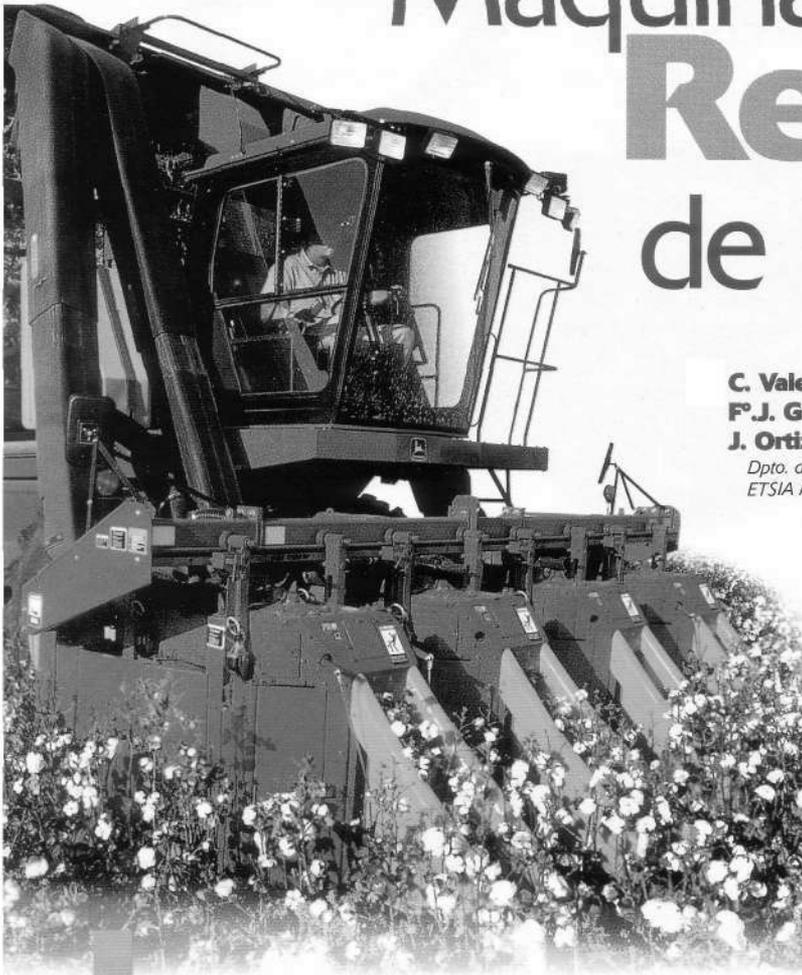


# Maquinaria para la Recolección de algodón



**C. Valero Ubierna.**  
**F. J. García Ramos.**  
**J. Ortiz-Cañavate.**

*Dpto. de Ingeniería Rural.  
ETSIA Madrid.*

*El texto de este artículo, en el que se describen las características de la maquinaria para la recolección de algodón es un extracto de la nueva edición del libro "Las máquinas agrícolas y su aplicación" del que es autor J. Ortiz-Cañavate.*



LA RECOLECCIÓN MANUAL DEL algodón supone el 75% de los gastos totales de cultivo; de aquí la necesidad de reducir estos gastos mediante una adecuada recolección mecánica. Las primeras máquinas aparecieron ya en el siglo pasado (la primera patente de una cosechadora de algodón se realizó en Estados Unidos en 1850), pero sólo a partir de 1942 se empezaron a comercializar cosechadoras de husillos. La capacidad de trabajo de estas máquinas es muy grande en comparación con la recolección manual llegando a realizar la labor de 60 operarios (alrededor de media hectárea por hora con máquina de dos líneas).

En España, en 1979, estaban registradas unas 60 máquinas cosechadoras de algodón, y a final de 1996 se llegó a 1.054, principalmente en Andalucía, aunque en campañas agrícolas como las de 1990-91 se alcanzaron coyunturalmente las 3.000 cosechadoras. Respecto a las prácticas de cultivo son necesarias las siguientes consideraciones:

- Sembrar en líneas a distancia de 0,9 a 1 m, con una densidad de plantación entre 120.000 y 175.000 plantas por hectárea. Actualmente se están ensayando, con prometedores resultados, plantaciones de alta densidad de siembra que llegan incluso a más de un millón de plantas por hectárea
- Mantener el cultivo limpio de malas hierbas.
- Emplear variedades más precoces que permiten alejar la recolección del periodo de lluvias.
- El empleo de defoliantes para la eliminación de las hojas. De esta forma se reducen las manchas verdes en las fibras, las impurezas y la humedad en el algodón bruto.

