

COSECHADORAS CON SISTEMAS DE TRILLA AXIAL

PARTE 1.- LAS LIMITACIONES QUE IMPONEN LOS SACUDIDORES

LUIS MÁRQUEZ

Ya han pasado más de cinco años desde que en las páginas de *agrotécnica* se publicara un análisis del estado de la técnica en las cosechadoras de cereales. Apenas un año antes, el Ministerio de Agricultura había publicado un estudio, en el que, mediante encuesta, se analizaba la situación del parque español de cosechadoras de granos, que también se sintetizó en las páginas de nuestra revista.

En el tiempo transcurrido desde entonces el mercado de cosechadoras en España ha cambiado bastante, con el progresivo aumento del tamaño de las mismas, de manera que están llegando unidades con más de 7 m de anchura de corte. Por otra parte, a la vez que se mantiene los sistemas clásicos de trilla y separación, la oferta de modelos con sistemas no

El mercado español de cosechadoras ha cambiado bastante en los últimos años. Destaca el aumento del tamaño de las máquinas, con anchuras de corte que superan los 7 m, y el incremento de los modelos con sistemas de recolección no convencionales.

convencionales se incrementa considerablemente.

Cuando se superan los 7 m de anchura de corte del cabezal, y se ofrecen máquinas de más de 240 kW (326 CV) de potencia nominal en el motor, se entra en un segmento de mercado en el que compiten los sistemas convencionales de trilla y separación por sacudidores, con otros en los que se eliminan los sacudidores pasando a ser la separación centrífuga por rotores, o bien tanto la trilla y separación se realizan en el mismo elemento, uno o dos rotores generalmente situados según el eje longitudinal de la máquina.

En el área americana se habla de cosechadoras de Clases VII, VIII y IX, y con estos números se está indicando el aumento progresivo de la capacidad de trabajo, que en una primera aproximación puede valorarse por la potencia de los motores que incorporan, aunque hay otros aspectos de la máquina, como los sistemas de trilla y de separación, que son los que tienen mayor influencia en las prestaciones, siempre que la potencia que le suministre el motor sea suficiente para cada situación agraria.

En una primera aproximación se establecen unos límites de potencia que marcan la separación



entre Clases: de 322 a 374 CV para las cosechadoras de la Clase VII; de 375 a 461 CV para las de la Clase VIII; más de 462 CV para la Clase IX. Se observa que en estos grupos predominan cosechadoras con los sistemas de trilla y separación mediante cilindros situados longitudinalmente sobre la máquina, en los que el flujo de mies se desplaza según el eje de los mismos.

Limitaciones constructivas de las cosechadoras convencionales

La capacidad de trabajo de una cosechadora depende esencialmente de la capacidad de trilla y separación de la paja y el grano. La anchura de corte de la máquina, junto con la velocidad de avance, determinan la cantidad de cosecha que puede entrar en la máquina, que estará limitada por la capacidad de trilla.

Esto permite establecer una proporcionalidad entre anchura de corte, la longitud del cilindro trillador con la superficie del cóncavo que lo rodea, y la superficie total de los sacudidores. Aunque esta proporción puede variar ampliamente, ya que depende del volumen de cosecha y de su estado, y de la relación paja-grano, para las condiciones de la agricultura europea se considera que, por cada metro de anchura de corte se necesitan 0.3

m de longitud de cilindro y 1.2 m² de superficie de sacudidores. Una longitud de 0.3 m de cilindro trillador equivaldrían aproximadamente 0.225 m² de superficie de cóncavo.

Tomando como referencia dos de las cosechadoras clásicas más vendidas en España, se observa (Cuadro 1) que los valores específicos calculados son algo inferiores a los indicados como referencia, en gran parte debido a las diferencias productivas de los secanos españoles con respecto a otras zonas de Centro-Europa, aunque estas diferencias no serían tan marcadas si consideramos los cereales regados.

Así, para la New Holland TC56 Hydro, con un cabezal de 4.42 m, se obtiene que la longitud de su cilindro trillador es de 0.294 m por metro de corte (0.180 m² de superficie de cóncavo) y 0.99 m² de sacudidores. En el caso de una máquina de mayor tamaño, como la Claas Medion 310, con un cabezal de 5.55 m, la longitud específica del cilindro de 0.238 m

(0.133 m² de superficie del cóncavo) y 1.05 m² de sacudidores.

