

Cosechadoras de cereal: historia, elementos y funcionamiento

Principales características técnicas de las máquinas cosechadoras existentes en el mercado actual

El texto de este artículo, que trata sobre las cosechadoras de cereales y otros equipos de recolección de grano, es un avance de la nueva edición del libro "Las máquinas agrícolas", del que es autor Jaime Ortiz-Cañavate.

Constantino Valero, Jaime Ortiz-Cañavate.
Dpto. Ingeniería Rural. UPM.



F. 1. La maquinaria empleada para la recolección de cereales puede emplearse para otros múltiples cultivos (New Holland).

En este artículo vamos a tratar los equipos empleados para la recolección de cultivos aprovechados por sus granos (semillas o frutos de pequeño tamaño y consistencia dura) como son los cereales (trigo, cebada, avena, centeno, maíz, sorgo, arroz...), otros tipos de granos oleaginosos como girasol, colza, soja, cártamo, así como las leguminosas para grano (lentejas, yeros, judías, guisantes, garbanzos, etc.). En la práctica, la maquinaria empleada para la recolección de todos estos cultivos es básicamente la misma que la usada para cereales (**foto 1**), con algunas modificaciones, regulaciones especiales y accesorios.

A lo largo del artículo explicaremos tres aspectos de las cosechadoras: la evolución histórica de la recolección de cereales, los elementos básicos que forman parte de estas máquinas y, finalmente, su modo de funcionamiento, regulación y pérdidas. Además de exponer los elementos y componentes más ha-

bituales de las cosechadoras, hemos querido incluir especialmente las novedades y avances técnicos que se empiezan a implantar en las cosechadoras, como pueden ser los sistemas de trilla forzada, la separación rotativa, los sensores electrónicos de rendimiento, etc.

El artículo se completa con una descripción de las características técnicas de las cosechadoras del mercado actual.

L Sistemas tradicionales de recolección

En nuestra memoria, y en la de nuestros padres y abuelos, quedan aún las imágenes de cómo se hacía la recolección manual de cereales, mediante cuadrillas de segadores que iban cortando la mies a golpe de hoz. El cereal segado se agrupaba en manojos atados (gavillas o haces) que se acarrearán hasta la era. Las eras, parcelas allanadas tapizadas de piedras planas o en otras regiones grandes piedras lisas en las laderas del monte, se usaban para realizar la trilla. Sobre

ellas se extendía la mies y se pasaba por encima con caballerías que arrastraban los trillos de pedernal (tablas de madera con piedras incrustadas) para desprender el grano de la espiga. La mezcla de grano y paja se agrupaba y lanzaba al aire aprovechando días ventosos ("aventado"), para conseguir que el aire arrastrase lejos la paja, de menor peso que el grano. El cereal así limpio había de ser barrido del suelo y cargado en carros para su transporte.

Afortunadamente, la maquinaria agrícola hizo su aparición y aligeró considerablemente estas duras tareas de recolección. En 1834, en EE.UU., Mc Cormick obtuvo la patente de su segadora tirada por caballos. En 1850 se construyeron las primeras segadoras-agavilladoras y en 1890 apareció la segadora-atadora (**foto 2**), que se complementaba con otras máquinas como los trillos rotativos, aventadoras, etc. Los primeros intentos de construir una trilladora se realizaron en Escocia en el siglo XVIII y en 1840 había ya fábrica de trilladoras de cierta importancia en Estados Unidos. Hoy en día, estas máquinas sólo se emplean en el mundo en regiones con agricultura de minifundio o en áreas en vías de desarrollo sin acceso a la maquinaria agraria avanzada. De hecho, la maquinaria de recolección de granos es la que ha sufrido un mayor proceso de transforma-



F. 2. Segadora-trilladora-atadora en Alemania en 1937 (Claas).



F. 3. Cosechadora arrastrada de flujo longitudinal-transversal (1946, Claas Super).



F. 4. Las cosechadoras autopropulsadas aparecieron en Europa alrededor de los años 50 (Claas SF).

ción desde su aparición, siendo normal en los países desarrollados el uso de las modernas cosechadoras autopropulsadas.

Escasamente pueden verse en el campo algunas segadoras-atadoras de reducidas dimensiones, usadas en parcelas pequeñas en combinación con la trilladora. Una de sus ventajas en zonas húmedas es que puede utilizarse cuando el grano tiene una humedad incluso del 30%. La mayoría son autopropulsadas, adaptadas a un motocultor (motosegadoras-atadoras). La barra de corte es de tipo normal, con una separación entre dedos de 3 pulgadas (76,2 mm). La capacidad de trabajo de la máquina es de 0,20-0,25 ha/h. Las modernas motosegadoras-atadoras, de 7 a 9 kW, tienen un mecanismo de atado simplificado, situado en posición central inmediatamente detrás de la barra de corte.

Después de formadas las gavillas y, en su caso, dejadas orear para que la humedad del grano sea inferior al 20-22%, se procede a su trilla mediante trilladoras, donde se produce la separación del grano de la paja y, posteriormente, una vez limpio, se ensaca.

2. Cosechadoras de cereales

Lo mismo que puede decirse que el tractor es el "rey" de la mecanización agraria, a la cosechadora puede asignársele la denominación de "reina" por realizar una multiplicidad de acciones simultáneamente (siega, trilla, aventado y clasificación de semillas), ahorrando una cantidad muy grande de mano de obra. Así, en el siglo pasado, la siembra a mano y la recolección con hoz de una hectárea de trigo suponía un empleo de unas 1.400 hUTH, mientras que, actualmente, en las grandes explotaciones cerealistas muy mecanizadas el mismo trabajo se realiza con 5-10 hUTH, intervinando para este resultado asombroso con igual intensidad de empleo el tractor y la cosechadora.

La cosechadora, en su larga evolución, cuenta con más de cien años de existencia, apareciendo en primer lugar en el Oeste americano (concretamente en California) y en Australia. Las primeras cosechadoras estaban accionadas a partir de la rueda del suelo y eran tiradas por grandes recuas de animales (¡hasta 40 caballos;) o por tractores de vapor. Las cosechadoras accionadas por tractor de vapor se introdujeron hacia 1880. En 1916 había ya cosechadoras arrastradas por tractor (foto 3), pero accionadas por un motor propio de gasolina. La cosechadora autopropulsada se introdujo comercialmente en Estados Unidos hacia 1938 (foto 4). En España, las cosechadoras autopropulsadas realizan en la actualidad la recolección de más del 98% de los cereales, habiendo sido su evolución la que aparece en el cuadro I.

En nuestro país, la cantidad de cosechadoras autopropulsadas ha mostrado una tendencia a la disminución durante los últimos años, debido a que más del 90% de la recolección de cereales se realiza con cosechadoras alquiladas.

Los tipos de cosechadoras que existen son: la autopropulsada y las de arrastre.

Dentro de las de arrastre, ya en desuso, tenemos las accionadas por la t.d.f. del tractor y las que lo son mediante un motor similar. Modernamente, todas las cosechadoras son de

tipo longitudinal, es decir, que el recorrido de las mies dentro de la cosechadora es de delante a atrás, sin cambiar de dirección, mientras que algunos de los modelos anteriores de arrastre eran de tipo longitudinal-transversal, con objeto de hacer la máquina arrastrada más corta, aunque resultase más ancha. El montaje de estas cosechadoras al tractor puede realizarse a la barra de tiro posterior o lateralmente. La principal ventaja de las cosechadoras de arrastre es su bajo costo, lo que hace que resulten económicas aún para pequeñas superficies. Sin embargo, su reducida maniobrabilidad es bastante perjudicial en las parcelas pequeñas, ya que a veces es preciso pasar sobre la mies o tener que abrir una calle para entrar en la parcela, inmovilizando además un tractor durante el trabajo.

Las cosechadoras autopropulsadas son las que se emplean en la actualidad. En la foto 5 se muestra el esquema de una cosechadora autopropulsada; sus elementos constitutivos más importantes son: 1) molinete, 2) divisor lateral, 3) barra de corte, 4) sinfín embocador, 5) elevador de cadenas, 6) separador de piedras, 7) cilindro trillador, 8) cóncavo, 9) batidor, 10) separador, 11) cribas, A (superior), B (inferior), 12) zarandón o sacudidor, 13) ventilador, 14) sinfín recogedor de grano limpio, 15) transportador de grano a la tolva, 16) tolva, 17) sinfín de descarga de la tolva, 18) sinfín recogedor de las espigas parcialmente trilladas, 19) transportador de la segunda trilla, 20) sinfín alimentador del cilindro de la segunda trilla, 21) motor, y 22) placas de goma homogeneizadoras de la salida de la paja.

