



# John Deere T560i

## HarvestSmart con compensación de pendiente y transmisión ProDrive



P. Barreiro, B. Diezma-Iglesias, M. Garrido-Izard y C. Valero.

LPF\_TAGRALIA, UPM CEI Moncloa

El pasado 30 de junio tuvimos la oportunidad de valorar el funcionamiento de la cosechadora John Deere T560i con un cabezal 625R (7,5 m de ancho de corte) en Valseca (Segovia). Verificamos los modos de funcionamiento manual y HarvestSmart, y caracterizamos sistemáticamente las escasas pérdidas con una calidad del grano muy inferior a la recogida en la tolva. Las especificaciones técnicas y los resultados más relevantes se detallan a continuación.

**D**e acuerdo con los datos de fábrica, las cosechadoras de la serie T han sido mejoradas en 2019. Si entre 2015 y 2016 fue posible aumentar la capacidad de trabajo en un 15%, en esta nueva modernización de 2019 se consigue un incremento adicional de capacidad de procesado (t/h) del 10% gracias al nuevo cóncavo modular de separación.

En el cabezal de corte, las placas de desgaste no requieren sustitución a lo largo de toda la vida útil de la máquina. Destaca la presencia de un embrague de seguridad

con un par máximo de 900 Nm, y un inversor mecánico de 80 CV para resolver atascos en el canal de alimentación. En el molinete se puede variar la altura y el ángulo de corte; la velocidad óptima de los alimentadores de mies se ha establecido entre 2,8 y 3,6 m/s según ensayos independientes. Además, el sistema de acoplamiento múltiple del cabezal permite la conexión de los sistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos y de bloqueo en un solo movimiento.

En la trilla se emplea un sistema multicilindro. El cilindro desgranador dispone de 10 barras para favorecer una trilla por fricción y no por impacto, y su inercia permite una distribución homogénea de las cargas; la transmisión variable Post-Torq tensa automáticamente las correas para evitar el resbalamiento.

El cóncavo modular ha aumentado 8° el ángulo de envolvimiento del cilindro desgranador y se ajusta eléctricamente. Dispone de una sección principal y otras dos desmontables sobre las que se pueden instalar distintos módulos adaptados a grano pequeño, universal para trillas fáciles, y de barras para grano grande (maíz, alubias, girasol, etc.). Las unidades desmontables están alojadas en el interior de la cosechadora para favorecer un intercambio rápido, estimado en 15 minutos.

El cilindro de separación se ha aumentado en diámetro pasando de 600 a 800 mm, con un batidor superior de 500 mm. En total, las cosechadoras de la serie T disponen de una separación activa de 4 m<sup>2</sup> (un 18% superior a la de 2015).

En esta nueva versión de 2019 se ha mantenido el número y altura de los saltos de los sacudidores (5 y 7, respectivamente), y se ha eliminado la nivelación activa de la caja de cribas una vez verificada la efectividad de los separadores laterales en las pendientes suaves. Para pendientes muy pronunciadas de hasta el 22% se puede optar por el sistema de nivelación total Hill-Master. Las cajas de cribas, con un aumento de superficie del 41% respecto a

versiones anteriores, se han fabricado en aluminio para reducir el peso (y por tanto el consumo de combustible), y las uniones emplean remaches típicos de la industria aeronáutica que se han probado en ensayos de 2.500 h. La extensa longitud de la caja de cribas hace que el cultivo se mantenga más tiempo en ellas disminuyendo el riesgo de pérdidas de grano en la parte trasera de la cosechadora.

En el sistema de limpieza, el ventilador tiene una transmisión de dos velocidades para adaptarse de manera rápida de grano a heno. El sinfín de descarga (125 l/s) tiene un amplio diámetro para poder reducir su velocidad (ajustable según cultivos), y por tanto el riesgo de daño a los granos durante

la descarga. Se dispone además de manera opcional del dispositivo Machine Sync que sincroniza automáticamente la descarga de la tolva con el remolque reduciendo la fatiga del operador.

El motor PowerTech de John Deere con tecnología SCR (reducción de NOx con urea), tiene un régimen nominal de 2.200 rev min<sup>-1</sup>, empleando 1.600 rev min<sup>-1</sup> en transporte y 1.200 rev min<sup>-1</sup> al ralentí. Su potencia nominal es de 249 kW (334 CV) y tiene un margen adicional de 25 kW (33,5 CV) para la descarga de la tolva en movimiento. En el motor, las carcasas y los cojinetes se han reforzado para poder trabajar a régimen nominal durante toda la jornada. Además, el motor dispone de un sistema

