sobre la industria textil algodonera de cabecera*. Técnica Textil Internacional 3/1990: 26-27.
- (5) WIRTH, E. *Consideraciones ante la inversión en nuevas máquinas de tejer*. Técnica Textil Internacional. 2/1988: 69-79.
- (6) BUCK, D. *World Textiles. The Future. Fibres: Technological solutions for textile problems*. The Textile Institute. 1989.

DISCURSO DE CLAUSURA

MICHEL BRAUD.

COORDINADOR DE LA RED INTER-REGIONAL DE INVESTIGACIÓN COOPERATIVA
SOBRE ALGODÓN DE FAO.

RECONOCIMIENTOS

En primer lugar, deseo agradecer a mis amigos del Gobierno Andaluz y especialmente a los del Centro de Investigación de Las Torres por invitarme a pronunciar este discurso de clausura.

También deseo felicitarles por su tenacidad al sobreponerse a todas las dificultades que se encontraron al organizar un Curso así y también los loables esfuerzos que han realizado para abrir el curso de conferencias a los miembros de la Red Interregional del Algodón de los países mediterráneos y del Oriente Medio. Al hacer esto, mantienen encendido el fuego prendido en Adana, Turquía, en la Universidad de Çukurova en 1989. Aquella primera edición, muy ambiciosa, con apoyos financieros europeos, incluía dos partes: Una primera parte muy general para una puesta al día sobre el cultivo del algodón, y una segunda parte más especializada. Se convino entonces proseguir esta experiencia. La Universidad de Çukurova debería continuar impartiendo el Curso general. El Curso especializado se celebraría de forma rotativa, en el seno de la Red, de acuerdo con las materias abordadas. No pudimos alcanzar nuestras ambiciones por falta de los correspondientes apoyos financieros, y les felicito de nuevo por haber sido los únicos en continuar esta experiencia, ya por tres veces, sobre tema tan importante como la tecnología de la fibra de algodón.

IMPORTANCIA DE LA TECNOLOGÍA DE LA FIBRA DE ALGODÓN

En efecto, el cultivo industrial es ante todo un cultivo industrial, incluso si la semilla de algodón puede tener usos ali-

menticios. Por esta razón, es pues un cultivo de renta que produce una materia prima, la fibra, que debe encontrar mercados. Este Curso les ha enseñado o confirmado dos cosas importantes:

- Los mercados son muy diversos.
- Las calidades de la fibra, no son menos diversas según las especies, variedades y condiciones de producción, comprendiendo la ecología y las técnicas de cultivo.

El problema que se plantea de una manera general a la industria del algodón es, por lo tanto, la adecuación entre estos diferentes mercados y las diferentes calidades de fibra producidas a escala mundial.

Estas cuatro semanas de conferencias les han permitido adquirir toda la información necesaria para la determinación de la calidad de la fibra, los factores que influyen en esta calidad y sus consecuencias sobre la segunda transformación industrial de la cadena: la confección de hilos de varias calidades correspondientes a diferentes usos. Deben por tanto estar bien preparados para que cada uno obre en su situación particular.

HACIA UNA MÁS INVESTIGACIÓN MÁS CAUSAL DE LA VARIABILIDAD DE LA TECNOLOGÍA DE LA FIBRA

Como antiguo agrónomo que soy me gustaría insistir sobre un punto en especial relativo a los factores condicionantes de la calidad de la fibra, y sin ninguna duda, en la calidad de la semilla. Los primeros esfuerzos de mejora del cultivo del algodón han incidido y todavía inciden en el factor varietal. Como antiguo Director

del IRCT que he sido no negaré el avance considerable en este campo, que ha contribuido, entre otros, a revalorizar los algodones africanos y algunos sudamericanos, especialmente en Paraguay. Pero el efecto del medio de cultivo no es menos grande, aunque a menudo menos conocido o de valoración menos frecuente por una simple razón. Hasta un pasado reciente, los equipos usados por los laboratorios de análisis de fibra no permitían un gran número de análisis y las demandas de los mejoradores eran atendidas en primer lugar. Personalmente, lamento esta circunstancia, que ha introducido sesgos en los programas de mejora del cultivo del algodón minimizando la influencia de ciertos factores culturales como la nutrición mineral, por ejemplo. He tenido la oportunidad de demostrar, que en determinadas situaciones, una deficiencia de fósforo podía hacer variar la longitud de fibra en varios milímetros, de una manera claramente superior a lo que puede conducir un cambio de variedad dentro de una misma especie de algodón. De la misma manera, he podido demostrar junto con otros, que la calidad de la nutrición potásica puede influenciar la madurez y por tanto la finura. La nutrición del azufre puede alterar el rendimiento en desmotación en varios puntos.