Las cosechadoras tienen normalmente tres o cuatro marchas adelante y una atrás, cada una de las cuales puede ser regulada gradualmente de modo continuo en la relación 1:2, e incluso 1:2,5, mediante cambio continuo de correa trapezoidal. De este modo, se tiene a la potencia máxima del motor una variación continua de la velocidad de

CUADRO I. EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE COSECHADORAS EN ESPAÑA.

Año	Cosechadoras de cereales
1955	200
1960	2.000
1965	11.500
1970	26.000
1975	30.000
1980	42.900
1990	49.000
2000 (estim.)	48.000



F. 5. Cosechadora integral de cereales autopropulsada, con sistema de trilla mejorado mediante cilindros rotativos, y sistema de separación de sacudidores (Massey Ferguson 7200).

avance entre 1 y 25 km/h.

Al revés que en los tractores, las ruedas delanteras de las cosechadoras son las motrices y las traseras las directrices. Esto es debido a que, siendo precisamente sus ruedas delanteras las que soportan mayor peso dada la estructura de la máquina, pueden ofrecer mayor capacidad de tracción.

Las operaciones fundamentales que se realizan en el interior de una cosechadora son cinco: siega y alimentación en la plataforma de corte, trilla, separación del grano de la paja en los sacudidores o elementos análogos, limpia de grano en las cribas y almacenaje y descarga del grano.

2.1 Plataforma de corte

La capacidad de trabajo de una cosechadora viene determinada teóricamente por la anchura del corte, aunque en realidad el factor limitante es la cantidad de paja que pueden trabajar los sacudidores. Todos los dispositivos directamente relacionados con el corte se agrupan en el elemento denominado "plataforma" o cabezal. En las máquinas de gran tamaño debe desmontarse y cambiarse de posición para su transporte (remolcado), aunque existen modelos que evitan estas operaciones al disponer de plegado mecánico de la plataforma.

Los elementos de la plataforma de corte son: barra de corte, molinete y órganos de alimentación. Mientras la barra de corte

siega el tallo, el molinete abate la parte superior de la mies, asegurando su caída hacia el tornillo sinfín embocador, que se encargará de conducirla hacia la boca de alimentación y desde allí, por medio de una banda elevadora interior, llegará al mecanismo de trilla.

La barra de corte puede regularse en altura, así como equiparse con dedos auxiliares levanta mieses. A ambos lados de la plataforma de corte van unos divisores de mies en forma de cuña. El molinete, por su parte, admite varias regulaciones: velocidad de giro y posiciones de altura y en avance respecto a la cuchilla de corte.



F. 6. Conjunto del mecanismo de trilla: cilindro desgranador (verde) sobre el cóncavo, cilindro lanzapajas (azul) y cilindro adicional de separación rotativa (rojo) que puede ser ajustado en altura (turboseparador Deutz-Fahr).

La barra de corte es similar a la de una segadora, siendo la separación entre dedos de la misma anchura que una cuchilla, es decir, 3 pulgadas (76,2 mm).

La anchura de trabajo de una cosechadora autopropulsada actual oscila entre 3 y 9 metros, siendo los más frecuentes: 3,6; 4,2; 4,8; 5,4 y 6 m.

El molinete se construía antiguamente con 4, 6 u 8 tablas dispuestas radialmente, de una forma comparable a las segadoras-atadoras. Sin embargo, el choque con las espigas ocasionaba pérdidas importantes por desgrane tanto más cuanto más baja era la humedad de la espiga, sustituyéndose por las formas actuales con dedos dotados de orientación fija durante toda la vuelta, lo cual se consigue fácilmente mediante paralelogramos articulados.

Si el molinete fuera de espas fijas, el impacto de sus espas con las espigas podría ser oblicuo, lo cual hace que se rompa la espiga o se caigan los granos al suelo, con las pérdidas que dichos sucesos representan, mientras que si los dedos miran siempre hacia abajo, su posición con respecto a la espiga será vertical, cuyas características son las más favorables.

La posición del molinete también dependerá de si la mies está tumbada o no. En el primer caso, el molinete estará más adelantado y más bajo que en el segundo. El diámetro del molinete es de 100 a 150 cm y su velocidad de giro oscila entre 15 y 25 r/min, pudiendo llegar a 50-60 r/min.

Los órganos de alimentación están constituidos por el tornillo sinfín embocador y por la banda elevadora. El primero tiene tres partes diferenciadas; las dos extremas tienen el paso en sentido opuesto, con objeto de obligar a la mies a ir hacia la parte central, en donde se la empuja en dirección a la banda elevadora con ayuda de unos dedos retráctiles. Esta banda elevadora está constituida por dos o tres cadenas unidas mediante barras angulares de chapa de borde dentado, que empujan a la mies a través de la rampa inclinada que asciende hasta el cilindro desgranador. La banda elevadora está en posición flotante y la tensión del rodillo inferior la regula un muelle, con el fin de conseguir un mejor ajuste a la mies.

2.2 Elementos de trilla

La operación que realizan los elementos del sistema de trilla de una cosechadora es la separación del grano de la espiga. Los

órganos de trilla de una cosechadora convencional (**foto 6**) son el cilindro desgranador y el cóncavo, con los que se separa, es decir, se trilla, alrededor del 90% de los granos. Este número también se conoce como "eficacia de trilla".

Para poder realizar la trilla se necesita que la humedad del grano sea inferior al 20-22%, mientras que para almacenarlo es conveniente que la humedad no pase del 15%.

Existen básicamente dos tipos de cilindros desgranadores:

- De dientes o dedos. Se llama también cilindro "americano"; en él, unos dedos metálicos periféricos pasan por entre cada dos dedos fijos del cóncavo, produciéndose el desgranado por fricción de las espigas entre los dedos fijos y móviles. Este sistema en la actualidad apenas se utiliza, si bien se adapta eficazmente a la recolección del arroz. Absorbe más potencia que el de barras.

- De barras. Es el que más se utiliza. Está constituido por 6 u 8 barras periféricas de acero que presentan una forma exterior redondeada y cubierta de estrías oblicuas. Como se ve en la **foto 6**, dos barras sucesivas están dispuestas en el estriado inclinado de distinta dirección, con objeto de que la mies no se desplace hacia un extremo del cóncavo. Este tipo es llamado "europeo", y sus características son: diámetro comprendido entre 400 y 600 mm; longitud entre 0,80 y 1,80 m y su velocidad generalmente regulable entre 400 y 1.600 r/min.

El cilindro desgranador es un órgano de gran masa que gira a una elevada velocidad, por lo que es necesario equilibrarlo no sólo estática, sino también dinámicamente. Por ello, al realizar el cambio de uno de sus elementos (una barra, por ejemplo) es necesario equilibrarlo de nuevo dinámicamente. De este modo, no se ve amenazada la vida útil de los cojinetes y apoyos, así como se evita la presencia de fuerzas perturbadoras causantes de vibraciones y ruidos molestos.

Para proteger el cilindro desgranador del impacto con piedras, suele disponerse un depósito previo antes del cóncavo en el que quedan retenidas las piedras u objetos extraños antes de que puedan dañar el sistema de trilla. Detrás del cilindro desgranador va un cilindro batidor, también llamado lanzapajas o molinete expulsor, que ayuda a pasar la paja a los sacudidores. En ocasiones, algunos fabricantes montan más cilindros junto al desgranador, como los cilindros aceleradores de mies, que contribuyen al proceso de trilla y hacen más fluido el paso de la paja.

CUADRO II. VELOCIDADES DEL CILINDRO DESGRANADOR PARA DIVERSOS CULTIVOS

	Número de revoluciones por minuto (r/min)	*Velocidad periférica (m/s)
Cebada de invierno	1.000-1.200	25-30
Trigo y centeno de invierno	900-1.150	22-29
Cebada de primavera	950-1.100	23-38
Trigo de primavera	900-1.200	22-30
Avena	900-1.150	22-29
Arroz y sorgo	800-1.000	20-25
Soja	500-700	13-18
Guisante y lentejas	400-600	10-15
Girasol	350-450	9-11

* Para grano dedicado a semilla. En el caso de dedicarse a consumo, pueden aumentarse estas cifras en 100 r/min.