## CUADRO I.

### Especificaciones técnicas de la cosechadora John Deere T560i.

<b>MOTOR</b>	
Tipo de motor y nivel de emisiones	John Deere PowerTech PSS9 de 6 cilindros con 2 turbocompresores; Fase V
<b>ALIMENTADOR DE MIES XTRA CAPACITY</b>	
Cadenas transportadoras	3 cadenas
Ajuste del ángulo de corte	19°
<b>CILINDRO DE TRILLA</b>	
Anchura del canal	1.400 mm
Diámetro del rotor	660 mm
Ángulo de envolvimiento	124
Velocidades del cilindro, estándar	470-950 r/min
<b>SEPARADOR</b>	
Diámetro de separador extra grande	800 mm
Velocidad del separador extra grande	380/760 r/min
Criba de granzas	2,54 m
Criba de grano	2,19 m
Velocidad del ventilador de limpieza	Normal: 550-1.350 r/min; lenta: 300 - 600 r/min
<b>BATIDOR TRASERO Y CRIBA DEL BATIDOR</b>	
Diámetro del batidor trasero	400 mm
Velocidad del batidor trasero	Velocidad única sincronizada con el separador
<b>SUPERFICIE DE SEPARACIÓN ACTIVA TOTAL</b>	
Superficie del cóncavo según ISO 6689:1997	1,13 m <sup>2</sup>
Superficie de separación del separador de dedos según norma ISO 6689:1997	1,72 m <sup>2</sup>
Superficie de separación del batidor trasero según norma ISO 6689:1997	0,45 m <sup>2</sup>
Superficie de separación activa total según norma ISO 6689:1977	3,30 m <sup>2</sup>
<b>SACUDIDORES DE PAJA</b>	
Número de sacudidores (saltos)	5 (7)
Superficie de sacudidores según norma ISO 6689:1997	4,8 m <sup>2</sup>
<b>SISTEMA DE LIMPIEZA DYNAFLO PLUS</b>	
Número de sinfines convergentes	6
Retorno de retrilla al cilindro de trilla	De serie
Transmisión del ventilador simple	550-1.350 r/min
Transmisión del ventilador doble	300-600 y 550-1.350
Volumen máximo de aire del ventilador	590 m <sup>3</sup> /min
Criba de granzas	2,5 m <sup>2</sup>
Criba de granos	2,2 m <sup>2</sup>
Superficie total de caja de cribas con/sin criba de granzas según norma ISO 6689:1997	5,2/4,7 m <sup>2</sup>

de gestión inteligente que permite reducir su régimen en transporte para ahorrar combustible. La palanca Master Control permite un control hidrostático suave de la velocidad de avance de la cosechadora (hasta 40 km/h en transporte) cuando se trabaja en modo manual. En la transmisión se puede optar entre una transmisión mecánica de tres marchas o una continua Pro-Drive que evita la necesidad de realizar cambios de marcha en laderas o cabeceras de línea.

El monitor GreenStar 2630 incluye un sistema de documentación que se transmite al centro de operaciones alojado en MyJohnDeere.com. En la nube es posible consultar el trabajo de una flota de cosechadoras y acceder a los mapas de rendimiento de cualquier fecha y parcela; utilizando además la aplicación MyJobConnect se dispone de un sistema de navegación que incluye caminos rurales secundarios para obtener una ruta de traslados optimizada.

Para facilitar el mantenimiento de la máquina, se han eliminado los puntos de engrase diarios, se ha incorporado un compresor con un depósito de 60 l y una manguera de 10 m para la limpieza de la misma, con una iluminación Led dentro de la caja de cribas. El **cuadro 1** resume todas estas especificaciones.

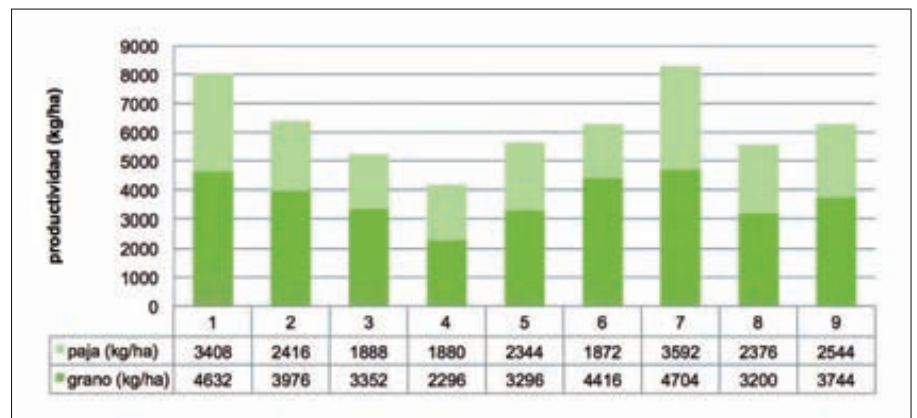
## Caracterización de la parcela

La parcela ensayada con cultivo de cebada negra se evaluó en productividad superficial (kg/ha) en ocho puntos (**foto 1**). Se empleó para ello un marco de 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>), obteniéndose un promedio de 3.735 kg/ha de grano con un 21% de variabilidad espacial (**figura 1**), y una relación grano/paja promedio de 154%, valor muy elevado respecto a los valores técnicos indicados para secanos áridos y semiáridos (119%), aunque compatible con valores publicados para condiciones de sequía (hasta 170%). El promedio de peso de 1.000 granos se situó en