## **Tipos de cosechadoras de algodón**

Existen dos tipos de cosechadoras de algodón:

- Arrancadoras de cápsulas de algodón.
- Cosechadoras de fibra con husillos.

Las cosechadoras de fibra con husillos realizan un trabajo mucho más perfecto que las cosechadoras de cápsulas, si bien estas últimas pueden tener una gran aplicación en cultivos extensivos, cuando no haya riesgos de pérdidas de cosecha por lluvias y heladas.

## **Arrancadoras de cápsulas de algodón**

Las arrancadoras de cápsulas realizan la recolección de una forma masiva, arrancando todas las cápsulas de la mata de una sola vez e independientes de su estado de madurez. Para emplearlas, y con el fin de no producir disminuciones apreciables en la producción, es necesario esperar a que el mayor número posible de cápsulas estén abiertas, ya que no puede realizarse una segunda pasada. Este tipo de cosechadoras arranca, junto con las cápsulas, gran cantidad de tallos y hojas, por lo que es conveniente utilizar antes de la recolección un defoliante. En el momento de aplicación del defoliante deben estar abiertas el mayor número de cápsulas (en torno al

80%). Se han realizando pruebas con quemadores de aire caliente (250-350°C) como defoliante, aunque su empleo no está todavía generalizado.

Las arrancadoras de cápsulas se clasifican según el tipo de dispositivo arrancador, pudiendo éste ser:

- rodillo simple de acero.
- rodillo doble de acero,
- rodillo flexible de tiras de goma y cepillos,
- conjunto de dedos múltiples o peines de púas.

Las arrancadoras arrastradas suelen utilizar como elemento recogedor el sistema formado por un conjunto de dedos múltiples o peine. No tienen tolva incorporada a la máquina, y el tractor arrastra, junto a la máquina, un remolque modificado con grandes laterales de tela metálica.

Las arrancadoras autopropulsadas o montadas sobre el tractor incorporan la tolva a la máquina. El sistema más utilizado para el arranque de las cápsulas es el formado por un par de rodillos flexibles cubiertos por un conjunto de tiras de goma y cepillos de nylon intercalados alternativamente (Fig. I). Los rodillos tienen aproximadamente 1 m de longitud y 15 cm de diámetro y se hallan inclinados un ángulo que oscila entre 10° y 30° sobre la horizontal. La separación de los rodillos puede ajustarse manualmente para las diferentes condiciones de cultivo, pero a su vez la flexibilidad de los mismos permite un ajuste automático a los diversos grosores de las plantas.

Los rodillos tienen un movimiento de rotación de tal forma que la planta es

arrastrada hacia arriba. Para contrarrestar este tirón suele haber unos rodillos que giran en sentidos opuestos de modo análogo al de los rodillos arrancadores de mazorcas de maíz, que impiden que las plantas sean arrancadas. Estos rodillos están montados debajo de los rodillos recogedores. Una vez que las cápsulas han sido arrancadas, caen sobre unos cilindros embocadores que las llevan a la tolva de almacenaje o a los órganos de limpieza.

El algodón se recoge con un 30 ó 40% de impurezas. Actualmente se está incorporando en algunas recogedoras unidades de limpieza que reducen las impurezas a un 10-15%. Estas unidades de limpieza son de muy diferente constitución, según los diversos fabricantes. El funcionamiento de una de ellas queda descrito en la figura II.

