

# Las cosechadoras de cereales

## Origen, evolución y nuevos diseños de trilla y sistema de limpia

De forma sencilla, el autor relata los inicios, desarrollo y posterior evolución y mejora tecnológica de las cosechadoras de cereales

● **JACINTO GIL SIERRA.** Dr. Ing. Agrónomo. Dpto. Ingeniería Rural. Madrid.

**D**isponer de una máquina capaz de recoger la cosecha de trigo quizás fuera el principal deseo de los campesinos después de que la invención del arado y la domesticación de animales de tiro les librara de la mayor parte del esfuerzo necesario para hacer otra labor primordial: labrar la tierra.

Tuvieron que pasar muchos siglos antes de que los hombres se librasen de segar, acarrear, trillar y aventar a base de herramientas manuales. Entre los testimonios que nos han quedado de las antiguas civilizaciones, sólo se conoce un caso de un pueblo que construyó una máquina que ayuda en la tarea de recolección de cereales; se trata de los galos, quienes idearon una máquina de tracción animal capaz de recolectar las espigas (figura 1) y cuya descripción ha quedado en bajorrelieves y crónicas romanas. Sin embargo, este ejemplo y algún otro que haya quedado olvidado fueron inventos pasajeros que no ayudaron a los campesinos. Hubo que esperar hasta el siglo XIX, cuando los avances tecnológicos alcanzaron un buen nivel y había amplios territorios recién colonizados (Estados Unidos, Canadá, Australia) donde pocos colonos intentaban cultivar

grandes superficies, para que se desarrollasen máquinas capaces de cosechar cereales.

El mecanismo de trilla que se ha instalado en las cosechadoras se inventó en Escocia a finales del siglo XVIII. Andrew Meikle construyó en 1785 un cilindro en el que colocó varios travesaños en las generatrices y añadió debajo un cóncavo con orificios que abrazaba aproximadamente la cuarta parte del cilindro; la separación entre cilindro y cóncavo era regulable. A continuación había un sacudidor, un sistema de cribas y una corriente de aire para separar el grano de la paja. Vemos, pues, que ya contaba con los mismos elementos básicos que los sistemas de trilla actuales, con la particularidad de que era una instalación fija accionada por la corriente de un río que pasaba debajo.

### La barra de corte

El mecanismo de siega consistente en una barra de corte se inventó en la década de 1820 en Estados Unidos, montándose tanto en segadoras como en cosechadoras. La cosechadora que construyeron Moore y Hascall en Michigan en 1834 tenía una barra de corte muy parecida a

las actuales y era tirada por 16 caballos, aprovechándose el giro de las ruedas al rodar sobre el suelo para accionar los órganos móviles. Cook construyó en 1871 la primera cosechadora tirada por una máquina de vapor, pero el accionamiento a los órganos seguía obteniéndose del giro de las ruedas. La primera que tenía accionamiento a sus órganos desde un motor de vapor fue construida por Best en 1879. Una innovación tan importante como es que las cribas mantengan una posición horizontal cuando la máquina circula por laderas ya fue introducida por Holt en un modelo de 1891. Todos estos inventos se desarrollaron en Estados Unidos, pero el siglo XIX acabó sin que en Europa se hubiera fabricado ninguna cosechadora.

Hacia 1930 empezó la fabricación de cosechadoras arrastradas en Europa, siendo los pioneros Douilhet en Francia y Claas en Alemania, tardando unos 10 años más en aparecer las primeras autopropulsadas.

Desde su aparición en el mercado, la evolución de las cosechadoras se ha dirigido a obtener mayor capacidad de trabajo, es decir, a conseguir que aumente la superficie cosechada por una máquina en cada hora o cada día de trabajo y a disminuir los costes aumentando el uso anual al adaptarla a nuevos cultivos. La anchura de trabajo ha pasado de 1,5-2 m en los años 30 a los 5-6 m actuales. En 1955 se adaptaron las cosechadoras autopropulsadas a la recolección del maíz. Hace algunos años, los fabricantes se empezaron a preocupar también por la ergonomía y comodidad del conductor, desarrollándose las cómodas cabinas y los mandos de fácil manejo que conocemos en la actualidad. Por último, al construirse máquinas más pesadas, el último objetivo está siendo el disminuir la compactación producida por las ruedas en el terreno.