Foto 1. Vista de la parcela con espigas de cebada negra donde se ha realizado el ensayo.

**FIGURA 1.** Caracterización de la productividad superficial de la parcela determinada en 9 puntos distribuidos en cruz.



39,3 g con una variabilidad del 6%. En la parcela se observó previo al paso de la cosechadora la presencia de espigas caídas en el suelo equivalentes a 217 kg/ha de grano con un peso de 1.000 granos de 35,1 g, un 10% inferior al total de granos por cuadrante (producción), indicativo de su menor calidad. Por otro lado, en la parcela se observó un grado de infestación de avena loca muy variable (**foto 2**).

## Modos de funcionamiento evaluados

En esta prueba tomamos la decisión de dar prioridad a la verificación del sistema Har-

vestSmart (HS) en relación al modo de funcionamiento manual. La orografía de la parcela se observa en la **figura 2** a partir de los datos de altimetría del DGPS.

En primer lugar, los técnicos de John Deere junto con el responsable del concesionario David Hernangómez establecieron los parámetros óptimos a partir de las recomendaciones básicas para cebada negra en nuestra latitud. Los valores seleccionados fueron: 800 rev min<sup>-1</sup> del cilindro desgranador, 980 rev min<sup>-1</sup> del ventilador, y aperturas de las cribas superior e inferior de 16 y 7 mm respectivamente (**foto 3**).

Considerando la orografía ondulada con irregularidades superficiales y alguna piedra, Alejandro Rubio, operador y técnico



**FIGURA 2.** Altimetría de la parcela determinada con el DGPS.

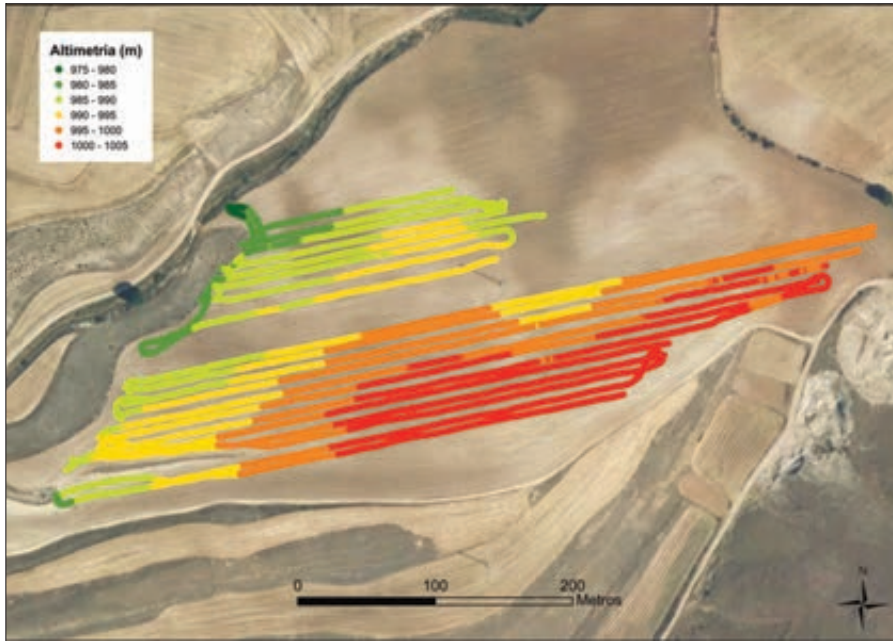


Foto 2. Determinación de la productividad superficial con un marco de 0,5 x 0,5 m.



Foto 3. Pantalla GreenStar 2630 con las regulaciones de la cosechadora seleccionadas por los técnicos.

de John Deere decidió realizar un corte elevado por la altura del rastrojo, y trabajar a una velocidad constante de 6 km/h en modo manual.