Tomando como referencia los valores indicados, se llega a la conclusión de que en una cosechadora con un cabezal de 7.00 m de anchura de corte precisaría un cilindro trillador con una longitud de 2.10 m (0.30 x 7.0 m), lo que hace que una máquina con esta longitud de cilindro tenga una movilidad muy limitada, ya que superaría ampliamente la anchura máxima de circulación vial. Así, aunque hay algún fabricante pequeño que ha fabricado cosechadoras con 2.10 m de longitud de cilindro trillador, todos los grandes fabricantes han buscado soluciones alternativas, como la de colocar un segundo cilindro (separador) detrás del trillador, para aumentar la superficie del cóncavo principal, con un cóncavo secundario.

De esta manera, los 1.575 m² (0.225 x 7.0 m) que debería tener el cóncavo en una máquina de 7.0 m de anchura de corte, podrían conseguirse con menos dificultad, a la vez que el cilindro separador permite reducir la superficie de los sacudidores por su acción forzada. En cualquier caso, según las referencias indicadas, una cosechadora de 7.0 m de anchura de corte necesitaría 8.4 m² de sacudidores (1.20 x 7.0 m), con lo que esto representa para las dimensiones de las máquinas y las inercias que genera la masa de los mismos. Conviene tomar en consideración que el 80-95% del grano se separa directamente en el cilindro trillador, pasando a través del cóncavo, y el resto lo hace por los sacudidores.

CUADRO 1.- DIMENSIONES DE REFERENCIA EN COSECHADORAS CONVENCIONALES

	Referencia	New Holland TC56 Hydro	Claas Medion 310
Cabezales (m)	-	3.66 – 5.18	5.10 – 6.00
Cabezal tipo (m)	-	4.42	5.55
Longitud trillador (m/m corte)	0.300	0.294	0.238
Superficie cóncavo (m ² /m corte)	0.225	0.180	0.133
Superficie sacudidores (m ² /m corte)	1.20	0.990	1.05



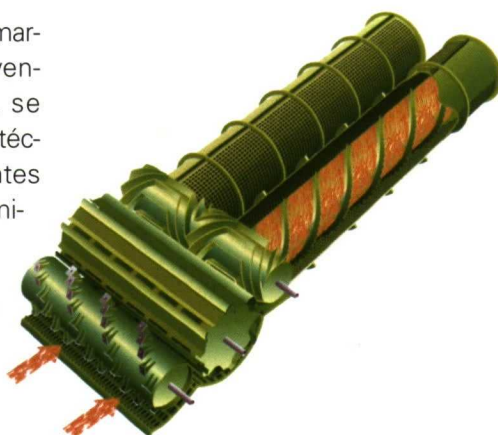
Soluciones técnicas en máquinas convencionales

Utilizando modelos de las marcas con mayor volumen de ventas en el mercado español, se pueden analizar las soluciones técnicas que adoptan los diferentes fabricantes para superar las limitaciones de los sistemas clásicos de trilla y separación en los modelos de mayor tamaño.

Lo que ofrece Claas

En las cosechadoras Claas de la serie Lexion, cuando aumenta el tamaño de la máquina se cambian los sacudidores por el sistema de separación por rotores (Ro-

SISTEMA DE TRILLA-SEPARACIÓN DE CLAAS LEXION



toplus), a la vez que aumenta la potencia de los motores. En el Cuadro 2 se puede observar las dimensiones del cilindro trillador

y de los sistemas de separación de algunos modelos de mayor tamaño de la Claas Lexion.

El análisis de este cuadro permite sacar algunas conclusiones. La primera, para las cosechadoras de Clase VIII y Clase IX, Claas cambia los sacudidores por el sistema de separación 'rotoplus', que aprovecha la fuerza centrífuga para separar el grano de la paja, lo que permite reducir el tamaño de la máquina, posiblemente porque considera que los dispositivos complementarios que aumentan el poder separador de los sacudidores, o las cribas rotativas situadas después del cilindro trillador, son insuficientes para aumentar la capacidad de trabajo de la máquina.