A pesar de realizar la recolección de una sola pasada y perderse gran cantidad de cápsulas, estas máquinas se siguen empleando, principalmente en Estados Unidos, por las siguientes razones:

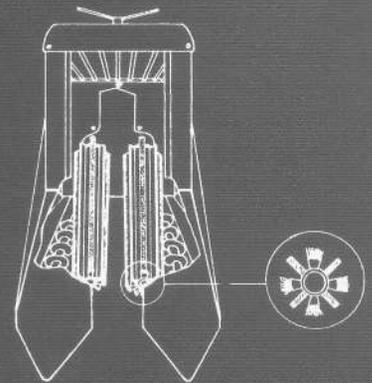
- Menor precio de adquisición,
- Menores costes de mantenimiento,
- Empleo de nuevas variedades mejor adaptadas a las arrancadoras,
- Buena calidad de algodón empleando unidades de limpieza,
- Mayor velocidad y rendimientos que las cosechadoras de fibra.

#### Cosechadoras de fibra

Las cosechadoras de fibra extraen de un modo selectivo las cápsulas abiertas de algodón, dejando las cápsulas cerradas y la mata, sin que resulten afectadas por el paso de la máquina. De esta forma, la

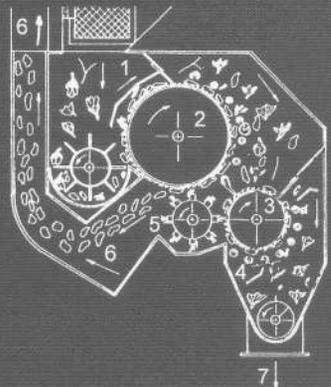


**FIGURA I.**



*Arrancadora de cápsulas con rodillos flexibles.*

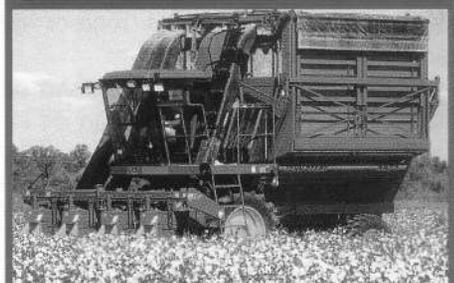
**FIGURA II.**



*Limpiadora de algodón en una arrancadora de cápsulas:*

- 1, entrada del algodón;
- 2 y 3, cilindros con dientes de sierra;
- 4, barras cilíndricas;
- 5, cilindro de limpieza;
- 6, conducto de aspiración del algodón limpio;
- 7, salida de hojas y tallos

**FIGURA III.**



*Cosechadora de fibra autopropulsada (John Deere)*

máquina puede realizar dos pasadas (nunca más de dos, por lo antieconómico que resulta), aunque la tendencia es a efectuar una sola pasada, aplicando previamente un defoliante. El defoliante debe aplicarse entre 10 y 15 días antes de la cosecha. En el momento de aplicación deberían estar abiertas entre el 60 y el 70% de las cápsulas. Conviene que las plantas sean de tamaño medio y estén distribuidas uniformemente.

Las cosechadoras de fibra (Fig. III), en comparación con las arrancadoras, captan más variedades de plantas, son más versátiles y la recolección se ve menos afectada por las malas hierbas y semillas. El número de hileras trabajadas suele ser 2 y también las hay de 4 (aunque pueden llegar a 5), y en general son máquinas autopropulsadas, aunque algunas pueden acoplarse al tractor que normalmente se hace avanzar marcha atrás. Una máquina de 4 hileras puede cosechar más de 1 ha/h. La velocidad máxima de trabajo se sitúa en torno a 6,5 km/h, disponiendo de una velocidad de transporte de hasta 25 km/h.

Los elementos más importantes de las cosechadoras de fibra son:

- Divisores de entrada para guiar las plantas hacia la zona de los husillos de recogida.

barras verticales. Cada una de las barras dispone de 18 husillos (Fig. IV)

La forma de operar estas máquinas es la siguiente: una vez que la planta entra en la máquina, es oprimida contra los husillos por unas placas de presión. Los husillos tienen un movimiento giratorio y están provistos de muescas para que el algodón se quede pegado en ellas. La velocidad con la que giran los tambores es igual y opuesta a la de avance de la máquina (60-80 r/min), por lo que su velocidad respecto a la planta es nula y únicamente giran dentro de ella. Los copos de algodón de las cápsulas abiertas se enredan en los husillos giratorios (Fig. V), desprendiéndose de la planta.