El sistema HarvestSmart (HS) permite trabajar en dos modos de funcionamiento: capacidad y pérdidas. En HS-Capacidad, la cosechadora intenta aumentar la velocidad de avance hasta alcanzar el máximo de capacidad de procesado (t de paja y grano a la hora), aunque en nuestras condiciones es importante fijar un valor máximo debido a la baja productividad superficial que puede disparar la velocidad de avance. El operador fijó su límite confort según las condiciones del suelo en 9 km/h. En principio esta cosechadora puede trabajar incluso a 12 km/h pero han de darse para ello condiciones muy específicas de homogeneidad de la parcela.

Por otra parte, en el modo HS-Pérdidas, el operador comienza trabajando en condiciones tales que las pérdidas en criba-limpiar visualizadas en el monitor GreenStar 2630, así como el volumen de retrilla, le resulten adecuados. En ese punto, graba estos valores como objetivo y a partir de aquí el procesador interno de la cosechadora permite la fluctuación de la velocidad de avance de manera que se maximice la capacidad de procesado (t/h) manteniendo los valores de pérdida consigna. Es importante recordar que los valores de pérdidas y retrilla que se ofrecen en pantalla son una información cualitativa en forma de barras que se iluminan para indicar el incremento o decremento, pero sin referencia a valores absolutos. Además en el modo HS-Pérdidas es posible fijar un valor máximo de carga de motor, aspecto que se ha considerado específicamente y se describirá más adelante.

Los trayectos realizados en cada modo de trabajo ha sido: modo manual (6 km/h,) HarvestSmart Pérdidas 80% (de capacidad del motor), HarvestSmart Capacidad, HarvestSmart Pérdidas 70% y HarvestSmart Pérdidas 60%. Como en otras ocasiones, los datos registrados corresponden a un

DGPS instalado por el LPF\_Tagralla registrando a 10 Hz (10 datos por segundo), y los parámetros de la cosechadora fueron almacenados con el ServiceAdvisor (**cuadro II**) con una cadencia de 10 ms (100 datos por segundo).

Algunos parámetros de trabajo de la cosechadora permanecieron constantes durante todo el ensayo y su valor medio se indica directamente en el **cuadro II**. El resto de variables reflejadas en el **cuadro II** con la indicación AD (a determinar) son cuantificadas posteriormente en función de la modalidad de trabajo. Adicionalmente fue posible verificar el funcionamiento mediante JDLink, datos que pueden ser recuperados en cualquier momento para su posterior análisis, en este caso la frecuencia máxima es de 1 h. Los valores en negrita son ajustados por el operario y el resto vienen determinados por ellos.

## CUADRO II.

Parámetros grabados con el Service Advisor con una cadencia de 10 ms.

	Variable	Unidades	Valor
<b>Motor</b>	Velocidad	rev min <sup>-1</sup>	<b>2.200</b>
	Carga	%	AD
	Presión del Common Rail	Bar	2.500
	Consumo Combustible	l/h	AD
	Consumo urea	l/h	AD
<b>Emisiones</b>	NOx entrada	Ppm	AD
	NOx salida	Ppm	AD
<b>Cabezal 625R</b>	Altura cabezal dcho.	Escalar	AD
	Altura corte principal	Escalar	AD
	Desplazamiento longitudinal y elevación del molinete	Escalar	AD
	Velocidad molinete	rev min <sup>-1</sup>	37
	Velocidad sinfín	rev min <sup>-1</sup>	375
<b>Trilla</b>	Tensión cilindro desgranador	V	AD
	Velocidad batidor superior	rev min <sup>-1</sup>	591
	Velocidad batidor	rev min <sup>-1</sup>	894
<b>Separación, limpia y criba</b>	Velocidad ventilador	rev min <sup>-1</sup>	980
	Velocidad retrilla	rev min <sup>-1</sup>	438
	Volumen de retrilla	%	AD
	Apertura de la criba superior	mm	<b>16</b>
	Apertura de la criba inferior	mm	<b>7</b>
<b>Sensor rendimiento</b>	Caudal máscico	Escalar	AD

## EL CRECIMIENTO EN MOVIMIENTO

Haga que sus prácticas agrícolas evolucionen gracias a la triple ventaja de los neumáticos CEAT, fabricados para enfrentarse a cualquier reto y diseñados para proporcionar la estabilidad que necesita.

- Baja Compactación
- Alta Tracción
- Alta Manejabilidad



**CEAT**  
SPECIALTY

HARD WORKING TYRES

**SAFAME**  
comercial

Para saber más, [www.ceatspecialty.com](http://www.ceatspecialty.com)  
Distribuidor Exclusivo España y Portugal  
[www.safame.com](http://www.safame.com) | Teléfono: +(34) 967 21 95 00



## Compensación de pendientes Hillmaster

El sistema de compensación de pendientes Hillmaster es opcional y está recomendado para pendientes entre el 7% y el 22%. La **foto 4** permite valorar su efecto: el cabezal permanece paralelo al suelo mientras que el cuerpo general de la máquina permanece horizontal para aprovechar al máximo la superficie de limpieza y criba.