CUADRO 2.- DIMENSIONES DE ALGUNOS DE LOS SISTEMAS DE TRILLA Y SEPARACIÓN EN COSECHADORAS CLAAS LEXION

Lexion		600	580	570	560	550	540	530
Trilla (con acelerador APS)								
Diámetro	(mm)	1 700	1 700	1 420	1 700	1 700	1 700	1 420
Longitud	(mm)	600	600	600	600	600	600	600
Separación (sistema "rotoplus" o sacudidores)								
Rotores	(uds.)	2	2	2				
Diámetro	(mm)	4 200	4 200	4 200				
Longitud	(mm)	445	445	445				
Sacudidores	(uds.)				6	6	6	4
Longitud	(mm)				4 400	4 400	4 400	4 400
Superficie	(m ²)				7.48	7.48	7.48	6.25
Motor								
Capacidad grano	(L)	12 000	10 500	9 600	10 500	9 600	8 600	8 600
Potencia neta	(CV)	556	492	425	360	330	217	217
Peso sin cabezal	(kg)		16 500	15 300	14 500	14 200	14 100	13 500

Lo que ofrece John Deere

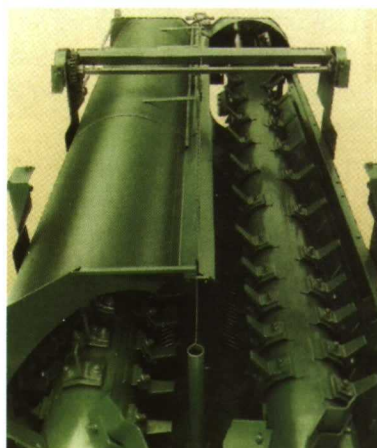
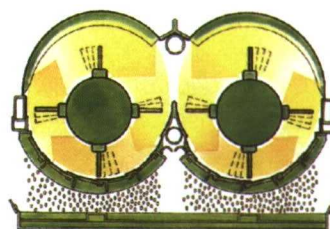
John Deere ofrece también diferentes opciones (Cuadro 3), y el análisis de las dimensiones principales de los sistemas de trilla y separación permite sacar algunas conclusiones. Así, se mantiene en todos los modelos un cilindro trillador de 660 mm diámetro, cuya longitud puede ser de 1 400 ó de 1 600 mm. En el primero de los casos, en las máquinas con sacudidores se utilizan 5, mientras que en el segundo son 6 los sacudidores que incorpora la cosechadora.

La más cercana a la C670 (antigua CTS) en potencia de motor es la T670i que utiliza cilindro de mayor longitud (cilindro trillador principal seguido de un separador secundario también transversal), por lo que su anchura mínima de transporte (neumáticos menos anchos) es 20 cm mayor que la de la C670, aunque esto le permite aumentar en 1 000 litros la capacidad del tanque de grano. Tomando como referencia la W660, en la que con los 6 sacudidores se consiguen 10.45 m² de superficie de separación (cilindro de 1 600 mm de longitud), la anchura de transporte de la máquina sigue siendo mayor (3.50 m), y se reduce la

capacidad del tanque, a la vez que se ofrece algo menos motor.

La conclusión que se puede sacar de todo esto es que con el cambio de los sacudidores por cilindros de separación permite hacer máquinas más compactas, aunque aumente la capacidad de trabajo; este es el caso de las cosechadoras de la serie T con respecto a las de la serie W. En alternativa, los sistemas de separación rotativa con cilindros transversales situados detrás del cilindro principal son una solución intermedia, que permiten mantener, o aumentar, la capacidad de trabajo de la máquina, eliminando las inercias que provocan en movimiento de los grandes sacudidores, aunque con esta alternativa no se reduce la anchura de transporte de la máquina.