Las dos regulaciones que pueden hacerse son la velocidad del cilindro y la separación entre cilindro y cóncavo. Cuando el grano está húmedo es conveniente aumentar la velocidad, mientras que cuando está seco conviene disminuirla. Igualmente, si se parte grano es preciso separar el cóncavo, mientras que si se pierde con la paja es necesario acercarlo. La separación entre el cilindro y el cóncavo es distinta a la entrada y a la salida. La separación en la entrada es $S_1 = 13-18$ mm, y en la salida $S_2 < d$, siendo d el diámetro medio de los granos. Como orientación se puede decir que para trigo de invierno, avena y centeno, la distancia entre el cilindro y el cóncavo es de 15/5 (15 mm a la entrada y 5 mm a la salida), aunque la entrada puede reducirse a 10 mm. Distancias más pequeñas sólo son recomendables para cebada y trigo de primavera.

Referente el cóncavo, se caracteriza por el ángulo de trilla a que varía entre 100° y 120°, determinado por el sector que abarca desde la entrada hasta la descarga. La longitud de dicho sector y su anchura establecen la superficie de trilla. Esta longitud viene a estar comprendida entre 50 y 65 cm, según el diámetro del cilindro.

A mayor número de revoluciones del cilindro, la eficiencia de trilla es mayor y las pérdidas de grano menores, aunque también hay más peligro de daños por rotura del grano.

La eficacia del trabajo de un dispositivo de trilla se determina en función de su velocidad periférica, estableciendo las pérdidas y los daños producidos en cada punto. Un dispositivo de trilla puede calificarse como bueno cuando hay una zona óptima de trabajo en la que tanto las pérdidas como los daños que se producen son despreciables.

En el caso de grano para siembra, la rotura de la semilla no debe pasar del 3%; por ello, la velocidad del cilindro desgranador debe ser la especificada en el **cuadro II**.

2.3 Elementos de separación y limpia

Las funciones que realiza el sistema de limpia de una cosechadora son:

a) La separación del grano de la paja.

b) La limpieza del grano o separación del tamo, envolturas, polvo y semillas extrañas.

Los órganos de separación y limpia de una cosechadora convencional son:

- Sacudidores: criba única o conjunto de cribas con amplios agujeros y con movimiento de vaivén, que sirve para separar el

resto del grano (10%) que queda entre la paja.

- Caja de limpia, con una o varias cribas con movimiento oscilante para separar el grano de la paja corta y del tamo, que son arrastrados por la corriente del ventilador.

Por analogía con elementos de las antiguas trilladoras, los sacudidores son denominados también sacapajas o zarandones, y el fondo inclinado de la caja de cribas que recoge las granzas, valero.

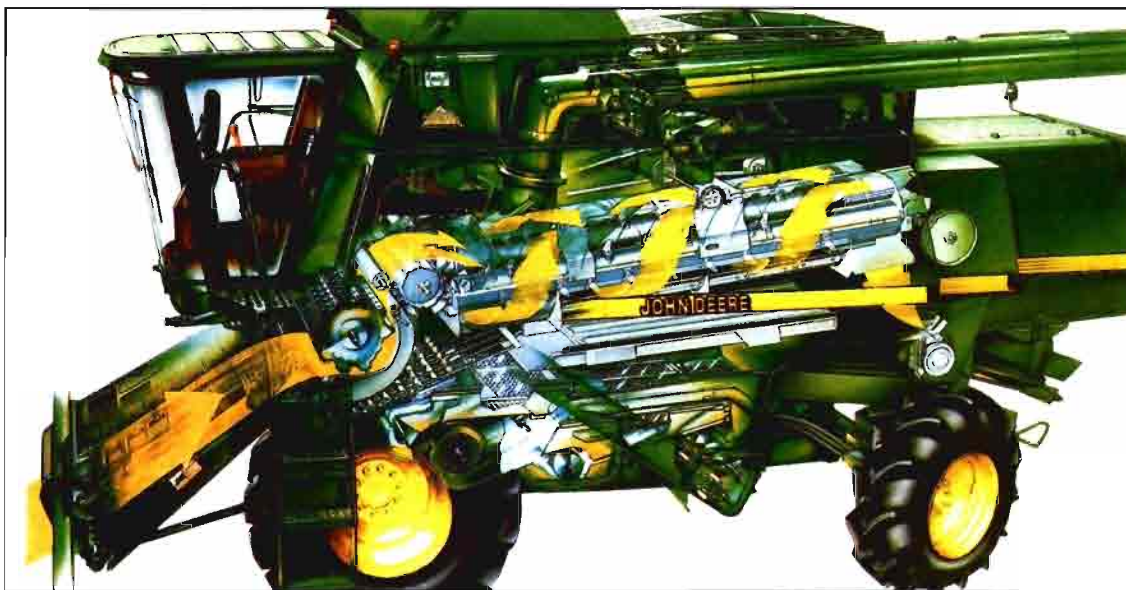
La cosechadora realiza múltiples acciones simultáneas (siega, trilla, aventado y clasificación de semillas), ahorrando mucha mano de obra

El sacudidor convencional está constituido por un conjunto de rejillas calibradas que permiten el paso del grano y la paja corta. Puede estar formado por un solo elemento o por varios elementos dentados en forma de rampas oscilatorias accionadas por un cigüeñal, cuyo radio de muñequilla varía entre 4 y 10 cm, desplazándose adelante y atrás a un ritmo de 200 a 250 oscilaciones por minuto.

En ambos casos, se montan según una pendiente creciente a partir de la zona de descarga del cilindro, de 8 a 15°. Esta pendiente ha de ser suficiente para que se separe el grano que queda sin trillar, pero no excesiva, con objeto de que no se obligue a trabajar demasiado a la máquina y se produzcan atascos.

El tamaño del sacudidor es uno de los parámetros que en gran medida condicionan la capacidad de asimilación de producto de la cosechadora. Ésta puede ser estimada, como valor indicativo, entre 1 y 1,2 kg/s por m² de superficie.

Para favorecer la separación del grano remanente en la paja y el flujo de la misma, so-



F. 7. Sistema de separación de flujo axial de dos rotosres situados delante del sistema de trilla convencional (cilindro desgranador + cóncavo) (John Deere CTS).

bre algunos sacudidores se instalan ahuecadores intensivos o batidores, dotados de púas oscilantes o giratorias, que remueven la paja según avanza.

Por último, el grano y la paja corta e impurezas son vertidas al sistema de limpieza, bajo los sacudidores donde se produce la separación del grano de la paja. Los primeros granos desprendidos caen sobre la parte anterior de las cribas, más cercana al cóncavo debajo del cilindro desgranador, que está formada por una bandeja sin orificios, denominada "bandeja de grano".

La criba o cribas inferiores van provistas de agujeros redondos, ovalados, triangulares, alargados, etc., o tienen forma de malla con orificios cuadrados o rectangulares. En ocasiones, las cribas no son planas, mostrando unas prominencias y depresiones al nivel de los agujeros que facilitan la caída del grano a través de ellos (tipo labiado). Existen también cribas de abertura regulables, conocidas como "tipo Graepel". En ocasiones son intercambiables, pudiendo sustituirse unas por otras de acuerdo con la forma del grano recolectado.

Las cribas vibran con un movimiento oscilatorio de 200 a 300 oscilaciones por minuto, con objeto de facilitar la limpieza final del grano. La superficie de la criba superior está comprendida entre 1,70 y 2,20 m² por metro de anchura del cilindro, mientras que la inferior oscila entre 1,20 y 1,40 m².

El ventilador genera debajo de ellas una corriente de aire que separa las partículas más pesadas (grano) de las más ligeras (tamo, impurezas). Dicha separación se consigue mediante la conjunción del aire y de los elementos mecánicos (cribas). El tipo de ventilador más utilizado es el de paletas axiales, que

manda radialmente la corriente del aire. En algunos modelos se utilizan los de paletas radiales que mandan una corriente axial.

La corriente de aire que lanza el ventilador puede regularse abriendo o cerrando la toma de aire del ventilador por medio de chapas móviles colocadas lateralmente y también mediante unos deflectores que modifican la dirección de dicha corriente de aire.

Debajo de las cribas y en posición posterior se encuentra un tornillo sinfín que sirve para recoger las granzas (trozos de espiga sin desgranar) que puedan caer desde el final de los sacudidores y cribas. Mediante los canales de retorno se incorporan las granzas al cilindro desgranador para ser trilladas de nuevo.

El grano es finalmente ascendido hasta la tolva, desde donde se vacía mediante un largo brazo articulado. Este brazo gira unos 100° por su base y descarga el grano (50-100 l/s) gracias a un tornillo sinfín hacia un remolque o camión que se sitúe en paralelo a la cosechadora, pudiendo realizarse esta operación mientras se cosecha.