La rápida difusión de los equipos HVI permite ahora incrementar los resultados de los análisis de fibra. Se tiene o se va a tener la posibilidad de abordar este tipo de estudios de forma sistemática. Se va a abrir un campo de investigación muy amplio. La multiplicación de este tipo de investigaciones podría desembocar en dos aplicaciones que me parecen tan importantes una como otra:

- Mejorar el conocimiento sobre algunas técnicas de cultivo, entre las cuales están la fertilización, la protección fitosanitaria, sobre la calidad de la fibra. Así podrán poner a disposición del productor importantes ayudas para la toma de decisiones.
- Identificar las condiciones ecológicas que dan una calidad de fibra de un cierto

tipo. Paralelamente a otra producción tan noble como la del vino, van a ser capaces de definir las 'cosechas' del algodón. ¡Imaginen la mejora para la adecuación entre oferta y demanda de los mercados de algodón!

Les deseo muchos éxitos en la realización de estas investigaciones.

Como corolario de lo que acabo de decirles, insisto sobre dos puntos que me parecen muy importantes:

En la medida que vuestras acciones interesan a un medio vivo sobre el que la planta se inserta, los agentes de producción o de transformación modifican de forma permanente las relaciones existentes en ese medio. En consecuencia la investigación algodонера debe ser permanente, nunca puede darse por terminada. Esto entraña igualmente programas de formación continuos.

Las interrelaciones entre los factores suponen una estrecha cooperación y coordinación entre todos los participantes de la cadena, del productor al transformador, pasando por el investigador.

LA RED INTERREGIONAL MEDITERRÁNEA Y DE ORIENTE MEDIO DEL ALGODÓN

Permítanme traer de nuevo a colación la Red Interregional Mediterránea y de Oriente Medio del Algodón, por que me parece que puede ser interesante referencia para este tipo de investigación.

La red fue creada el 15 de Abril de 1988, al final de la primera conferencia organizada por la FAO en Montpellier (Francia). Comenzó con una estructura muy pesada diseñada a semejanza del IRCT, con cuatro subredes y demasiados grupos de trabajo. Cada eslabón de esta estructura tenía su responsable, con responsabilidades inciertas, resultando en el mejor de los casos un mal funcionamiento cuando no una falta de funcionamiento. Subrayo de nuevo que el Curso sobre el

algodón ha sido la única cosa que ha tenido una existencia real, a la que añadiría la actividad de un solo grupo de trabajo, el dirigido por la Dr. Kosmidou Dimitropoulo (Grecia) sobre los reguladores de crecimiento. La segunda Consulta que se desarrolló en Salónica (Grecia) desde el 16 al 19 de Junio de 1992, me ha llevado por tanto a una apreciación bastante negativa de estos primeros cuatro años de la red. Decidimos simplificar considerablemente su estructura:

- Manteniendo a los responsables que juegan un papel importante en la transmisión de información.

- Reduciendo a nueve los grupos de trabajo, con una persona a cargo en cada uno de ellos. Estos grupos de trabajos son:

- Mejora del algodón.
- Comparación de variedades.
- Reguladores de crecimiento.
- Nutrición del Algodón.
- Control de las malas hierbas.
- Manejo del agua.
- Control Integrado de Plagas.
- Tecnología de la fibra.
- Biotecnología.

Desde Junio del 93, el Dr. Boyazoglou, de la FAO, nos atiende muy eficientemente y no ahorra esfuerzos en brindar apoyo a nuestra Red dentro de las normas de la FAO en este campo. Esto nos ha valido para:

- La reunión de dos grupos de trabajo,
- Biotecnología el 22-23 de octubre de 1993 en Lovaina (Bélgica)
- Reguladores de crecimiento el 28-29 de Enero en Atenas (Grecia)
- Una reunión de coordinasen de la red el 29 de Enero en Atenas.
- Puesta a punto de una edición del directorio de investigadores de la red en un futuro próximo.

Una agenda para un cierto número de reuniones de los grupos de trabajo en 1995 y 1996, con una Reunión de Coordinasen de la Red este año, que podría ser

mantenida en Montpellier si están de acuerdo las autoridades del CIRAD.

De este modo podemos decir que esta Red está actualmente trabajando.

¿UNA RED, PARA QUÉ?

Una Red, un conjunto de situaciones muy contrastadas, tanto en el aspecto ecológico como en el técnico y en el ambiente socio-económico.

La zona geográfica que interesa a nuestra red presenta de hecho una gran diversidad de situaciones y producciones. Tal como yo lo veo, representa un interesante capital a explotar por nuestras actividades de investigación; nos libera de dispositivos experimentales, que podían ser introducidos para un medio demasiado particular. La red autoriza la validación de un patrón, tomado en sentido amplio, en un conjunto de situaciones mucho más vasto, dando por ello un valor científico mucho mayor.

¿CÓMO COMUNICAR?