SISTEMA DE SEPARACIÓN EN LA CTS DE JOHN DEERE



CUADRO 3.- DIMENSIONES DE ALGUNOS DE LOS SISTEMAS DE TRILLA Y SEPARACIÓN EN COSECHADORAS JOHN DEERE

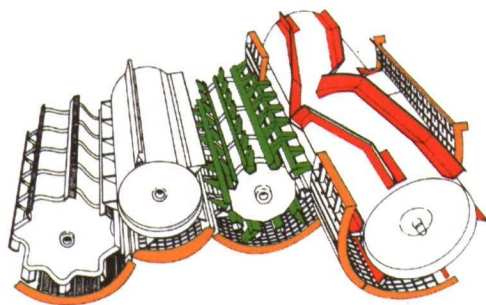
John Deere		C670	T670i	T560i	W660	W550
Trilla						
Diámetro	(mm)	660	660	660	660	660
Longitud	(mm)	1 400	1 670	1 400	1 670	1 400
Cóncavo	(m ²)	1.05	1.25	1.05	1.25	1.05
Cóncavo secundario	(m ²)		1.56	1.30		
Separación						
Rotores	(uds.)	2				
Diámetro	(mm)	464-502				
Longitud	(mm)	3 400				
Sacudidores	(uds.)		6	5	6	5
Longitud	(mm)		3.25	3.25	4.60	4.60
Superficie	(m ²)		8.76	7.30	10.45	8.76
Motor						
Capacidad grano	(L)	10 000	11 000	10 000	8 000/10 000	8 000
Anchura mín. transp.	(m)	3.30	3.50	3.30	3.50	3.30
Potencia	(CV)	400	400	350	350	290
Peso sin cabezal	(kg)	14 750	14 330	12 890	13 620	12 580

Lo que ofrece New Holland

A mediados de la década de los '80, New Holland, con los modelos TF 44 y TF 46, eliminó totalmente los sacudidores en las cosechadoras clásicas. En estas cosechadoras, además de otro cilindro situado detrás del cilindro trillador (separador rotativo), se introduce un tercer cilindro transversal, de 700 mm de diámetro, que divide el flujo de la paja en dos, antes de su expulsión.

Este producto, que ahora no se ofrece comercialmente, parece que orienta a New Holland a la separación forzada del grano utilizando al menos un cilindro transversal, además de los sacudidores, y no incluye en su oferta comercial actual sistemas de separación con doble cilindro longitudinal.

ELIMINACIÓN DE SACUDIDORES CON EL SISTEMA 'TWIN-FLOW' DE NEW HOLLAND



Cuando recurre al 'doble cilindro' longitudinal, esto lo hace con modelos en los que la trilla también se realiza en la parte delantera de estos cilindros, ofreciendo máquinas de flujo axial totalmente diferentes a las de las demás marcas que llegan a este segmento del mercado, continuando sus experiencias de los años '70, en lo que se conoció como sistema *twinrotor*, y mejorando el sistema inicial de trilla y separación que lo hacen apto para cualquier tipo de cultivo.

En el Cuadro 4 se presentan algunas de las dimensiones básicas de las cosechadoras New Holland de mayor tamaño, de entre las que se han elegido las de más motor entre las que disponen sistemas de trilla similares. Las CR son cosechadoras de 'flujo axial' con doble rotor (tipo *twinrotor*) sin sacudidores, mientras que las restantes son del tipo clásico, aunque todas incluyen sistema de se-

paración rotativo complementario de los sacudidores.

Es interesante resaltar que la cosechadora New Holland CR9070 ofrece un anchura de transporte de sólo 3.30 m, frente a los 3.90 m de la CX8090, siendo esta la más grande de las convencionales utilizando separadores rotativos transversales.

Por otra parte, en las máquinas convencionales de mayor tamaño, New Holland aumenta la superficie de trilla y separación con un cilindro trillador de mayor diámetro (750 mm frente a 607 mm) y mantienen el cilindro separador con el cóncavo secundario para reducir la superficie de los sacudidores.

CUADRO 4.- DIMENSIONES DE ALGUNOS DE LOS SISTEMAS DE TRILLA Y SEPARACIÓN EN COSECHADORAS NEW HOLLAND

New Holland		CR9090	CR9070	CX8090	CX8050	CSX7080	CSX7060
Trilla							
Diámetro	(mm)			750	750	607	607
Longitud	(mm)			1 560	1 300	1 560	1 300
Cóncavo	(m ²)			1.18	0.98	1.04	0.86
Cóncavo secundario	(m ²)			0.93	0.78	1.01	0.84
Trilla-Separación							
Rotores	(uds.)	2	2				
Diámetro	(mm)	559	432				
Longitud	(mm)	2 638	2 638				
Superficie total	(m ²)	3.06	2.43				
Separación							
Sacudidores	(uds.)			6	5	6	5
Superficie	(m ²)			5.93	4.94	6.45	5.38
Motor							
Capacidad grano	(L)		10 500	10 500	9 000	9 000	7 500
Anchura min. transp.	(m)	3.50	3.30	3.90	3.30	3.40	3.20
Potencia neta	(CV)	544	435	405	326	300	272
Peso sin cabezal	(kg)	16 700	15 010	14 000	12 870	11 300	10 550

■ Primeras conclusiones

Lo anteriormente expuesto pone de manifiesto que cuando se necesitan cosechadoras con más de 7-8 m de anchura de corte los sistemas de trilla y separación convencionales llegan a sus límites constructivos, e inciden de manera especial sobre la anchura mínima de transporte de las máquinas. Esto ha hecho que los fabricantes recurran otros sistemas de trilla-separación, conocidos desde hace tiempo, pero que han sido rediseñados para superar las limitaciones que tenían los primitivos diseños.

