

COSECHADORAS CON SISTEMAS DE TRILLA AXIAL

PARTE 3.- LO QUE SE OFRECE EN EL MERCADO EUROPEO (JOHN DEERE Y NEW HOLLAND) Y CONCLUSIONES

Continuando con el análisis iniciado en número anteriores de **agrotecnica** sobre las cosechadoras con sistema de trilla axial, ahora corresponde analizar las características técnicas esenciales que ofrecen las máquinas fabricadas por John Deere y por New Holland, completando el estudio con una comparativa de las dimensiones de referencia de los sistemas de trilla y separación para todos los modelos que se comercializan en España y algunas conclusiones.



CUADRO 1.- DIMENSIONES DE ALGUNOS DE LOS SISTEMAS DE TRILLA Y SEPARACIÓN EN COSECHADORAS JOHN DEERE DE LA SERIE S

John Deere		S690
Trilla-Separación		
Rotores	(uds.)	1
Diámetro	(mm)	750/834
Longitud	(mm)	3 130
Superficie total	(m ²)	3.00
Limpieza de grano		
Superficie cribas	(m ²)	5.25
Capacidad tanque grano	(L)	11 000
Anchura min. transp.	(m)	-
Potencia nominal	(CV)	530
Peso sin cabezal	(kg)	15 636

Las rotativas de John Deere

Aunque ya en la década de los '60, la empresa Deere & Co. evaluó diferentes prototipos con sistema de trilla axial y cilindro único, su oferta comercial de cosechados ha permanecido al margen de estos sistemas.

Ha sido hace pocos años cuando al fin ha lanzado su STS para el mercado americano, con rotor único, pero girando en una cámara con tres diámetros diferentes. Para el desarrollo de este rotor ha utilizado la experiencia con las cosechadoras de la serie CTS, en las que los sacudidores se sus-

tituyen por rotores longitudinales de separación.

La oferta de John Deere para el mercado español en cosechadoras con sistemas de trilla axial se limita al modelo designado como S690, cuyas características principales se presentan en el Cuadro 1. Estos valores se corresponden en gran medida con el modelo 9870 STS, que se comercializa en el mercado de USA, junto con otros tres modelos más pequeños (9570 STS, 9670 STS y 9770 STS), con menores potencias de motor, y un rotor de menor diámetro, y la consiguiente reducción de la superficie de cribas para la limpieza del grano.

Como aspectos más significativos y diferenciales respecto a otros fabricantes, cabe señalar que la envoltura del rotor se ajusta en la zona de entrada a las tres hélices que reparten el flujo de la mies que llega del elevador, pasando en un escalón a 750 mm de diámetro (zona de trilla) y en otro posterior de 834 mm en la zona de separación. En la parte superior de las cubiertas, tanto en la zona de trilla como de separación se sitúan unos resaltes que dirigen el flujo de mies hacia atrás. El aumento del diámetro de la cámara permite la expansión de la paja a medida que va siendo trillada, lo que hace que se mantengan los tallos más enteros.

Por delante del rotor trillador-separador se sitúa un cilindro transversal 'acelerador' que pone en contacto la mies que llega del elevador con las paletas que la impulsan al interior de la cámara. El trillado se realiza con 9 barras de trilla dentadas que actúan sobre el cóncavo que abraza al rotor por la parte de abajo. Se ofrecen tres tipos de cóncavos, que son intercambiables: estándar, de barras (para maíz, soja, judías y guisantes) y de rejilla pequeña (para semillas de pequeñas dimensiones).

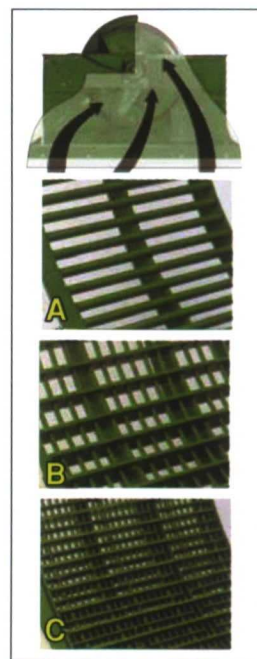
En la zona de separación, seis filas de dedos en ángulo realizan el peinado de la paja para facilitar la separación del grano. A la salida de la cámara del rotor un batidor con cinco paletas ayuda a expulsar el material sobre una parri-