Con los datos de ServiceAdvisor es posible verificar el grado de adaptación longitudinal y transversal del cabezal empleando para ello la variación en altura del corte principal y del sensor derecho del cabezal. Analizados los registros de los sensores correspondientes, comprobamos que el reajuste del cabezal se produce cada 4 segundos, con un rango de variación del 20% considerando los valores más representativos (el 50% del total), aspecto que consideramos importante puesto que refleja la intensidad de la capacidad de adaptación.

## Pérdidas en el cabezal de corte

Para la determinación de las pérdidas en el cabezal de corte, se eligieron al azar cinco localizaciones, lanzando el marco antes de las distintas pasadas de la cosechadora, tanto en modo manual, como en los modos HS-Capacidad y HS-Pérdidas. Para cada cuadrante se guardaron las espigas y granos caídos en el suelo antes del paso de la cosechadora, recogidos cuidadosamente después de la cosecha y verificando que no correspondía a zona de descarga del cordón de paja (**foto 5**). En estas condiciones, el grano recogido (que provino fundamentalmente de espigas completas) es exclusivamente achacado al cabezal de corte.

Los resultados de las pérdidas en el cabezal de corte muestran un promedio de pérdidas de 72 kg/ha (1,9%) en modo manual, 138,9 kg/ha en modo HS-Capacidad

(3,7%) y una cantidad inapreciable en modo HS-Pérdidas. Este hecho refleja que cuando se trabaja con un ajuste automático para minimizar las pérdidas en la limpia, se obtiene asimismo un efecto sobre la disminución de pérdidas en el cabezal. También se deduce que intentar maximizar la capacidad de trabajo de forma automática (HS-Capacidad) puede tener un reflejo negativo en las pérdidas.

A pesar de todo, los valores de pérdidas en el cabezal obtenidos en modo manual suponen apenas 33,2% de las espigas caídas antes del paso de la cosechadora (217 kg/ha), aspecto destacable. El peso de 1.000 granos correspondiente a las pérdi-

das en el cabezal se situó en 35,8 g, valor muy similar al peso del grano caído antes del paso de la cosechadora, y un 9% inferior al total de granos por cuadrante (producción), tratándose por tanto de un grano de baja calidad. Todo esto refleja el buen diseño y ajuste del cabezal 625 R con 7,5 m de ancho de corte.

## Pérdidas en criba y limpia

Para determinar las pérdidas en criba y limpia se emplean unas bandejas (1 x 0,25 m, 0,25 m<sup>2</sup>) que están adheridas mediante un solenoide a los bajos de la cosechadora de



Foto 4. La cosechadora John Deere T560i está dotada con el sistema Hillmaster de compensación de pendientes.



Foto 5. Recolección de las espigas y de los granos caídos tras el paso de la cosechadora.



manera centrada. Cuando se corta la alimentación del solenoide mediante un mando a distancia, la bandeja cae centrada en el cordón de paja a la salida de la cosechadora recogiendo completamente. Dado que no se emplearon dispositivos picadores esparcidores, el grano recogido en la caja se puede asociar con el total de corte (7,5 m) al avanzar 0,25 m (foto 6).

Los valores de pérdidas determinados a partir de los granos recogidos en las cajas, se han podido verificar además puesto que se ha pesado la paja y el grano de cada caja, cotejándose con la productividad superficial media, y teniendo en cuenta la altura de corte del cabezal.

Los resultados nos indican que, en términos promedio, las pérdidas en criba y limpia son un 0,19% de la productividad superficial, valor muy inferior a las pérdidas en el cabezal de corte (1,9% en modo ma-



Foto 6A. Colocación de las cajas de ensayo bajo el cabezal.

nual). Este hecho es comprensible puesto que en la pantalla que observa el operador para optimizar los parámetros de trabajo de la cosechadora se visualizan los sensores

de pérdidas en criba y limpia. Las pérdidas en criba y limpia determinadas son muy inferiores al 1% típico de zonas de alta productividad (10.000 kg/ha o superior).

**Continental**  
The Future in Motion

## TractorMaster

Mayor duración y confort gracias a la tecnología de taco d.fine

Impulsado por la pasión y la dedicación, el agricultor trabaja infatigablemente para conseguir la mejor cosecha. Del mismo modo, nuestros ingenieros se esfuerzan a diario en diseñar un neumático que responda a las necesidades del agricultor en cualquier circunstancia.

Nuestro neumático TractorMaster destaca sobre los estándares del mercado gracias a la incorporación de la tecnología N.flex, el innovador diseño del talón y la avanzada tecnología de taco d.fine. Neumáticos que ofrecen mayor duración y confort para agricultores incansables.