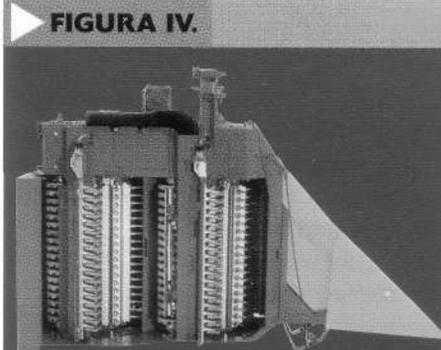
Las cápsulas verdes, o las que permanecen cerradas, ni se alteran ni se dañan. Previamente a la entrada de los husillos en la línea de plantas, éstos se humedecen mediante unas columnas humedecedoras (con agua o con otro líquido), para que las fibras de algodón se adhieran mejor a ellos. Los humedecedores (Fig. VI) son reemplazables y se suelen fabricar en poliuretano para resistir el desgaste. Se ha comprobado que el empleo de un agente humedecedor, como el aceite textil, aumenta la eficacia de la máquina en un 2-3 % mayor que cuando se usa agua sola. Al humedecer los husillos se consigue

no sólo que el algodón se adhiera mejor a ellos, sino que los husillos se mantengan limpios sin goma y que el algodón se desprenda fácilmente.

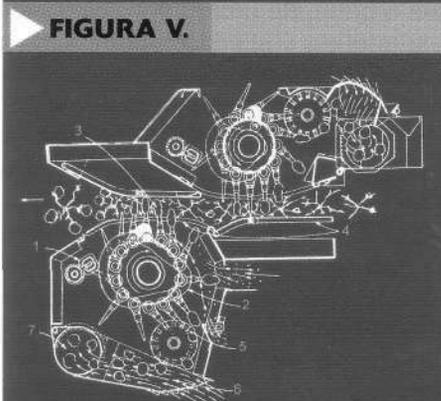
Cuando los husillos son retirados de la planta de algodón con la fibra enrollada a su alrededor,

se ponen en contacto con unos discos separadores giratorios recubiertos de goma o de hule, los cuales extraen el algodón de los husillos. Una vez separado el algodón, es transportado a la tolva de malla metálica mediante una corriente de aire generada por un ventilador. El tipo de corriente de aire creada es primero de aspiración y luego de impulsión. El ventilador tiene una desviación tangencial para que sus paletas no entren en contacto con el algodón, con el cual la semilla no resulta dañada. En el punto de descarga, la corriente de aire se dirige contra una rejilla que desvía el algodón a la tolva, permitiendo que el aire, junto con el polvo y la hojarasca, salga al exterior.

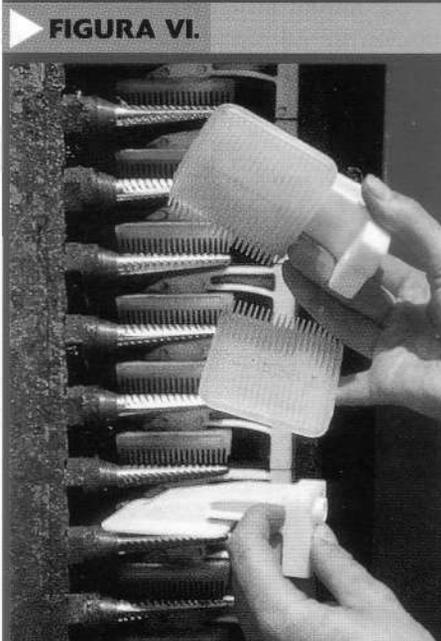
La capacidad de la tolva llega, en las modernas cosechadoras, hasta 32 m<sup>3</sup>. Estas máquinas disponen de motores de gran potencia con valores de hasta 260 C.V.



**FIGURA IV.**  
Cabezal de recogida de fibra, con tambores de 12 barras verticales y 18 husillos por barra (John Deere)



**FIGURA V.**  
Esquema de funcionamiento de los husillos de una cosechadora de fibras de algodón (vista superior): 1. columna humedecedora; 2. tambor; 3. husillos; 4. placas de presión; 5. disco separador; 6. entrada de aire; 7. elevador neumático



**FIGURA VI.**  
Sistema humedecedor cambiabile (Case).



- Mecanismo de extracción de la fibra.
- Sistema neumático de transporte del algodón extraído.
- Tolva.