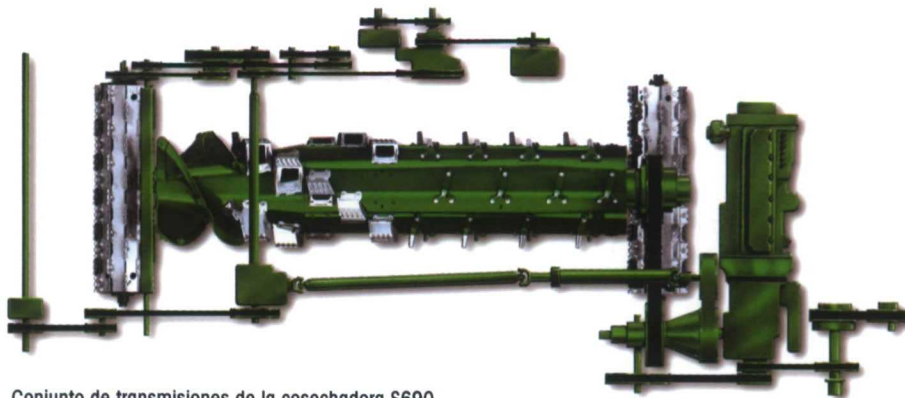
Cilindro trillador-separador y cubiertas en las cosechadoras S690 de John Deere.

lla de descarga, para que llegue con flujo uniforme al picador o al esparcidor de paja.

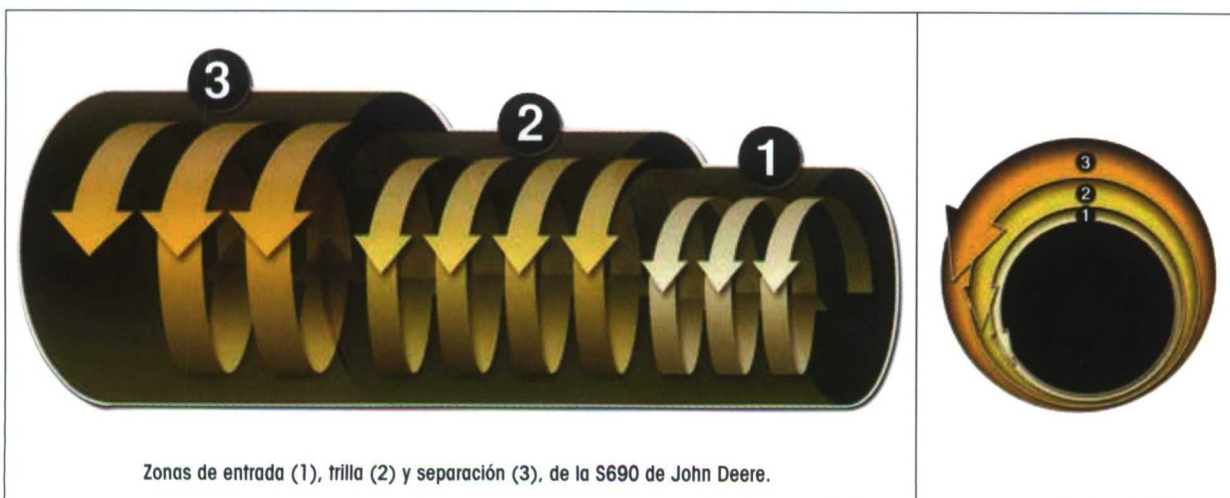
Una característica de las cosechadoras de trilla axial es la simplificación de las transmisiones, como se pone de manifiesto en el esquema adjunto de la C960 de John Deere.



Tipos de cóncavos



Conjunto de transmisiones de la cosechadora S690 de John Deere.



Zonas de entrada (1), trilla (2) y separación (3), de la S690 de John Deere.