Para más información:  
[www.continental-industrial.es](http://www.continental-industrial.es)

**Engineered  
for Efficiency**

**Pasión por la tierra**  
Neumáticos agrícolas de altas prestaciones





Foto 6B. Recogida de las cajas de ensayo.



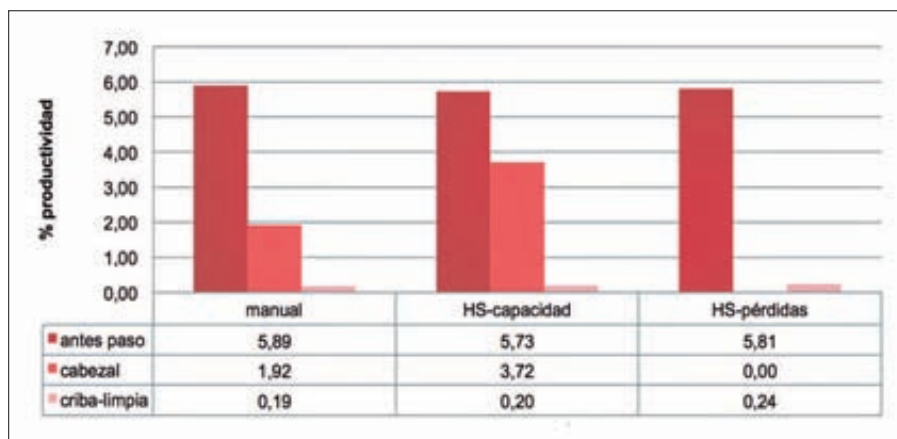
Foto 6C. Evaluación de los granos caídos bajo el cordón de paja.

El peso de 1.000 granos del material expulsado por la parte trasera de la cosechadora es en promedio 32,8 g, un 16,5% inferior al total de granos por cuadrante (producción), y aún de peor calidad que el perdido en el cabezal de corte (35,8 g por 1.000 granos). Además, la proporción de avena loca entre los granos perdidos osciló entre un 54% y 74% en zonas muy afectadas respecto a un 2% en áreas de baja infestación, reflejando la capacidad de eliminación de esta semilla de mala hierba de la tolva.

La **figura 3** compara los resultados de pérdidas en cabezal, y criba-limpia para los tres modos de trabajo ensayados, y nos indica que las pérdidas provocadas por la cosechadora son muy inferiores al grano perdido antes de la recolección. Las pérdidas son mínimas en el modo HS-Pérdidas (0,24% en total) e intermedias en modo manual (2,11%). Resulta interesante comprobar que el modo HS-Pérdidas tiene un impacto sobre la reducción de pérdidas en el cabezal (inapreciables), aspecto que no es posible visualizar en la pantalla del operador.

La **figura 4** muestra el volumen de retriella (%) en cada modo de trabajo. Destaca que los valores mínimos se obtienen en modo HS-Pérdidas (4%) respecto a un 14,5% en modo manual y un 9,8 % en HS-Capacidad.

**FIGURA 3.** Comparativa de pérdidas según modos de trabajo.



## Calidad del grano en la tolva

Para evaluar la calidad del grano recogido en la tolva, se tomaron muestras descargadas en remolque correspondientes a dos repeticiones en modo manual y una en modo HS-Capacidad (**foto 7**). En todos los casos destaca que el peso de 1.000 granos (39,6; 37,4 y 41,1 g, respectivamente) es superior en un 12% en promedio al de los granos en el suelo antes de cosechar, de donde se deduce que el grano que llega a la tolva es el de mayor calidad (**figura 5**).

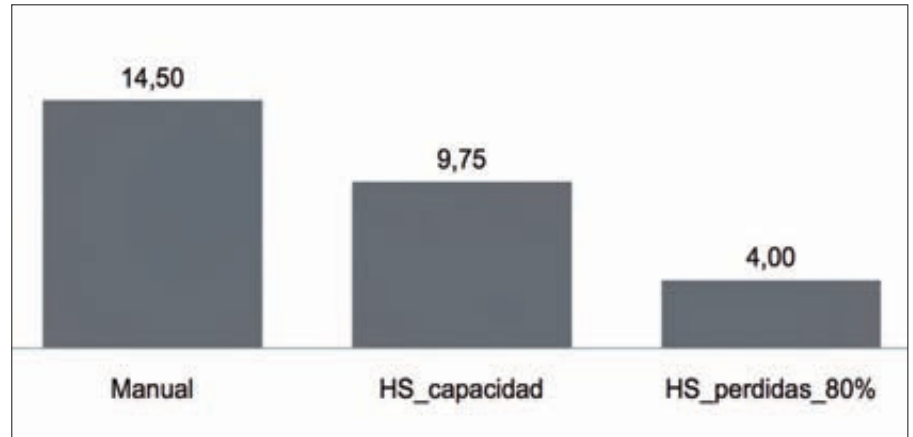


Otro indicio de calidad de la cosechadora T560i es el escaso porcentaje de granos partidos en tolva (1,07%) comparado con los recogidos otros ensayos publicados correspondientes a cereal en zonas áridas y semi-áridas (4,9%). No se detectan diferencias en la cuantía de grano partido en la tolva entre los distintos modos de trabajo.