La parte fundamental de la máquina es el mecanismo de extracción de la fibra, que está formado por husillos giratorios cónicos dentados o rectos rugosos de pequeño diámetro.

Existen dos tipos de cosechadoras de fibra según la forma y colocación de los husillos:

- Cosechadoras de tambor.
- Cosechadoras de cadena sin fin.

#### a) Cosechadoras de tambor

Son las más comunes. Cada cabezal dispone de dos tambores, uno a cada lado de la línea de planta. Los tambores de recogida delanteros y traseros tienen 12

b) Cosechadora de cadena sin fin.

El funcionamiento de estas cosechadoras es similar a la de tambor, únicamente que en las cadenas sin fin los husillos permanecen en la zona de recogida un tiempo mayor. Los husillos en este caso suelen ser rectos y con ranuras longitudinales. La figura VII muestra una cadena de cosechadora. Está formada por 80 barras verticales con 16 husillos cada una (1.280 en total). Cada husillo rueda por medio de un rodillo en contacto con un raíl fijo, pero únicamente en la zona de recogida. Este raíl sirve también para orientar los husillos siempre perpendiculares a la zona de recogida. Una vez que los husillos entran en la zona de retroceso, son barridos por unas barras peinadoras que recogen el algodón.

Las cosechadoras de cadena sin fin recogen únicamente el algodón por uno de los lados de la hilera, aunque algunas máquinas están preparadas para llevar una segunda mitad en el otro lado de la línea.

Por último, y para resumir, vamos a enumerar las diferentes fases de trabajo de una cosechadora de fibra de algodón:

- a. Las plantas se introducen dentro de la máquina.
- b. Los husillos se humedecen.
- c. Los husillos giratorios entran en con-

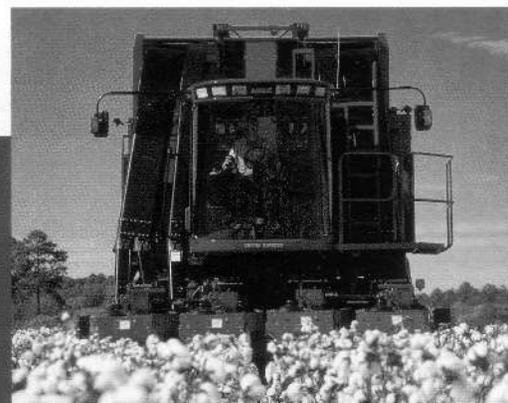
## ▶ PÉRDIDAS

### Las **pérdidas** en el **campo** pueden ser:

- *Pérdidas previas a la recolección.*
- *Pérdidas debidas al paso de la máquina, considerando tanto el algodón que queda en la planta como el que la máquina tira al suelo.*

*Las pérdidas previas a la recolección varían considerablemente, según variedades, zonas y, especialmente, condiciones climatológicas. Suelen ser mayores en las arrancadoras, ya que estas máquinas tienen que esperar más tiempo para empezar la recolección, con el fin de que la mayor parte de las cápsulas se hallen abiertas. En general, estas pérdidas oscilan entre 2 y 4 por 100 para variedades con pedúnculo resistente y adaptadas a la recolección mecánica.*

*Las pérdidas causadas por las máquinas dependen en gran medida de la habilidad del conductor.*



*Otros factores, como malas hierbas, semillas, variedades mal adaptadas al tipo de cosechadoras, mala defoliación y mala regulación de los elementos de la máquina, etc., pueden ocasionar también grandes pérdidas.*

*En general, cuando la máquina se maneja en buenas condiciones, deben esperarse unas pérdidas entre el 5 y el 10 por 100 para las cosechadoras de fibra. En condiciones no favorables pueden fácilmente llegar al 15 ó 25 por 100. A este porcentaje hay que añadir un 1 a 2 por 100 de algodón que suele perderse en las unidades de limpieza incorporadas a la máquina arrancadora.*



La cosechadora de fibra de algodón es una máquina de gran simplicidad en cuanto a regulaciones, aunque, aparentemente, presente unos mecanismos complicados.

tacto con el algodón y enrollan la fibra.

d. Los husillos son despojados del algodón por los separadores giratorios de goma.

e. Los copos de algodón son aspirados por la corriente de aire.

f. A través de las rejillas de limpieza se elimina el aire, el polvo y la hojarasca.

g. El algodón de la tolva se vuelca mediante cilindros hidráulicos y cadenas transportadoras a un remolque (Fig. VIII).