New Holland con el doble rotor

La Serie CR llegó al mercado español en los primeros meses del 2003. Con esta Serie New Holland vuelve a un modelo original comercializado en la década de los '70, en competencia con las máquinas de 'flujo axial' que ofrecían otros fabricantes. Por diferentes circunstancias del mercado, la *Twin Rotor*, designación comercial que se le aplicó en su momento, se retiró del mercado. Ahora vuelve a comercializarse el sistema totalmente renovado, manteniendo el doble rotor, pero con un diseño en el que se incorporan los más recientes avances tecnológicos aplicados a las máquinas de recolección.

Diseñadas a partir del doble rotor

Cuando New Holland introduce la Serie CR, ofrece dos modelos, CR960 y CR980, con dos rotores longitudinales que se encargan de la trilla y de la separación del grano, por lo que, como en todas las de flujo axial, han desaparecido los sacudidores. Sin embargo, los rotores no se encuentran totalmente envueltos por los cóncavos, sino que quedan libres por la parte superior. Con esto se busca un menor grado de trituración de la paja y mayor facilidad de mantenimiento y reparación.

Además de las diferencias en la potencia de los motores para los dos modelos indicados, se utilizan rotores de tamaño diferente: 430 mm en la CR960 y 560 mm



en la CR980. Por tanto se puede decir que son modelos realmente diferentes dentro de la misma serie, con distintas capacidades de trabajo y optimizados para conseguir el mejor equilibrio entre sus componentes.

En la parte delantera de los rotores, unos álabes recogen la mies que llega del elevador y dividen su flujo para que siga caminos diferentes a lo largo de los rotores que giran en sentidos opuestos.

Los cóncavos sólo cubren los rotores por la parte inferior, por lo que la trilla se asemeja a la que realizan los conjuntos de cilindro-cóncavo convencionales, aunque el avance de la mies sigue una trayectoria helicoidal. Las barras desgranadoras, colocadas en zig-zag, las aletas separadoras y los dedos agitadores hacen avanzar la mies a medida que se desprende el grano atravesando el cóncavo cami-

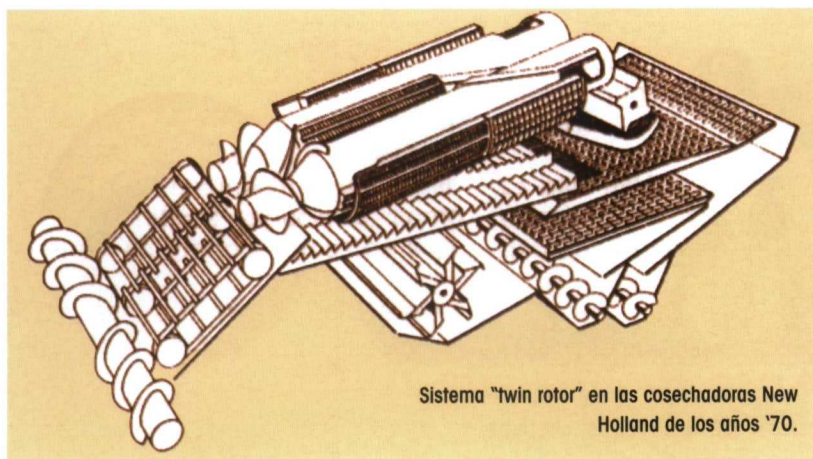
no de la caja de cribas. A la salida de los cilindros, un batidor transversal con su propio cóncavo recibe la paja y la lanza hacia el esparcidor, que admite el esparcido, el picado o el hilerado de la paja sobre la parcela.

En la actualidad, New Holland ofrece 4 modelos evolucionados a partir de los CR960 y CR980, con las denominaciones CR9060, CR9070, CR9080 y CR9090, cuyas características técnicas principales se presentan en el Cuadro 2.

La estructura que forman el conjunto de los cilindros y sus cóncavo, que lo cubren sólo por la parte baja, favorece la separación, ya que ofrece mayor superficie de contacto. Según indica el fabricante, un 20% de incremento sobre la de la serie TF.

Hay que destacar la facilidad con la que se pueden desmontar los cóncavos (15 minutos), lo que facilita su sustitución para adaptarlos a los diferentes cultivos, obteniendo la mayor eficacia.