En cuanto al desarrollo y modificaciones concretas de los diversos órganos de la máquina, dado el período de tiempo relativamente amplio que ha transcurrido desde que se construyeron los primeros modelos, es difícil que aparezcan novedades auténticamente revolucionarias. Los órganos de siega, trilla y limpia han convergido hacia cierto grado de

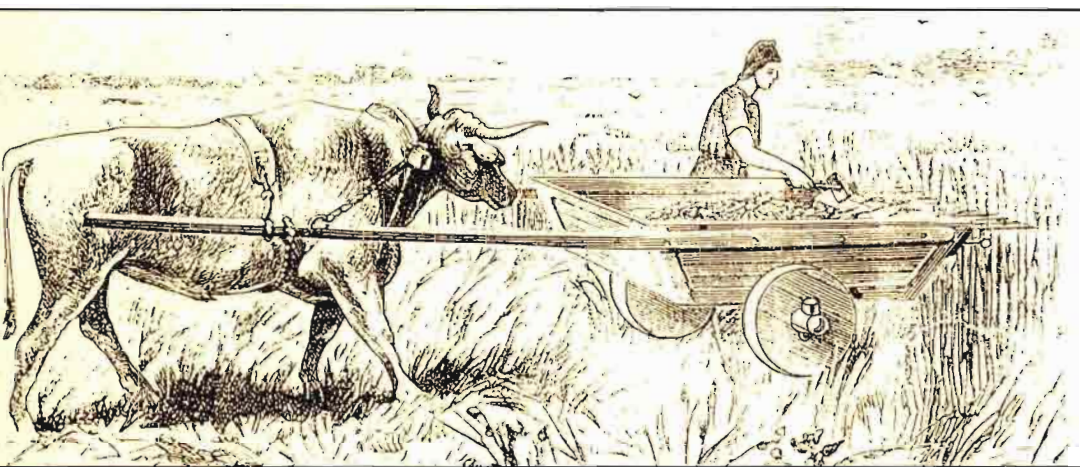


Figura 1. Arrancadora de espigas de tracción animal construida por los galos.

uniformidad en lo básico. Los cambios importantes que presentan de vez en cuando los 4 ó 5 grandes fabricantes (trilla con flujo axial, sustitución de los sacudidores por una batería de cilindros y cóncavos, etc.) parecen más encaminados a mostrar que en sus empresas hay departamentos de investigación muy activos con capacidad para innovar. El aspecto que ha conocido innovaciones destacables es el de la inclusión de dispositivos hidráulicos y electrónicos que ayudan a manejar y regular adecuadamente la máquina. Muchos de los dispositivos de mando actúan de forma automática de modo que el conductor no tiene que estar pendiente de las variaciones de las condiciones de trabajo y la máquina se regula adecuadamente por sí sola. En otros casos, los mandos se han simplificado y en una sola palanca se instalan todos los que el conductor tiene que accionar habitualmente (figura 2).

### Aumento de la capacidad de trabajo

El primer paso para conseguir una mayor productividad es aumentar la potencia del motor que acciona a la máquina, de modo que se puedan accionar órganos de mayor tamaño (anchura de corte, longitud de los sacudidores, etc.) manteniendo una buena velocidad de avance. La potencia actual de los motores es de unos 30-35 CV por cada metro de anchura de corte. Los motores turboalimentados se han difundido en los modelos de más de 4,20 m de anchura y en los más grandes se recurre a menudo a motores aspirados de gran cilindrada que llegan a tener hasta 8 cilindros colocados en V. Junto con esta mayor potencia del motor, también es necesario redimensionar el tamaño de los diversos órganos de trabajo de la máquina.

La anchura del cilindro trillador parece haberse estabilizado en 600 mm, e incluso algunos fabricantes prefieren cilindros de menor diámetro (450 mm) en los que colocan seis barras desgranadoras en vez de las ocho tradicionales. El diámetro del cilindro desgranador es un factor importante; los de pequeño tamaño son



**Figura 2.** Palanca multifuncional en las que están los interruptores que controlan el trabajo de los principales órganos que debe manejar el conductor.

más ligeros y baratos, pero deben girar a mayor velocidad para alcanzar una determinada velocidad periférica; además, a igualdad de ángulo de envoltura, el cóncavo tiene menor superficie que en los cilindros de mayor diámetro. Por otra parte, los cilindros muy grandes presentan problemas mecánicos derivados de la dificultad de conseguir su equilibrio dinámico. El tamaño del cóncavo ha dejado de aumentar al llegar a los 120° de envoltura.

También es necesario aumentar la capacidad de la unidad de limpia; para ello se recurre a incrementar la superficie de las cribas, haciéndolas más largas pero sin aumentar su anchura por encima de la que el código de circulación permite que tengan los vehículos. Esta mayor longitud de limpia requiere que el ventilador impulse un mayor caudal de aire. También en los sacudidores se ha aumentado su anchura y no su longitud, añadiéndole elementos que ayudan en la labor de ahuecar la paja y permitir el desprendimiento de los granos.