### Regulaciones y rendimientos

La cosechadora de fibra de algodón es una máquina de gran simplicidad en cuanto a regulaciones, aunque, aparentemente, presente unos mecanismos complicados. Vamos a exponer los puntos fundamentales sobre los que debe actuarse para obtener el mayor aprovechamiento de la cosechadora:

- **Altura del cabezal.** Debe regularse para que las puntas de los divisores no toquen el suelo pero recojan todas las cápsulas. Las modernas cosechadoras disponen de un sistema de relés palpadores que detectan las irregularidades del terreno y actúan sobre un circuito hidráulico para subir o bajar independientemente cada cabezal.

- **Separación de los cabezales.** Para adaptarse a las diferentes separaciones entre líneas. Normalmente, estas máquinas pueden trabajar con hileras de 0,90 a 1,10 m de separación.

- **Sistema extractor.** Es uno de los reglajes más importantes y afecta a la aproximación del sistema separador respecto a los husillos. Este reglaje deberá efectuarse en régimen de trabajo después de varias pruebas.

Además de estas regulaciones necesarias por cada plantación, deberá revisarse varias veces a lo largo de cada jornada de trabajo: el estado de los husillos –sustituyendo aquellos que tengan poco marcadas las muescas o hayan sufrido algún deterioro–, la mezcla de agua y detergente

y la actuación de las boquillas o de los humedecedores. También deben limpiarse cada jornada los husillos, para evitar acumulación de hojas, gomas y demás impurezas.

Las regulaciones de las arrancadoras de cápsulas son similares a las descritas anteriormente en las cosechadoras de fibra referentes a altura del cabezal y separación de los cabezales. Cuando los órganos arrancadores están formados por cilindros flexibles, éstos pueden regularse en inclinación y en separación tanto frontal como posterior.

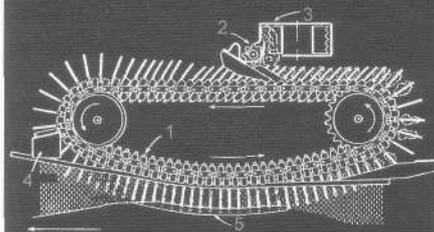
En las arrancadoras con dedos o dedos recogedores, sus regulaciones son manuales y mínimas, pudiendo variar únicamente la altura total de trabajo y la separación de los dientes con la rejilla inferior.

La capacidad de trabajo, tanto en las cosechadoras como en las arrancadoras, se ve afectada por una gran cantidad de factores. Entre todos ellos vamos a destacar:

- Características de las plantas.
- Densidad de plantación
- Cuidados de cultivo.
- Defoliación. En las cosechadoras de husillos no puede aplicarse defoliante si se quiere realizar una segunda pasada, por lo que su rendimiento total será inferior.
- Humedad. No es conveniente recoger el algodón con una humedad superior al 10 por 100.
- Características constructivas del mecanismo arrancador.
- Cuidados y regulaciones de la máquina.

En la Tabla adjunta se expresan los valores medios de pérdidas obtenidos para arrancadoras y cosechadoras de algodón. ①

FIGURA VII.



Esquema de funcionamiento de una cosechadora de fibra de algodón con cadena sin fin (vista superior):

- 1, cadena de husillos.
- 2, separadores de fibra.
- 3, conductos de recogida y transporte.
- 4, platos humedecedores.
- 5, placa de presión.

FIGURA VIII.



Vaciado de la tolva a un remolque (Case).

### PÉRDIDAS DE LA MÁQUINA

Arrancadoras de cápsulas	Algodón en el suelo (%)	Algodón que queda en la planta (%)
De rodillo flexible	2-6	0, 5-1
De peine de púas	4-8	2-3
Cosechadoras de fibra	3-7	4-8