2.4 Los nuevos sistemas de separación alternativos

En los modelos de cosechadoras más avanzados se están implantando cada vez más otros sistemas de trilla y limpia diferentes a los vistos anteriormente.

El sistema de separación rotativa de flujo axial es el que sustituye el cilindro desgranador típico transversal y todo el sistema de limpia por una pareja de cilindros desgranadores paralelos (uno o dos, según tipos) longitudinales a lo largo de la cosechadora y de grandes dimensiones, que giran dentro de otros dos cilindros fijos concéntricos.

Cada rotor cilíndrico longitudinal posee las

siguientes partes:

- Aspirador de paletas helicoidales en su extremo anterior para alimentar la mies.
- Conjunto de barras o dedos trilladores dispuestos helicoidal y longitudinalmente en su primera mitad por su superficie, en ocasiones con aristas o estrías.
- Conjunto de dedos más espaciados en su segunda mitad o barras lisas helicoidales, cuya misión es la de separar el grano de paja previamente trillado.

Cada uno de los cóncavos longitudinales exteriores está cerrado por su parte superior y abierto mediante rejilla por debajo. Constan de una serie de barras helicoidales en su cara interna, situadas en la parte superior, mientras que en la mitad inferior se hallan las

rejillas de trilla, que funcionan como cóncavos longitudinales. Éstas son intercambiables en la zona anterior o de trilla propiamente dicha, y fijas en la parte posterior donde se lleva a cabo la separación.

La mies, que llega desde el canal de alimentación, es obligada a pasar entre los cilindros desgranadores y los cóncavos. El grano desprendido cae a través de los cóncavos hacia la caja de cribas convencional, mientras que la paja sigue girando hasta su abertura posterior.

Este sistema alcanza mayor eficacia cuando la velocidad periférica del rotor (o rotores) se sitúa aproximadamente en los 25 m/s para cultivos de cereal del tipo trigo y cebada. Se han observado mejoras de rendimiento en cosechadoras de maíz, pero se muestra similar al sistema clásico en la recolección de cereales de invierno. Al ser más corta la cosechadora resulta más maniobrable y su mecánica más sencilla. Además, con este sistema, los procesos de trilla y separación se realizan en la mitad de tiempo que en una cosechadora convencional.

Basados en este sistema de separación de flujo axial existen dos tipos de máquinas:

a) De rotor único: dicho rotor tiene un diámetro de ~75 cm y una longitud de ~270 cm, presentando una superficie de trilla y separación de ~2 m². La velocidad de rotación puede regularse entre 280 y 1.040 r/min.

b) De doble rotor: se compone de dos rotores paralelos que giran en sentido inverso de unos 220 cm de longitud y unos 45 cm de diámetro cada uno, que giran a una velocidad regulable entre 580 y 1.320 r/min. La superficie de trilla y separación es también de ~2 m². Los dos cilindros giran en sentidos inversos, lo que contrarresta vibraciones al conjunto, disminu-

COSECHADORAS



LEXION (9 modelos diferentes)

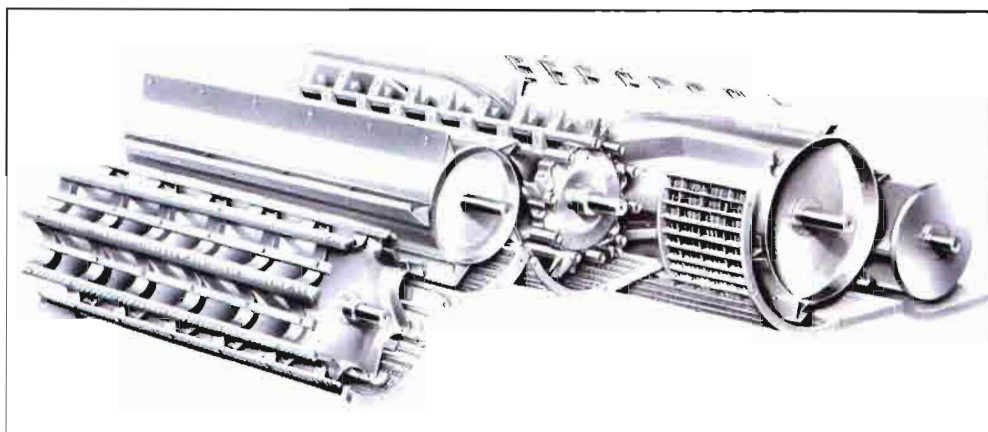
LA NUEVA CLASE

Cosecha de calidad, rápida adaptación de un tipo de cultivo a otro, automatización de trabajos por ordenador y, como siempre, el máximo confort en el puesto de conducción. Así son las LEXION de CLAAS, distinguidas por su acelerador de mies APS que aumenta el rendimiento en la trilla. Recoja altas producciones, altos beneficios.



CLAAS IBÉRICA, S.A.
Ctra. Nacional II, km. 23,6
Apartado: 19
28850 Torrejón de Ardoz (Madrid)
Tel.: 91 655 91 52
Fax: 91 676 26 64
e-mail: claas.iberica@claas.com
Internet: <http://www.claas.com>

CLAAS



F. 8. Separación forzada mediante cilindro de doble flujo lateral. De izq. a dcha.: desgranador, sacapajas, separador rotativo, cilindro de doble flujo y batidor.

yendo notablemente el ruido y las molestias para el conductor.

Existen diversas variaciones sobre el sistema de separación de flujo axial explicado. Un diseño muy parecido al anterior es el que mantiene el sistema de trilla convencional además de la caja de cribas, pero sustituye los sacudidores planos por uno o dos cilindros separadores rotativos (John Deere, **foto 7**). En este caso los rotores ya no realizan la trilla, que es llevada a cabo por el cilindro desgranador transversal normal con su cóncavo, por lo que aquellos presentan un diseño más sencillo y con menos dedos.

Se han desarrollado también otros sistemas de separación forzada, que sustituyen los sacudidores por órganos diferentes: separación rotativa con cilindro múltiple, y separación rotativa de doble flujo lateral.

El primero de ellos, o de cilindro múltiple, consta de una serie de ocho cilindros transver-

sales dentados, paralelos al de trilla y con sus respectivos cóncavos, por entre los cuales circula la paja así como el grano no recogido en el cilindro. Cada uno de los cilindros dispone de seis barras transversales de fricción. La superficie total de los cóncavos es de unos 8 m².

El segundo, de doble flujo lateral (**foto 8**), está compuesto por dos o tres cilindros similares a los anteriores detrás del desgranador, más un rotor cilíndrico de gran anchura, todos paralelos. Sobre el último cilindro se montan unas aristas helicoidales simétricas que desplazan la paja a un lado y a otro del plano vertical medio de la máquina, y hacen que el producto de una vuelta completa su alrededor. Bajo este rotor se dispone otro cóncavo cuya superficie es de ~4 m². Dicho sistema permite el paso de la paja a una velocidad tres veces superior que uno convencional. Gracias a la fuerza centrífuga generada, el material se pega a las paredes del cóncavo expulsando

los granos sueltos. En ocasiones se combina este dispositivo con el de doble cilindro axial instalando: desgranador + cilindro de doble flujo + pareja de cilindros axiales (Claas, **foto 9**).