**Figura 3.** Posiciones que puede adquirir el cabezal de siega para adaptarse a las irregularidades transversales del terreno.

Estas modificaciones permiten que haya una mayor capacidad de siega y obligan a que se instalen tolvas de gran volumen para almacenamiento de grano.

### Mejoras recientes

#### Plataforma de corte

Las plataformas han sido dotadas de mecanismo de flotación. Flotar significa que, una vez fijada la altura de siega, la plataforma baja o sube automáticamente si hay baches o resaldas en el terreno o si son las ruedas las que encuentran una piedra o un bache. Esto se consigue gracias a la presencia de cilindros

hidráulicos y de acumuladores de aceite que permiten que el aceite entre o salga de los cilindros si varía la presión con que el patín se apoya en el terreno. La flotación es tanto longitudinal como transversal (figura 3), siendo esta última más importante a medida que aumenta la anchura de los cabezales de siega. Esta flexibilidad de las barras de corte obliga a que las sierras se fabriquen con aceros especiales de gran flexibilidad para permitir que incluso se arqueen algo.

Un servicio adicional que puede dar el sistema hidráulico que regula la altura es fijar automáticamente la altura de siega.

Para trillar adecuadamente, es conveniente que las espigas lleguen al cilindro por delante de los tallos. Para conseguir que las espigas caigan a la plataforma de modo que se dirijan al mecanismo de trilla por delante de sus respectivos tallos, se debe establecer una distancia adecuada entre la barra de corte y el cilindro embocador. Dado que los cereales de invierno pueden tener cañas de altura muy variable, algunos fabricantes han desarrollado plataformas en las que el fondo se puede alargar o acortar para dejar una distancia entre la barra de corte y el cilindro embocador variable entre poco más de 10 cm en los cultivos de tallo corto y más de 30 cm en los de tallo largo.

Por último, los cabezales también incorporan un mecanismo de inversión del giro del cilindro embocador y del elevador de mies, de modo que se puedan desatascar cuando sufran una acumulación de tallos y espigas.

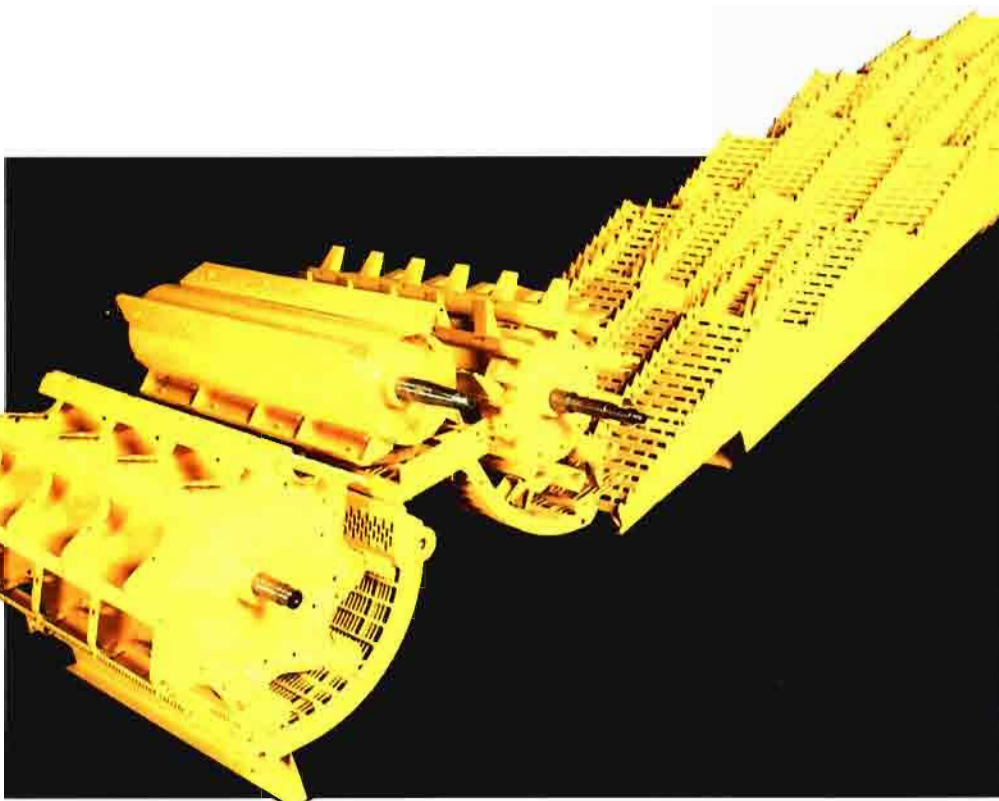


Figura 4. Dispositivo de trilla y sacudida compuesto por cilindro de trilla, batidor, separador rotativo y sacudidores.