Hay que destacar que ha sido Case IH la que ha mantenido en el mercado su Axial Flow, de cilindro trillador-separador único en posición longitudinal, desarrollada por International Harvester para el mercado americano, aunque con progresivas modificaciones que le han permitido adaptarse a los diferentes cultivos.

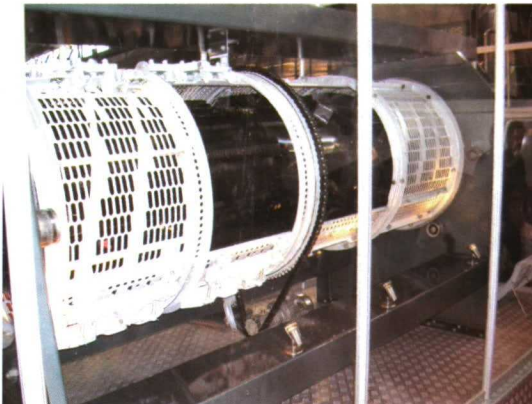
En esta misma línea, pero con diseños esencialmente diferentes

en la forma de alimentación del cilindro trillador-separador y en el del cóncavo que lo rodea, han llegado al mercado otras marcas como White Farm Equipment (incluida en el Grupo AGCO) con su modelo 9700 Axial, y John Deere con su STS (designación inicial) que dispone de un cóncavo que aumenta de tamaño por escalones a medida que se separa de la zona de entrada de la mies, etc.

Con doble rotor sólo New Holland continúa la línea que inició con el sistema *twin-rotor* en competencia con la Axial Flow de International Harvester; otras marcas han seguido este mismo sistema para la separación, aunque con la trilla en el cilindro transversal.

Otras soluciones innovadoras en su momento han desaparecido, como la MX de Laverda con rotor transversal en el propio cabezal, o la *cylinder system* de Claas (Commandor CS), con cilindros en cascada sustituyendo a los sacudidores. Asimismo, en la SIMA 2005, el fabricante ruso Rostsel-

CILINDRO Y CÓNCAVO GIRATORIOS DEL PROTOTIPO ROSTSELMASH PRESENTADO EN SIMA 2005



mash presentó una cosechadora de trilla axial en la que tanto el cilindro como el cóncavo eran giratorios, pero todavía no se ha dado a conocer el modelo comercial de esta máquina, a pesar del tiempo transcurrido.

En número sucesivos de **agrotécnica** analizaremos las características técnicas de las cosechadoras con sistema de trilla y separación no convencionales que están llegando al mercado español. ■

LA MAQUINARIA MÁS INNOVADORA

SULKY



Equipos combinados de sembradoras + gradas rotativas

Abonadoras de última generación desde 9 hasta 44 m



Nuevos modelos X36 - X44 Epsilon® system

VISION-X. Mayor confort y economía. Elija desde la cabina del tractor la dosis a aplicar y registre toda la información en una tarjeta de memoria SD.

MANIP



Con la garantía de **MONOSEM**

Nueva gama **MP'A**

Palas cargadoras frontales MP, adaptables a distintos tipos de tractores con una gran variedad de accesorios (cucharas, pinzas, elevapalets, etc.)

MONOSEM

Hortícolas MS



Sembradoras neumáticas de 4, 6, 7, 8, 12 y hasta 18 filas, simple o doble barra plegables
Simple telescópica: 3,50 m
Doble telescópica: 3,00 m



Sucesores de Ortiz de Zárate, S.L.

Tels. 629 61 47 26 - 649 47 65 10 - 649 47 65 11 - Fax 965 15 59 81

Nuevas instalaciones:
Pol. Ind. Las Labradas
C/ La Rioja, 8 • 31500 Tudela
(Navarra)