La velocidad del rotor y el ajuste del cóncavo se realizan desde la cabina, por lo que la puesta a punto de la máquina se consigue con gran rapidez y resulta sencillo adaptarla a las diferentes situaciones de la cosecha. Además de las diferencias en las dimensiones de los rotores que se encargan de la trilla-separación, para cada dimensión se ofrecen dos potencias di-



Sistema "twin rotor" en las cosechadoras New Holland de los años '70.



Rotores y cóncavos de la cosechadora New Holland de la Serie CR 9000 Elevatio.



ferentes, y también se aumenta la capacidad de la tolva de grano.

Contacto en campo

Cuando se introdujo esta serie de cosechadoras en España tuvimos ocasión de hacer una pequeña prueba de campo (publicada en *agrotecnica* en marzo de 2004) con la New Holland CR980, aunque por las circunstancias el año agrícola en 2003 fue difícil encontrar unas parcelas de trigo, o de cebada, con elevadas producciones para poder determinar el potencial de la máquina.

La parcela utilizada en Noviercas (Soria) era ligeramente ondulada y estaba sembrada de trigo con granos de pequeño tamaño. La mies estaba alta con las espigas rectas (0.70 m de altura media) y el corte de la mies se pudo realizar a una altura entre 5 y 10 cm del suelo. A partir de varias muestras se estimó una producción de 2 500 a 3 000 kg/ha, con una relación de paja/grano de 1.66. Esto significa que la masa de co-



secha que llega a la máquina podría estar entre 5 000 y 8 000 kg/ha.

Con un anchura de corte de 7.32 m, la máquina podía trabajar a 9.8 km/h, velocidad a la que las pérdidas de grano por la cola de la cosechadora se mantenían entre el 0.60 y el 0.75% de la producción, lo que indicaba que la máquina podría aumentar su velocidad de trabajo, pero las características orográficas de la parcela no lo aconsejaban. En las condiciones de la parcela, la capaci-

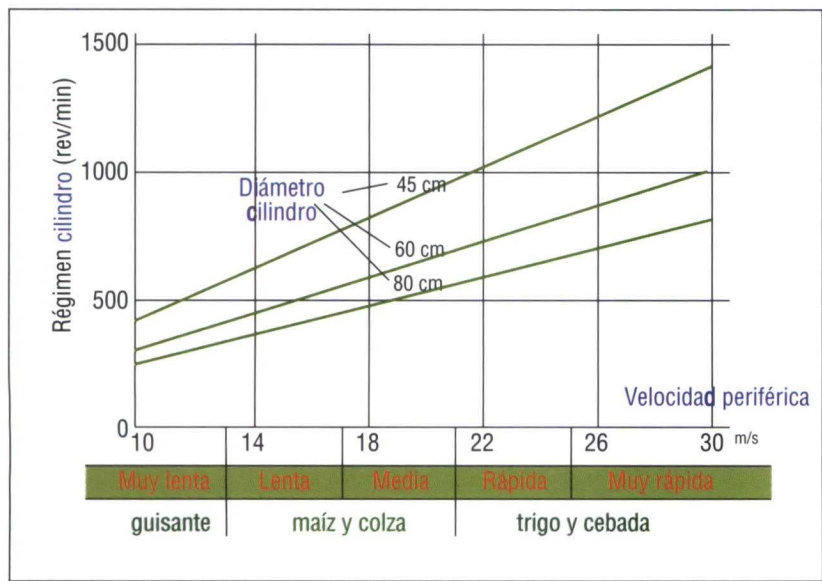
dad de trabajo alcanzaba las 5 ha/h, contando con una eficiencia en parcela del 75%.

Esta prueba rápida sirve para destacar que las cosechadoras de flujo axial (con uno o dos rotors) son máquinas de gran capacidad de trabajo, por lo que con bajas producciones tienen que utilizar cabezales con gran anchura de trabajo, para 'llenar' los sistemas de trilla-separación sin tener que aumentar la velocidad hasta límites inaceptables, lo cual limita su utilización en pequeñas parcelas.