## Calibración del sensor de rendimiento

Habitualmente se denomina sensor de rendimiento al sensor de flujo másico, que determina en la ascensión de grano limpio a la tolva la cuantía de grano en el tiempo (cada 10 ms). El valor aportado por el sensor es un valor escalar (sin unidades) y por eso hay que introducir un factor de multiplicación para relacionarlo con la productivi-

FIGURA 4. Volumen de retila en los distintos modos de trabajo.



dad superficial (kg/ha). Un aspecto importante es que el procedimiento de calibración de John Deere permite establecer si estamos en zonas de alta o baja productividad mediante una barra de estado, as-

pecto que afecta al funcionamiento del sensor dado que no es lo mismo trabajar con 12.000 kg/ha que con 2.000 kg/ha.

En este ensayo verificamos con 4.940 kg pesados en báscula, la calibración pre-

EL SISTEMA DE PANTALLA DE BASE DE TRIMBLE ANDROID™

# Conéctese



Tome el control de toda su operación con un sistema que le da la **claridad**, **certeza** y **conectividad** que necesita. Agregue el sistema de pantalla GFX-750™ a su flota hoy para vincular su operación al mundo conectado de la agricultura.

© 2019, Trimble Inc. Todos los derechos reservados.

Conozca más en: [ag.trimble.com/gfx-750-precision-es](http://ag.trimble.com/gfx-750-precision-es)

Póngase en contacto con su distribuidor local de Trimble hoy.



VANTAGE IBERIA OCCIDENTAL  
Mairena del Aljarafe (Sevilla)  
41927 | 955 260 035  
info@vantage-oeste.es  
www.vantage-oeste.es

VANTAGE IBERIA ORIENTAL  
50660 - Tauste, Zaragoza  
976 855 900  
info@vantage-este.com  
www.vantage-este.com



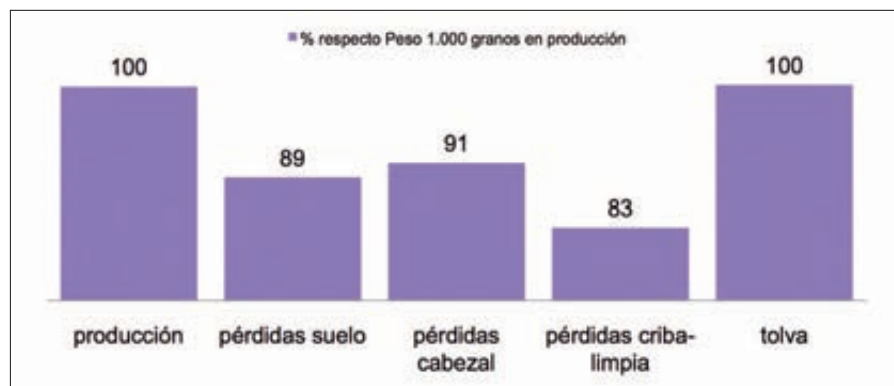
Foto 7. Para evaluar la calidad del grano recogido en la tolva, se tomaron muestras descargadas en remolque correspondientes a dos repeticiones en modo manual y una en modo HS-Capacidad.

via realizada en Lérida en fechas próximas también para cebada negra. Este análisis reflejó un error absoluto por exceso del 38% (la estimación en pantalla fue de 6.844 kg). Realizada la recalibración con 2.650 kg pesados en báscula, este error se redujo al 19% (2.223 kg según la cosechadora), en este caso por defecto. De haber realizados este procedimiento iterativamente alguna vez más hubiera sido posible alcanzar un error absoluto inferior al 10%. A través del centro de operaciones de John Deere es posible descargarse el mapa de rendimiento.