## Nuevos diseños de los sistemas de trilla

Es muy frecuente que se construyan de vez en cuando nuevos sistemas de trilla, los cuales sólo son nuevos en apariencia, pues la mayoría están basados en ideas anteriores, algunas con más de 100 años de antigüedad que se instalaban en las trilladoras. Además, como en la trilla no se aprecian mejoras significativas, se termina volviendo al sistema tradicional de cilindro y cóncavo.

Tres diseños diferentes de cosechadoras con sistema de trilla de flujo axial se han dado a conocer en Europa en los últimos años; dos de ellos tienen el rotor situado en posición longitudinal, tanto en la versión de rotor único como en la de rotor doble. El tercero, presentado en París en 1986, tiene el rotor en posición transversal. El principio del flujo axial es tener el cilindro totalmente encerrado dentro de su cóncavo, y las generatrices que provocan la fricción entre cilindro y cóncavo se sustituyen por barras colocadas en forma de hélice en torno al cilindro que hacen que la paja avance a lo largo del cilindro a medida que gira encerrada entre éste y el cóncavo, sufriendo así continuos cambios de dirección.

## Dispositivos que mejoran la acción de los sacudidores

Los fabricantes han desarrollado diversas soluciones técnicas para mejorar la capacidad de separación de los sacudidores, incluso cuando trabajan con grandes volúmenes de paja.

El agitador transversal es un eje colocado transversalmente a los sacudidores, encima de ellos, que tiene diversas vari-

llas curvadas que giran movidas por el eje, teniendo una oscilación lateral al mismo tiempo que giran ayudando a la paja en su sentido de avance. De este modo, la paja es comprimida contra los sacudidores y extendida en toda su anchura.

Las púas oscilantes son horquillas con dos púas que se montan en el segundo y tercer escalón de los sacudidores. No modifican la velocidad de avance de la paja, pero la voltean y la desplazan lateralmente de un sacudidor a otro.

El separador rotativo es un cilindro en cuya superficie se montan una serie de travesaños con dedos, y debajo de él hay un segundo cóncavo con rejilla abierta. Este separador está después del cilindro



Figura 5. Mecanismo picador-esparcidor de paja montado en el extremo trasero de una cosechadora.

batidor y antes de los sacudidores (figura 4), consiguiendo separar de la paja una buena cantidad de los granos que no fueron separados en el cilindro trillador.

## Sistema de limpia

Cuando la cosechadora trabaja en laderas, las pérdidas de grano en la unidad de limpia tienden a aumentar ya que el material no se distribuye uniformemente en toda la anchura de las cribas.

Las cosechadoras autonivelantes consiguen que las cribas permanezcan en posición horizontal cuando el cuerpo de la máquina está en pendiente. Para ello, unos cilindros hidráulicos levantan de un lado el cuerpo de cribas y lo bajan del otro de modo que compensen la inclinación de la máquina. Esta autonivelación la hace la máquina de modo automático gracias a un circuito hidráulico independiente del resto de los circuitos y a unos sensores (péndulos que entran en contacto con interruptores eléctricos) que detectan la inclinación que va teniendo la máquina. Cuando las cribas están muy inclinadas, la nivelación se hace a gran velocidad; pero cuando la inclinación es pequeña y las cribas están cerca de alcanzar la horizontalidad, el movimiento es más lento para evitar grandes fuerzas de inercia.

Un sistema diferente es el que mantiene las cribas inclinadas, pero un cilindro hidráulico sacude al conjunto de cribas con fuerzas transversales diferentes a medida que varía la inclinación. De ese modo, el grano es impulsado transversalmente con una energía variable que aumenta a medida que lo hace la inclinación de las cribas, y el grano se reparte por toda la anchura en contra de la fuerza de la gravedad gracias al impulso que recibe. Este sistema tiene un péndulo cuya inclinación actúa directamente sobre la válvula que deja pasar aceite al cilindro que impulsa a las cribas.

## Expulsión de la paja

La gran anchura de corte de las cosechadoras actuales hace que sea difícil la incorporación de la paja al suelo, al quedar hilerada en un cordón estrecho y denso la paja segada en una banda de gran anchura. Por tal motivo, si no se va a pasar después con una empacadora que recoja la paja, se ha difundido la colocación a la salida de los sacudidores de un equipo picador y esparcidor de paja. Como se aprecia en la figura 5, esta paja picada y esparcida presenta menos dificultades para su incorporación posterior al terreno. ■