CUADRO 2.- DIMENSIONES DE ALGUNOS DE LOS SISTEMAS DE TRILLA Y SEPARACIÓN EN COSECHADORAS NEW HOLLAND SERIE 9000 ELEVATION

New Holland		CR9090	CR9080	CR9070	CR9060
Trilla-Separación					
Rotores	(uds.)	2	2	2	2
Diámetro	(mm)	559	559	432	432
Longitud	(mm)	2 638	2 638	2 638	2 638
Superficie total	(m ²)	3.06	3.06	2.43	2.43
Limpieza de grano					
Superficie cribas	(m ²)	6.50	6.50	5.40	5.40
Capacidad tanque grano	(L)	12 500	10 500	10 500	9 000
Anchura min. transp.	(m)	3.50	3.50	3.30	3.30
Potencia nominal	(CV)	544	530	435	398
Peso sin cabezal	(kg)	16 700	15 730	15 010	14 500

ADAPTACIÓN DEL RÉGIMEN DE GIRO DEL CILINDRO TRILLADOR A LOS DIFERENTES CULTIVOS EN LAS COSECHADORAS CONVENCIONALES



Los números en las cosechadoras axiales

Con regímenes de giro de los rotores axiales que pueden variar entre 200 y 1000 rev/min, valores admitidos por los fabricantes, y sobre la base de diámetros de los mismos entre 700 a 800 mm, se pueden calcular las velocidades tangenciales del rotor, utilizando la expresión matemática:

$$v_t \text{ [m/s]} = \frac{\pi \times D \text{ [m]} \times n \text{ [rev/min]}}{60}$$

Donde:
 D = Diámetro del rotor en metros.
 n = régimen de giro del rotor en revoluciones por minuto

En consecuencia, se pueden conseguir velocidades tangenciales del rotor entre 10 y 30 m/s.

Conviene recordar, para establecer límites a las velocidades tangenciales, las recomendadas para los diferentes cultivos en las cosechadoras con cilindro trillador convencional, según se presentan en la figura superior.

Por otra parte, se estima que en una cosechadora clásica la velocidad de la mies en el cilindro (entrada tangencial de la mies al cilindro) está entre 5 y 6 m/s, mientras que en los sacudidores baja hasta 0.4-1.0 m/s. Por el contrario, en las cosechadoras de flujo axial los valores medidos para la velocidad tangencial, sobre las

primeras máquinas que llegan al mercado, fueron de 4 a 10 m/s en la zona de trilla y de 5 a 11 m/s en la de separación.

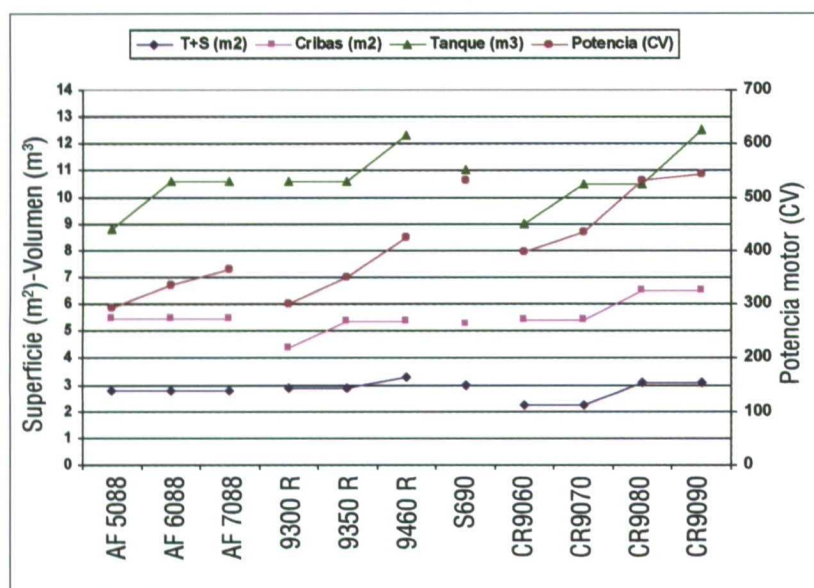
El avance de la mies depende de la velocidad axial que el imprime los resaltes para una determinada velocidad tangencial. Ya se ha señalado que el tiempo que tarda la mies en recorrer el camino que marca el rotor en una cosechadora de trilla axial es de 4 a 5 segundos, prácticamente la mitad del tiempo empleado desde que llega al cilindro trillador hasta que sale de los sacudidores en una cosechadora convencional. En cilindros con una longitud entre 3 y 4 m, si la mies los recorre en 4 a 5 segundos, esto significa que la velocidad axial media se encuentra alrededor de 1 m/s. Las informaciones que se encuentra en la bibliografía, originadas cuando aparece las primeras *axial-flow* indican que las velocidades de avance de la mies (flujo axial en el cilindro) varían entre 1.3 a 2.0 m/s en la primera parte (zona de trilla), para bajar hasta 1.3 a 2.0 m/s en la zona de separación. Con los nuevos diseños de rotores y concavos es probable que se hayan modificado estas velocidades, aunque si la velocidad tangencial aumenta excesivamente se producirán roturas de grano en las cosechas sensibles.