2.5 Dispositivos auxiliares y sistemas automáticos

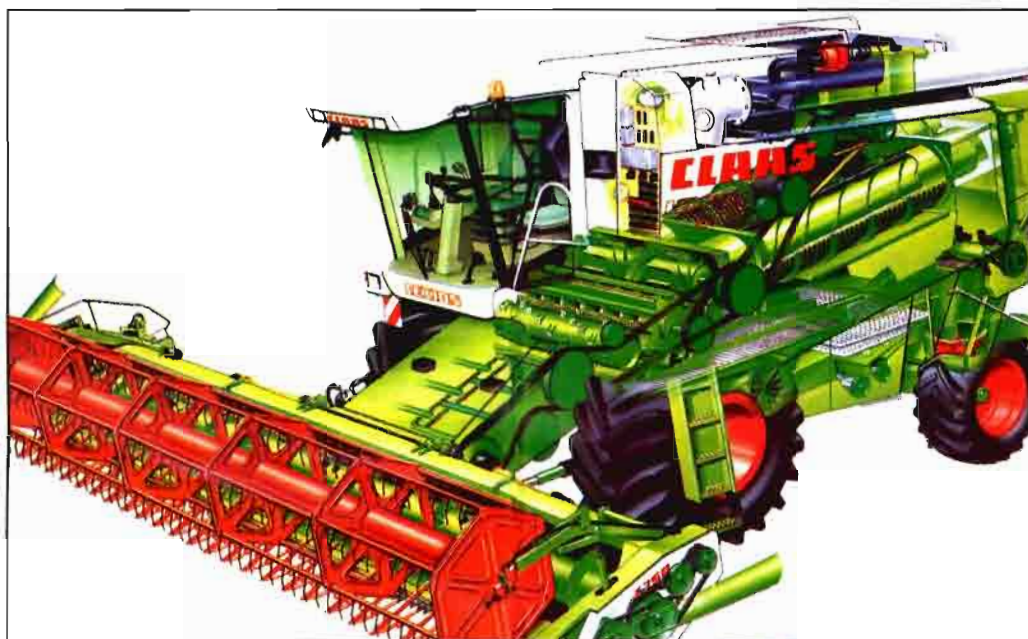
La plataforma de corte es un elemento de la cosechadora en el que se forman con frecuencia atascos de producto, que paralizan la labor y obligan al conductor a operar sobre el punto de atasco. Por ello, es frecuente que las plataformas actuales incorporen un sistema de inversión del giro desde la cabina para desatascar automáticamente los órganos de alimentación. Además, para facilitar su transporte y maniobrabilidad existen plataformas de corte plegables, como las de la **foto 10**.

Para realizar una correcta limpia de granos con cubiertas adheridas es necesario montar en la cosechadora un desbarbador. Este elemento recibe el nombre de su función: la separación de las barbas de las glumas adheridas sobre el grano en el caso de la cebada. En algunas máquinas está constituido por un cilindro cerrado dentro del cual gira un tambor o un cono provisto de dientes o listones, moviendo el grano en sentido axial. Otras veces, el desbarbado se realiza sencillamente mediante la colocación de unas barras estriadas adicionales sobre el primer tramo del cóncavo, obturando de este modo una parte de su recorrido.

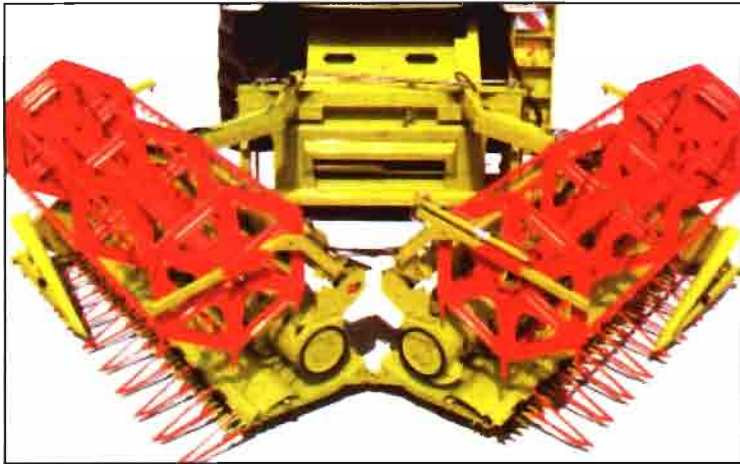
Normalmente, la paja cae libremente al suelo para ser posteriormente recogida y empaçada. Sin embargo, en ocasiones, la propia cosechadora puede llevar en su parte trasera algunos dispositivos de picado: un cilindro triturador o un disco picador-espardidor que, al mismo tiempo que pican la paja, la distribuyen sobre el terreno. En estos casos hay que incrementar la potencia de la cosechadora en un 8-10%, pero el inconveniente mayor de estos dispositivos es que pueden causar averías, lo que hace que se interrumpa el trabajo de toda la cosechadora.

El trabajo en terrenos desiguales o en pendiente, afecta tanto a la plataforma de alimentación como a la separación y limpia. Respecto a la primera, mediante los sistemas electrónicos de autoflotación, la plataforma de corte se mantiene paralela a la superficie del terreno longitudinal y transversalmente, produciendo una altura de rastrojo uniforme. El sistema incluye cilindros hidráulicos de doble efecto y sensores ultrasónicos instalados en la parte inferior del cabezal que miden constantemente la distancia al suelo, de forma que el cabezal sube o baja automáticamente auxiliado por unos patines de presión.

En las cosechadoras que suelen trabajar en terrenos en pendiente, la acumulación del



F. 9. Cilindro trillador adicional antes del desgranador + cilindro de doble flujo (aristas en cuña) + separadores rotativos axiales (APS + Rotoplus en Lexion, Claas).



F. 10. Plataforma de corte plegable que reduce tiempos muertos y facilita el transporte (Claas).

material a un lado de los sacudidores y cribas puede provocar pérdidas de grano o, al menos, baja eficacia de separación. En algunas máquinas simplemente se coloca una pantalla vertical a lo largo de los elementos de limpia, con objeto de poder aprovechar mejor la superficie de las cribas y los sacudidores, en el caso que sean de un solo cuerpo. Las cosechadoras de flujo axial evitan en parte este problema.

Existen también cosechadoras autonivelantes para terrenos con pendiente de hasta el 45%. La nivelación se consigue mediante unos cilindros hidráulicos que modifican la posición de las ruedas con respecto al cuerpo de la máquina, a la vez que oscila el cabezal (**foto 11**). De esta forma, el bastidor de la máquina se mantiene siempre en posición vertical y las cribas y sacudidores, horizontales. El accionamiento de los cilindros se suele realizar a través de un mecanismo electrohidráulico consistente en un péndulo, el cual al variar de posición establece un contacto eléctrico que repercute en el accionamiento de una válvula de solenoide, que su vez se encarga de controlar el flujo de aceite de los cilindros correspondientes hasta que el péndulo deja de establecer dicho contacto.

Otra solución al problema de las pendientes es la de implementar sacudidores o cajas de cribas basculantes. Éstas, según la inclinación del terreno, pueden autonivelarse para salvar inclinaciones de hasta el 17%.

Las nuevas cosechadoras de cereales buscan aumentar el confort del conductor. Las cabinas son centros de trabajo desde



Foto 11. Cosechadora autonivelante para laderas.



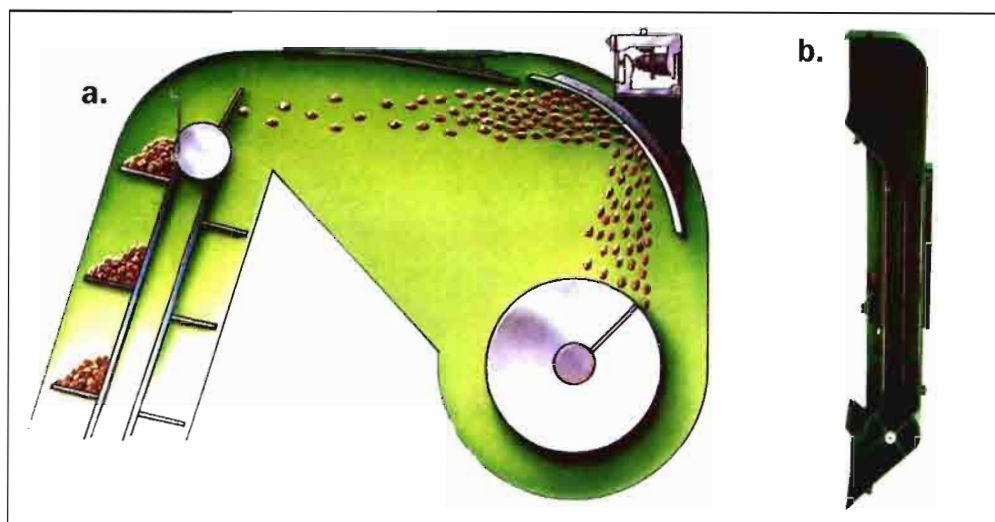


Foto 12. a) Sensor de masa en el elevador de grano. b) Sensor de humedad para medir rendimiento (Green Star, John Deere).

los que se pueden controlar todos los elementos de la máquina de forma fácil y cómoda. Todos los fabricantes incorporan monitores digitales o pilotos analógicos que informan al conductor de las operaciones que la máquina está realizando, de los regímenes de funcionamiento de los elementos y de los posibles problemas o averías. Mediante mandos multifunción y pulsadores varios, el operador puede regular el cabezal, el sistema de trilla, los sacudidores y cribas, el funcionamiento del ventilador de limpia, la descarga, etc.