La Dr. Kosmidou Dimitropoulo (Grecia) y la Dr. Peeters (Bélgica), cada una de su propia manera, nos han dado un buen ejemplo a seguir.

Para hacer la comunicación más fácil, estoy preparando con la ayuda de los coordinadores regionales una edición del directorio de investigadores de la red.

EL VALOR AÑADIDO DE UN TRABAJO EN RED

Es obvio que a través de las actividades de la Red desde su creación en 1988, varios miembros no perciben cual es el valor añadido del trabajo en red.

Desarrollaré mis ideas en un caso concreto: El grupo de trabajo de comparación de variedades. La concepción propuesta al principio consistía en solicitar a cada

país que dé 2 ó 3 (4) de sus mejores variedades para compararlas en todos los países miembros. Comenzamos con el principio de que cada selector nacional sabía su trabajo. El resultado de este trabajo parece que se puede lograr por adelantado: En cada situación, la mejor variedad será una de las nacionales. Mucho dinero y energía se gastarán para obtener unos resultados mediocres. Podemos entender que tal clase de aventuras despierten poco entusiasmo.

Estimulemos la discusión cambiando el objetivo. Si en lugar de satisfacernos a nosotros mismos con una experiencia cuyo objetivo es un hecho experimental suplementario, sin explicaciones, organicemos una serie de observaciones ecológicas sobre cada ensayo, con el objetivo de intentar entender y analizar el comportamiento de cada variedad en sus diferentes medios para así desarrollar una investigación causal y no sólo descriptiva, avanzaremos en el conocimiento de la ecofisiología de la planta de algodón en general, quizás con nuevos descubrimientos en la selección o simplemente nuevas formas técnicas y agronómicas para este cultivo. Aquí se debería subrayar un valor añadido.

Tal paso supone la instalación de una buena estación meteorológica para almacenar el máximo de información.

El material existe, está disponible, y su implantación podría ser usada y sacar beneficios a través de muchos experimentos de la misma naturaleza en otras plantas de otros cultivos.

El alcanzar la percepción y la adopción de tal estrategia supone amplios intercambios, largas discusiones para lograr el consenso. Creo que un simple intercambio de correspondencia no es suficiente.

HACIA UNA RED MULTIFIBRA

El pasado junio el Dr. Boyazoglu me ha expuesto la idea de la FAO para la

evolución de la red de algodón hacia una red multifibra.

Yo la encuentro muy interesante y estoy a su favor, incluso cuando ello debería ser a través de la antigua experiencia del IRCT en este campo (IRCTE para el algodón y las textiles exóticas). Actualmente existe una sinergia entre estas plantas mientras que archivos interesantes están durmiendo en los ficheros del IRCT.

Uno en particular: el cultivo del Kenaf o Rosella (*Hibiscus cannabinus* o sabdarífa) como planta, no textil, sino productora de celulosa para la fabricación de papel. La tecnología está lista y larga vida al cuidado de nuestros bosques, mientras que ofrece una perspectiva para la diversificación de cultivos en muchas zonas mediterráneas. Sé, a través de nuestro amigo el Dr. Adolfo Borrero, que nuestros amigos españoles están muy avanzados en ese campo. Por tanto es un asunto que debe ser seguido con mucho interés.

LA RED, UN BUEN APOYO PARA ESTUDIAR LA VARIABILIDAD DE LA CALIDAD DE LA FIBRA

Como resumí antes, nuestra red representa una mayor variabilidad en las condiciones de producción de fibra.

- Condiciones ecológicas muy contrastadas con factores limitantes muy variables cualitativa y cuantitativamente.
- Áreas de regadío y de secano.
- Distintas técnicas de irrigación.
- Técnicas variadas para fertilización, protección de la producción, control de las malas hierbas, recolección, etc.
- Diferentes especies y variedades.
- Etc.

En estrecha colaboración con los otros grupos de trabajo relacionados, el grupo de Tecnología de la Red podría establecer una base de datos recopilando de manera coherente un gran número de informaciones sobre las condiciones de producción.

CLAUSURA

Los programas de análisis de datos multidimensionales ahora nos permiten análisis más precisos de este tipo de ficheros de datos.

Es agradable imaginar como lograr de ello una combinación precisa de los factores determinantes e identificar los susceptibles de una intervención humana y de aquellos sobre los que cualquier acción sería inútil, justificando por adelantado la noción de "cosecha" de algodón y evitando a los productores gastos de producción inútiles. Como consecuencia de este tipo de investigación, una eficiente circulación

de la información así reunida podría ayudar a mejorar las condiciones de producción en algunas circunstancias, o al menos a ser usada como base racional para concebir nuevos programas de investigación.

Os envidio por tener aún por delante todo este trabajo a realizar.

Mis mejores deseos otra vez por el éxito de vuestro futuro trabajo en las particulares situaciones de cada uno.

Gracias por su atención