En consecuencia, parece que cuando se dispone de potencia suficiente, se pueden conseguir co-

CUADRO 3.- CLASIFICACIÓN DE LAS COSECHADORAS DE FLUJO AXIAL EN FUNCIÓN DE LA POTENCIA DE SUS MOTORES

	Superficie trilla + separación (m²)	Superficie Cribas (m²)	Tanque grano (m³)	Potencia nominal (CV)	Clasificación
Case IH AF 5088	2.80	5.48	8.80	294	Clase VII
Fendt 9300 R	2.88	4.36	10.57	300	
Case IH AF 6088	2.80	5.48	10.57	335	
Fendt 9350 R	2.88	5.35	10.57	350	
Case IH AF 7088	2.80	5.48	10.57	366	Clase VIII
New Holland CR9060	2.23	5.40	9.00	398	
Fendt 9460 R	3.29	5.35	12.33	425	
New Holland CR9070	2.23	5.40	10.50	435	
John Deere S690	3.00	5.25	11.00	530	Clase IX
New Holland CR9080	3.06	6.50	10.50	530	
New Holand CR9090	3.06	6.50	12.50	544	

DIMENSIONES CARACTERÍSTICAS EN COSECHADORAS AXIALES



sechadoras con mayor capacidad de trabajo sin que haya que aumentar las dimensiones exteriores. Las limitaciones pueden estar en la rotura de algunos granos y el mayor picado de la paja, aunque esto último depende del diseño del rotor y de los cóncavos y rejillas que lo rodean.

Si se agrupan en un cuadro las características técnicas principales (superficies de trilla-separación, y de limpieza, capacidad del tanque de grano y potencia de los motores) de las diferentes marcas y modelos de cosechadoras con sistemas de trilla-separación axial que se comercializan en España, se pueden verificar las diferencias entre ellas, y una clasificación en cuanto a las capacidades de trabajo que se puede esperar de cada modelo.

En este cuadro se aprecia que la cosechadora Fendt 9460R disponer de una superficie de trilla-separación de 3.29 m², muy por encima de los modelos con los que comparte la Clase VIII, e incluso superando la de las máquinas de la Clase IX. Asimismo, destaca la gran superficie de cribas de limpieza de la New Holland CR9080 y 9090, con un metro cuadrado por encima de toda la competencia. En la figura adjunta se representa el conjunto de valores del cuadro 3, en el que se

**CON LOS NUEVOS
DISEÑOS DE LOS
ROTORES SE ESTÁ
CONSIGUIENDO QUE LA
PAJA ACORDONADA
MANTENGA LOS TALLOS
LARGOS**

puede apreciar las modificaciones que se introducen en los diferentes elementos de la máquina según el modelo en cada una de las marcas.

Conclusiones finales

El análisis efectuado pone de manifiesto que la única posibilidad para poder ofrecer cosechadoras con elevadas capacidades de trabajo, sin que las dimensiones de las mismas dificulten su desplazamiento entre parcelas, es recurriendo a los sistemas de trilla-separación mediante rotores, o bien utilizar rotores separadores en alternativa a los sacudidores, reforzando los dispositivos de trilla con-

vencional. Estas son máquinas cuyos cabezales superan los 7-8 m de anchura de corte.

Con los nuevos diseños de los rotores se está consiguiendo que la paja acordonada mantenga los tallos largos que facilitan su posterior empacado, y también que se pueda recoger cosechas con elevado contenido de humedad, difíciles de trillar con los primeros cilindros axiales.