Se ofrecen, además, sistemas de guiado automático del cabezal a lo largo de la línea de cultivo, que facilitan en gran medida el manejo de la cosechadora al operario, el cual puede dedicarse a controlar las regulaciones sobre la marcha. Algunos de estos sistemas de conducción automática están basados en emisores de radiación, como puede ser un haz láser, que mandan señales hacia la mies sin recoger y hacia el rastrojo de la pasada anterior. Gracias a la diferencia de respuesta, captada por unos sensores, entre la señal devuelta por el rastrojo y la mies, el sistema es capaz de calcular la posición del límite de la mies no cosechada y ajustar automáticamente el extremo

de la plataforma a dicho límite.

La información que recibe el conductor en tiempo real en la cabina llega a ser muy completa gracias a sensores electrónicos adicionales (foto 12), como los sensores de masa en los conductos elevadores para medir la cantidad de grano que pasa por ellos; los de humedad en el conducto de alimentación, para comprobar el estado de humedad del grano; sensores de pérdidas de grano tras los sacudidores y similares, de forma que es fácil calcular el rendimiento real de la máquina en cada instante.

Tanto las cosechadoras integrales de cereales como las de forraje y otras máquinas pueden incorporar técnicas de información vía satélite con GPS (sistema de posicionamiento global), integrándolo en sus ya habituales consolas informativas y sus sistemas de control centralizados. El sistema GPS permite registrar los parámetros que caracterizan la cosecha en cada instante, pudiendo obtener un mapa de producción de la parcela con una alta resolución. Los datos se van al-

macenando en el ordenador de la cosechadora y se pueden exportar digitalmente o incluso transmitir vía satélite al ordenador central de la explotación para saber con exactitud la producción de cada metro cuadrado de terreno (foto 13). Apoyados en estos datos y en las diferentes características del suelo se puede planificar con elevada precisión la siembra, el abonado, el riego, la protección fitosanitaria, etc., de cada superficie de cultivo parcial. Este sistema hace posible una nueva filosofía de producción que se denomina Agricultura de Precisión (*Precision Farming*, en inglés) y ayuda al agricultor a optimizar el rendimiento de su explotación y a racionalizar su economía.

2.6 Pérdidas y regulaciones

Las pérdidas en las cosechadoras pueden ocurrir:

- Antes de la recolección, por deshiscencia natural de las espigas.
- En la plataforma de corte y en el molinete.
- En el cilindro desgranador y cóncavo: el grano se parte, no se trilla suficiente.
- En los sacudidores: el grano se pierde con la paja.
- En las cribas: el grano se pierde con el tamo.

Modernamente las cosechadoras disponen de unos detectores automáticos de pérdidas, gracias a unos sensores electrónicos que se sitúan inmediatamente detrás de los sacudidores y de las cribas. Su misión es detectar la cantidad de grano que se pierde por dichos lugares, transmitiendo una señal eléctrica a un indicador situado en el puesto de conducción. De este modo, el operario puede advertir las irregularidades del funcionamiento y trabajar con la mínima pérdida de grano.

En ocasiones, aunque la cosechadora tenga sensores de pérdidas, es necesario realizar

CUADRO III. PÉRDIDAS MEDIAS EN LOS ÓRGANOS DE UNA COSECHADORA	
Órganos	Porcentaje sobre el grano recolectado (%)
Divisores	0,1 - 0,5
Molinete	0,3 - 1,5
Barra de corte	0,0 - 4,0 *
Cilindro desgranador	0,1 - 0,2
Sacudidores	0,3 - 2,0
Cribas de limpia	0,1 - 0,3
Total	0,9 - 8,5

* Cuando el cereal está encamado

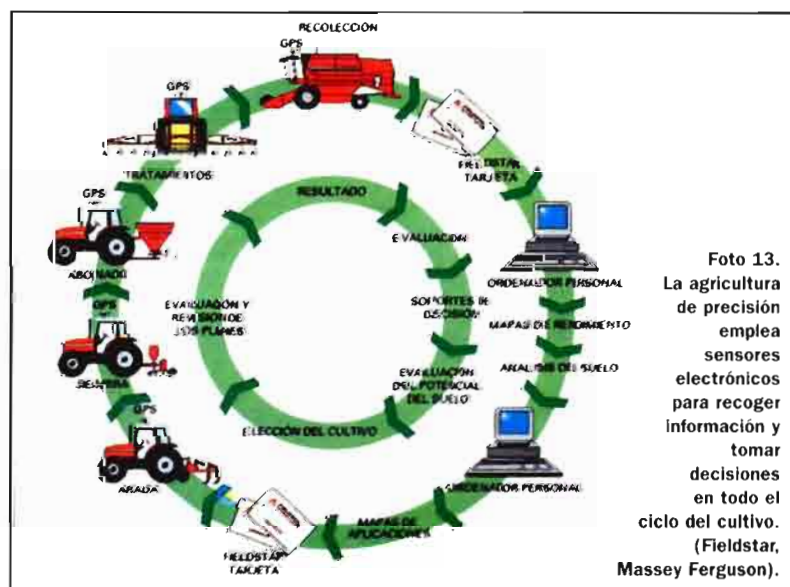


Foto 13. La agricultura de precisión emplea sensores electrónicos para recoger información y tomar decisiones en todo el ciclo del cultivo. (Feldstar, Massey Ferguson).

La Red New Holland en España

- Alava**
TECNALUTO MOTOR, S.L. C/ Portal de Gamaria, 33 01014 VITORIA
- Albacete**
AGROALBA, S.C.L. Vivero S. Cruz, s/n 02006 ALBACETE
DIEGO MORENO CARRASCO Avda. Pineda, 29 02000 VILLABROLEDO
SUMINISTROS ALBACETE, S.A.L. Pol. Ind. Campolino Avda. Pineda, 16 02006 ALBACETE
TALLER GUERDA, S.L. Ctra. de Irujo s/n 22 02400 HELLIN
- Alicante**
AGROMAQ ALICANTE COOP. VALENCIANA Ctra. De Las Metalurgias, 9 Zona D' Babel 03008 ALICANTE
- Alicante**
DE HARO MANAS, S.L. Ctra. Garrucha, s/n 04620 VERA
JIMENEZ CAPARRIOS, S.L. Ctra. Corca Baza, 18 04800 ALBOX
- Asturias**
CASADO MAQUINARIA AGRICOLA, S.L. Ctra. de la Estación, 18 (Vieja) 33420 VIELLA (SIERO)
MAQUIFER, S.L. (MAQUINARIA FERNANDEZ) C/ Cervantes, 33-B D. 33008 OVIEDO
- Avila**
OSCAR MARTIN VAQUERO Ctra. de Nohem, s/n 05200 ARZUAL
- Badajoz**
AUTOMOCION VILLANOVENSE, S.A. Herman Cortes, 70 06700 VILLANUEVA DE LA SERENA
TRAMASA SUR, S.L. Ctra. Madrid Lisboa, Km. 400 06008 BADAJOZ
- Baleares**
COMPANIA MAQUINARIA 93, S.A. Queen de Tardones, 35 07009 PALMA DE MALLORCA
GUZMAN FERRIS, S.A. Pol. Ind. MARRATXI, C/ de Tardones, 7 07141 MARRATXI
TORRES FEDELIÓN, S.L. C/ Barcelonia, 1 07100 CAUTADELA DE MENORCA
- Barcelona**
AGRICOLA FARGAS, S.L. Salient, s/n Pol. Ind. ELS DOLORS, Km. 12 08240 MANRESA
COMERCIAL AGRICOLA CASACUBERTA, S.L. Ctra. Nacional, 152 Km. 67-68 08500 VIC
COMERCIAL REYMANC, S.A. Ctra. de Manlleu, Km. 1 08500 VIC
JAIME GARRIGA VILART (TALLERES FRANQUESES) Ctra. de Canoves, 1 08520 LES FRANQUESES DEL VALLS
JUAN CORTADA, S.A. C/ Calafell, 16 08720 VILAFRANCA DEL PENEDÉS
- Burgos**
AGROMECANICA GONZALEZ, S.L. Anselmo Reina, s/n 09500 MEDINA DE RIMAH
COMERCIAL PEREZ DE MAQUINARIA, S.A. Ctra. Nacional, 1 Km. 243.1 Pol. Ind. Gertana 09607 BURGOS
GRUMEDA, S.A. Ctra. Madrid-Irujo, Km. 161 09400 ARANDA DE DUERO
PEDRO GOMEZ GARCIA, S.A. Ctra. Madrid-Irujo, Km. 234.4, 09680 VILLAZONZALO DE FERRERALES
TALLERES VILLAVILLA, S.L. Ctra. Valladolid, Km. 4.5 Pol. Ind. Los Breaos 09001 BURGOS
- Caceres**
AGROMECANICOS DURAN, S.A. Ctra. Nacional 521, Km. 9 10910 MALPARTIDA DE CACERES
COMEX, S.L. Ctra. de Cáceres, Km. 131.6 10600 PLASENCIA
DYNÉ, S.A. Pol. Ind. Pasiega 20 10600 PLASENCIA
- Cádiz**
TRAMASA SUR, S.L. Parque Empresarial Avda. Ilustración, s/n 11407 IBERZ DE LA FRONTERA
- Cantabria**
CASTELLANOS INDUSTRIAL, S.A. Ctra. Santander Torresvega, Km. 6.7 39008 ROLLO DE CAMARGO
- Castellón**
JUAN PORTER, S.A. C/ Almorox, 8 12006 CASTELLÓN
- Ciudad Real**
AGROMAQ, S.A. Avda. de Andalucía, Km. 199 13400 VALDEPENAS
AGRONI, S.L. Ctra. de la Solana, 29 13200 MEMBRILLA
MURILLO MARCHANTE, S.L. C/ Castiello, 50 13100 CAMPO DE DRIFTAMA
- Córdoba**
COMPANIA MAQUINARIA 93, S.A. Avda. La Torrejilla s/n P.11 La Torrejilla 14013 CORDOBA
- Cuenca**
AGROTRACTOR TARANCON, S.L. Ctra. Madrid Valencia, Km. 81 16400 TARANCON
LOS CANTERO DE CUENCA, S.L. Ctra. Madrid-Antigua 16114 HUENACHE DE ALARCON
ZOCAP AGRICOLA, S.L. Ctra. Madrid-Antigua, Km. 159 16600 LAS PEDROCHERAS
- Gerona**
NARCIS VERT, S.L. C/ Pasang Vicens Btu, 10 17257 TORRELLA DE MONTGR
- Granada**
COMPANIA MAQUINARIA 93, S.A. Pol. Ind. de Juncarri Pto. 33 18220 ALBULETE
- Guadalajara**
JULIAN MONTEJANO SANCHEZ, C/ Huertes, 12 19110 MONDEJAR
LARENA BAILON, C.B. Avda. de España, 20 19002 GUADALAJARA
TALLERES AGRICOLA, S.L. C/ La Merced, 3 19001 GUADALAJARA
- Huelva**
TRAMASA SUR, S.L. Pol. Ind. Fertil Nave L3 Sector A 21007 BUDIVA
- Huesca**
MAQUINARIA ORES, S.L. Ctra. Tarazona San Sebastian, s/n 22712 PUENTE LA REINA DE JACA
OSER, S.A. Artes Oficiales Ind. Sines Ptas. 30 Nave 3 22008 HUESCA
TALLERES Y SERVICIOS MARTEL S.A. Ctra. A 1140 C. 1000, s/n 22500 BINEFAR
- Jaén**
COMPANIA MAQUINARIA 93, S.A. Polig. Los Jarames, s/n 23700 LINARES
CRISTOBAL RODRIGUEZ RUIZ Avda. de Linares, 7 23400 UBEDA
- La Coruña**
AGRICOLA CASTELAO, S.L. San Juan de Mabegondo 15118 AREGONDO
JOSE A. FARINA ANDRADE Ctra. de Fristero, Km. 2.5 15102 REVOLTA CARBALLO
JOSE RAMON LOS-SANANS 15218 TARAMANCOS-NOVA
- La Rioja**
MAGANA MAQUINARIA, S.L. Avda. Aragon, 46 Pol. Ind. Puenteada 26000 LOGROÑO
PEDRO AZPETA, S.A. Avda. Cuatro Obras Pùblicas, 9 11 26250 STO. DOMINGO DE LA ALZADA
- León**
CARBAJO MOTOR, S.L. Avda. Reno de León, 27 24200 SANTA Mª DEL PARAMO
COM. BERCIANA DE MAQUINARIA, S.A. Ctra. de la Coruña, Km. 392 24410 CAMPONARAYA-PONFERRADA
JOSE FERNANDEZ GARCIA Ctra. de Burgos, s/n 24320 SAHAGUN
RAVEDO, S.A. Avda. de Fontenou, 21 24700 ASTORGA
- Lérida**
AUTOMOTOR, S.A. Pol. Ind. EL SEGRE C/ Victoria Muñoz, s/n 20191 LERIDA
MAQUINARIA AGRICOLA SOLSONA, S.A. Ctra. C 1412 (Catal Pto), Km. 12 25753 SANARJUA
- Lugo**
TALLERES CHURRILLO, S.L. Ctra. Lago Orensé, Km. 110 27302 MACEDA CORGO
- Madrid**
AGRICOLA MANZANO, S.L. Ctra. Daganzo, Km. 3.4 Pol. Ind. La Peña, 2 28415 ALCALA DE HENARES
FRANCO, S.A. Ctra. Sotoluca, Km. 24 Pol. Ind. Abresca 28340 VALDEARRO
- Málaga**
COMPANIA MAQUINARIA 93, S.A. Pol. Ind. de Artequena Pto. E 1 29200 ANTEQUERA
- Murcia**
COMERCIAL AGRICOLA MILLANA, S.A. Ctra. de Carrión, s/n 30170 MILLA
HERMANOS HEREDIA Y MILLERO, S.L. Ctra. de Aguas Claras, Km. 3800 LORCA
MAQUINASA, S.A. Ctra. de Madrid, Km. 432 30410 LOS DOLORS CARTAGENA
- Navarra**
AGRICTO REMON, S.A. Pol. Ind. LA NAVA, s/n 31100 TALLA
AGRICOLA SAKANA, S.L. Avda. de Viana, s/n 31800 ALSASSUA
ARRUBLA HERMANOS, S.L. Ctra. de Tapan, Km. 2.5 31192 MITIVA BAJA
SANTA ANA MOTOR, S.L. Ctra. de Zaragoza, Km. 98 31512 FONTELLAS
- Orense**
AGRICOLA ORENSANA, S.L. Avda. de Zamora, 55 32008 ORENSE
MANUEL GUERRA GARCIA C/ Nicolás Tenorio, 60 32551 VIANA DEL BOLLU
- Palencia**
MIRQUEZ MAQUINARIA AGRICOLA, S.L. C/ Aragón, 33 34011 PALENCIA
MIGUEZ TORRE, S.A. Avda. de Palencia, 30 34800 AGUILAR DE CAMPEO
- Pontevedra**
EDUARDO GONZALEZ ALONSO Y CIA, S.A. (GONZALO) Ctra. De Madrid, 210 36318 YIGO
- Salamanca**
COOP. UNIDAD AGRICOLA SALAMANCA Pol. Ind. El Montañón 37 37008 SALAMANCA
F.H.A.S.A. Ctra. Valladolid, 34 Pol. Ind. Los Viveros 37184 VILARES DE LA REINA
- Segovia**
CLAUDIO LAZARO GONZALEZ C/ Trinidad, 14 40237 SACRAMENTA
HERNANDEZ AGRICOLA SEGOWIA, S.L. Pol. Ind. de Segovia, 27 40008 BARRERA DE ALIARAF
TOMAS HIGUERA DE MERCADERO, C.B. (M.L. HIGUERA) Ctra. de Segovia, s/n 40134 MARGARITA
- Sevilla**
FRANCISCO CARMONA ROJAS Virgen de los Dolores, 5 41420 FUENTES DE ANDALUCIA
SEVILLANA DE MAQUINARIA, S.A. Parque Ind. Rúa Babel, 2 Nave B 41027 BARRERA DE ALIARAF
TRAMASA SUR, S.L. Ctra. Sevilla-Málaga, Km. 3 Pol. Ind. La Esperanza 41036 SEVILLA
- Soria**
HERMANOS CASTILLO MARRIDA, S.L. C/ Ramiro de Aguirre, s/n 42120 GOMARA
- Tarragona**
HERMANOS GÉLIDA, S.A. Avda. San Jaime, s/n 43870 AMPOSTA
PIJUAN COCA) SENDRA, S.L. C/ San Vicente, 6 43420 SANTA COLUMA DE QUERALT
SERVI MOTOR F. PUEY, S.L. Avda. de Aragón, 42 43780 GANDESA
TALLER SALVAT, S.L. Ctra. de Riu Pol. Ind. De Vins 43800 VALLS
- Teniffé**
VIELMA, S.L. Autopista del Norte 31 38340 LOS NARANJEROS TACORONTE
- Teruel**
CENTRO MECANICO CALAMOCHA, S.L. Ctra. Nacional Burgos Sagunto, 191 44000 CALAMONIA
MAQUINARIA AGRICOLA PLUMED, S.L. Pol. Ind. El Tollo, 7 44300 MONREAL DEL CAMPO
TALLERES FANDOS, S.L. Pol. Ind. La Paz Calle A Partem 11 44195 TERUEL
TALLERES MOLINOS, S.L. Ctra. de Zaragoza, 140 44800 ALGANIZ
- Toledo**
AGRICOLA EL PRADO, S.L. Avda. de Portugal, 96 45600 TALAVERA DE LA REINA
ANGEL FERNANDEZ DOYAGUE Ctra. de Anubanda, Km. 36.4 45224 RESENA
LUDOMA, S.A. C/ Valenciana, 14 Pol. Ind. 45907 TOLEDO
MANUEL AGUSTIN OLIVEROS RODRIGUEZ Ctra. Nacional IV, Km. 94 45780 FOMBEQUE
- Valencia**
JUAN PORTER, S.A. Avda. País Valencia, 62 46500 SAGUNTO
SARASQUETA, S.L. C/ Juan de Mártires, 19 21 46600 ALZIRA
ROMAN M OBRAS PUBLICAS, S.L. Pol. Ind. El Berr, Carr. 14 s/n 46170 ZATARRIJA
TALLERES BROSETA, S.L. C/ Anso, 75 46315 CALDOTE DE LAS FUENTES
- Valladolid**
TALLERES ARGASA, S.L. Ctra. Medina Rasocho Pto, Km. 11.7 47600 TORDEHUMOS
TANINESA, S.L. C/ Kriptol, parcela F 129 Pol. Ind. San Cristobal 47012 VALLADOLID
- Vizcaya**
AZKUE Y ZARATE, S.L. Ctra. Bilbao-San Sebastián Bº Montorri 48340 AMORREBITA
- Zamora**
AGROMOTOR 93, S.A. C/ Pinar, s/n 49021 ZAMORA
MEYCA, S.L. Ctra. de La Coruña, 65 49600 BENAVENTE
- Zaragoza**
AGROMECANICA CARINENA, S.L. Pol. Ind. Lavergilla, s/n 50400 CARINENA
ATV, S.A. Pol. Ind. Molino del Pinar Pto. 18 50015 ZARAGOZA
ENRIQUE SEGURA, S.L. Pol. Ind. Sietor 470 0 50800 VILLANUEVA DE GALLEDO
RAJON FERRIS, S.L. Ctra. Gálvez-Pinedera, s/n 50800 EJEA DE LOS CABALLEROS