Para que los sistemas de trilla axial funcionen correctamente se necesita que una cantidad de mies que 'llene' la máquina, ya que en si la alimentación es reducida se incrementa el nivel de pérdidas de cosecha (y rotura del grano), al igual que cuando se supera el máximo admitido por el sistema de trilla-separación. A este respecto, cultivos como el maíz o la soja, se adaptan particularmente bien a estos sistemas de trilla y separación. 'Llenar' la máquina en cultivos de baja producción obliga a anchuras de corte de los cabezales que pueden hacer inviable su utilización en parcelas de reducidas dimensiones. Para el arroz con elevados contenidos de humedad pueden producirse problemas, que parece que se solucionan mejor con las máquinas híbridas (trilla convencional y separación rotativa), aunque hay modificaciones en los rotores de las axiales que permiten abordar sin dificultad la cosecha de arroz.

La eliminación de los sacudidores reduce las vibraciones de la máquina y simplifica las transmisiones, con lo que pueden reducirse las averías y ser más sencillo el mantenimiento. Sin embargo, el desgaste de los elementos de trilla y separación del rotor puede obligar a su re-equilibrado cuando estos elementos deban ser sustituidos, y esto hace necesario ofrecer un buen servicio técnico por parte del fabricante.

En cuanto a los costes de utilización, en los que respecta a consumo de combustible y a mantenimiento y reparaciones, a medida que aumenta el tamaño de una

NOVEDAD

Gama Empacadoras



Empacadora de cámara variable

EFICACIA Y FIABILIDAD KUHNN

Para responder a los desafíos del futuro de la agricultura, KUHN os ofrece con su gama completa de empacadoras, rendimientos elevados y larga vida útil asegurada.



Empacadora de cámara fija



Empacadora de cámara variable



Empacadora de alta densidad



Combinación "Empacadora de cámara fija/Encintadora"

máquina estos costes, en términos de euros por hectárea trabajada, se reducen. Posiblemente la simplificación constructiva de las axiales, con respecto a las máquinas con sacudidores, ayuden a reducir en términos absolutos los costes de mantenimiento y reparaciones, aunque no hay información que permita cuantificar estas mejoras; es muy probable que los fabricantes dispongan de ella, pero la mantienen confidencial.

Dada la gran inversión necesaria para adquirir estas máquinas (y también las equivalentes con sistemas de trilla clásica), un punto que debe tener en cuenta el potencial usuario es el de la amortización y los intereses del capital invertido, ya que pasar de 1 500 h/año de utilización a sólo 500 h/año, puede incrementar la parte de los costes financieros en el coste horario en más de un 30%.



LA SIMPLIFICACIÓN

**CONSTRUCTIVA DE LAS AXIALES PUEDE
AYUDAR A REDUCIR EN TÉRMINOS
ABSOLUTOS LOS COSTES
DE MANTENIMIENTO Y
REPARACIONES**



La apertura de los mercados del Este de Europa y de la Federación Rusa, en las que se demanda cosechadoras de elevadas prestaciones, está incrementando el interés de los fabricantes europeos de cosechadoras por las máquinas de trilla axial, que también se ofrecen como opción en otros mercados europeos. Esta opción deberán tomarla en consideración aquellos usuarios que necesiten una cosechadora de elevadas prestaciones, siempre que las vaya a utilizar muchas horas por año.

Como siempre sucede con la maquinaria agrícola, la ayuda del fabricante en la formación del operador de la cosechadora y la disponibilidad de un servicio de asistencia técnica eficaz son imprescindibles.

A medida que las cosechadoras con este sistema de trilla-separación se difundan en Europa tendremos más información disponible, que procuraremos hacer llegar a nuestros lectores. ■

NOTA DE REDACCIÓN: Al mercado europeo de las cosechadoras axiales ha llegado más recientemente otro competidor. El Grupo SAME DEUTZ-FAHR ha introducido la cosechadora Deutz-Fahr 7545 RTS, por lo que en el próximo número de **agrotecnica** se analizarán sus características técnicas comparándolas con las de los modelos ya considerados.



KUHN IBÉRICA S.A.
Ctra. A-131, km. 100
22005 Huesca
Tel. 974 234 440 • Fax 974 234 439
www.kuhn.es

www.kuhn.es

agrotecnica