NEW HOLLAND
Gente de confianza

ensayos de campo para obtener resultados precisos. En los ensayos de pérdidas se hacen recuentos del grano caído antes de la cose-

cha, del que queda debajo de la máquina, se cuenta el grano partido y se recoge con lonas lo que cae de los sacudidores y de las cribas.

Estos ensayos son lentos, requiriéndose el empleo de grandes lonas para recoger la paja y después aventar ésta bien, con objeto de detectar los granos que contiene.

Es muy importante considerar las pérdidas que se producen en las cosechadoras, que pueden representar valores importantes en una explotación (normalmente, 2-6%, pudiendo incluso llegar al 10%). El nivel de las pérdidas viene muy influido por las condiciones atmosféricas y por el método de recolección, pero siempre se aprecian claras diferencias a favor de los sistemas más mecanizados, como es la cosechadora, donde las pérdidas son mucho menores que con los métodos primitivos. Las pérdidas pueden distribuirse según se observa en el **cuadro III**.

En cualquier caso, es necesario regular la máquina adecuadamente, indicándose en el **cuadro IV** una serie de incidencias que se pueden producir, con sus posibles causas y soluciones.

CUADRO IV. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS MEDIAS DE LAS COSECHADORAS CONVENCIONALES

Potencia del motor, kW (CV)	Anchura de corte, m	Peso en vacío, kg	Capacidad de la tolva, l	Capacidad de trabajo efectiva	
				ha/h	t/h
50 (70)	3	4.000	1.800	0,8-1,5	4,6
60 (80)	3,1	5.000	2.000	0,9-1,6	4,7
75 (105)	3,6	5.500	2.300	1-1,8	5,6
90 (125)	4	6.000	2.700	1,2-2	6,3
100 (140)	4,2	7.500	4.000	1,3-2,1	6,7
115 (160)	4,4	8.400	4.000	1,3-2,2	6,9
120 (165)	4,6	9.400	5.200	1,4-2,3	7,3
135 (185)	4,8	10.300	5.200	1,5-2,4	7,7
155 (215)	5	10.700	6.400	1,6-2,5	8,0
170 (235)	5,4	12.300	6.500	1,8-2,7	8,8
180 (250)	5,4	12.500	7.200	1,8-2,7	8,9
195 (270)	6	12.500	7.500	2-3	9,9
210 (290)	6,5	13.000	7.900	2,2-3,3	10,9
220 (305)	6,6	13.000	8200	2,3-3,3	11,1
290 (405)	9	16.200	10.400	3,2-4,5	15,3

CUADRO V. CAUSAS DEL MAL FUNCIONAMIENTO Y REGULACIONES PARA CORREGIRLAS EN UNA COSECHADORA CONVENCIONAL

Incidencia	Causa	Solución
El cilindro desgranador se atasca	Velocidad excesiva de avance	Reducirla
	Velocidad lenta del cilindro	Aumentarla
	Cóncavo muy apretado	Ajustarlo
	Mies húmeda	Esperar a que se seque
	Cilindro batidor lento	Tensar correa
	Sacudidor no da salida a la paja	Aumentar revoluciones o quitar telones, si los hay
Se cae el grano al suelo sin entrar en la máquina por la plataforma de corte	Molinete muy adelantado	Retrasarlo
	Molinete bajo	Subirlo
	Velocidad del molinete excesiva	Reducirla
	Barra de corte muy alta	Bajarla
Pérdidas de grano en el sacudidor	Trilla insuficiente	Ajustar cilindro o cóncavo
	Velocidad del sacudidor muy reducida	Tensar correa
	Excesiva cantidad de paja	Reducir la velocidad de avance o subir el corte
	Orificios de cóncavo o del sacudidor obturados	Limpiarlos
	Pérdidas de grano en las cribas	Ventilación excesiva
Orificios de las cribas demasiado cerrados		Abrirlos (si son regulables)
Velocidad reducida de las cribas		Tensar correa
Grano perdido	Trilla excesiva	Reducir velocidad del cilindro o separar cóncavo
	Criba inferior muy pequeña o demasiado cerrada (el grano retorna con las granzas al cilindro desgranador)	Abrir orificios o cambiar la criba
Grano sucio	Ventilación insuficiente	Aumentarla (elevando las revoluciones o abriendo las chapas laterales)
	Criba superior muy abierta Máquina sobrecargada	Cerrar orificios o cambiarla Reducir velocidad de avance o subir el corte

2.7 Características técnicas de las cosechadoras

En las cosechadoras modernas se utilizan motores Diesel, cuyo consumo de combustible en función de las condiciones de trabajo es de 12-20 l/ha. Para mejorar la eficiencia es frecuente que se les dote de sistemas de alimentación de aire a alta presión (motores sobrealimentados o "turbo") y de mecanismos de refrigeración forzada por aire o agua.

Al ser, como hemos visto, la paja el factor limitante de la capacidad de trabajo de las cosechadoras, cuando se quiere saber cuánto grano cosecha una máquina por hora, se precisará conocer la relación en peso grano/paja. Dicha relación normalmente oscila entre 1:1 y 1:2,4; con un valor medio de 1:3,35. Para aumentar la capacidad de trabajo de una cosechadora cuando no se quiere aprovechar la paja, la barra de corte se sitúa justo por debajo de las espigas que están más próximas al suelo, aunque hay que procurar que siempre entre paja suficiente para que no se parta excesiva cantidad de grano en la trilla.

En este sentido algunas fábricas de cosechadoras de cereales han desarrollado el cabezal "stripper" o arranca-espigas que sustituye la barra de corte por un molinete provisto de dedos que gira en sentido contrario al de un molinete convencional y que arranca únicamente las espigas dejando toda la paja en el terreno.

Las velocidades de trabajo varían en función de la cosecha, pudiendo oscilar entre 3 y 6,5 km/h. Para una producción de 4.000 kg/ha y una relación grano/paja de 1:1,35; tenemos los datos técnicos medios para las cosechadoras automotrices convencionales que se detallan en el **cuadro V**. ■