## Capacidad de trabajo

En este ensayo hemos determinado la capacidad de trabajo (ha/h) en cada uno de los modos de funcionamiento: manual, HS-Capacidad y HS-Pérdidas con un 80% de carga máxima del motor, incluyendo además dos nuevas modalidades en las que limitamos la carga del motor al 70% y 60% para comprobar su efecto sobre el consumo. La **figura 6** muestra el rango de variación de la velocidad real (velocidad sobre el suelo) en las distintas modalidades. Como se esperaba, en modo manual el operador mantuvo la velocidad muy constante entorno a 6 km/h, mientras que en los otros casos la velocidad de avance se

**FIGURA 5.** Calidad del grano determinada a partir del peso de 1.000 granos en producción.



adapta a las restricciones seleccionadas: maximizar en cada instante la capacidad de procesado (t/h), o maximizar la velocidad de avance conteniendo las pérdidas y la carga del motor.

Cuando se han comparado los modos HS-Capacidad y HS-Pérdidas se aprecia que en HS-Capacidad las velocidades se acumulan entre 7 y 8 km/h (superiores a la seleccionada de manera manual), mientras que en HS-Pérdidas la velocidad predominante oscila entre 6 y 7 km/h. Observamos picos de velocidad de 9 km/h en ambos modos de Harvest Smart (Capacidad y Pérdidas), valor máximo establecido por motivos de seguridad dada la orografía e irregularidad del terreno. Con los datos de velocidad promedio se ha determinado la

capacidad de trabajo en cada modalidad (**cuadro III**), observándose que la máxima capacidad de trabajo se obtiene cuando se optimiza la capacidad de procesado (HS-Capacidad) con un incremento respecto al modo manual del 24,8%, seguida del modo HS-Pérdidas al 80% de carga de motor con un incremento del 13% respecto al modo manual.

Analizadas las capacidades de procesado (t/h y %) en modo manual, HS-capacidad y HS-pérdidas, considerando la productividad de la parcela en grano y paja determinadas previamente, se verifica el gran incremento proporcionado por el sistema Harvest Smart respecto al modo manual: 124,8% (45.267 kg de paja + grano/h) y 113,1% (41.016 kg de paja + grano/h) de



## CUADRO III.

Capacidad de trabajo y parámetros de motor en los distintos modos de funcionamiento.

	Vel (km/h)	St (ha/h)	Carga motor (%)	Consumo (l/h)	Consumo (l/ha)	Urea/combustible (% vol)	NOx entrada(ppm)	Eficiencia SCR (%)
Manual	5,8	4,35	65,1	38,8	8,91	2,38	342	98,5
HS-Capacidad	7,24	5,43	69,6	41,7	7,67	2,34	343	98,6
HS-Pérdidas 80%	6,56	4,92	66,4	39,7	8,06	2,44	341	98,7
HS-Pérdidas 70%	6,54	4,22	63,6	38,0	9,01	2,01	335	98,0
HS-Pérdidas 60%	5,62	4,91	58,5	35,0	7,14	2,16	317	97,5

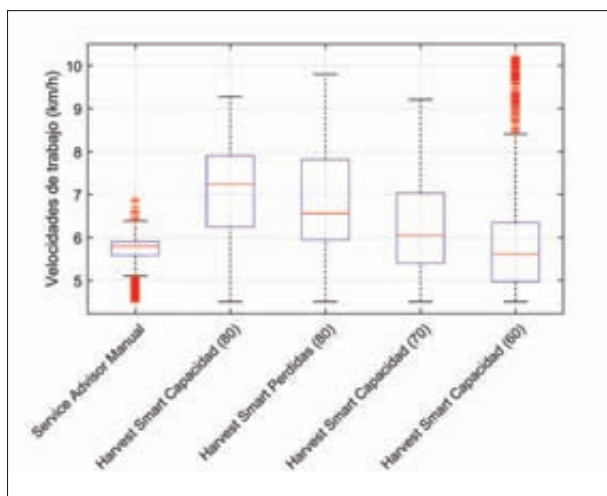
capacidad de procesado en HS-capacidad y HS-pérdidas respectivamente tomando 100% (36.264 kg de paja + grano/h) como referencia del modo manual (kg de grano y paja a la hora). Para valorar los valores máximos de capacidad de procesado registrados (kg de paja y grano a la hora) tén-gase en cuenta que hemos fijado la velocidad máxima en 9 km/h (en el límite del confort del operador) y por tanto no se alcanza el valor máximo admitido por la cosechadora T560i.

## Análisis del consumo de combustible y urea

El **cuadro III** refleja los datos más relevantes del motor que trabajó de manera constante en régimen nominal (2.200 rev min<sup>-1</sup>) verificado en todos los casos con los registros del Service Advisor. El consumo de combustible (l/ha) en el modo HS-capacidad se redujo en un 13,9% respecto al modo manual, y en un 9,5% en modo HS-Pérdidas al 80% de carga máxima del motor. El valor mínimo de consumo (l/ha) se obtiene cuando se limita la carga máxima del motor al 60%, aunque en este caso la capacidad de trabajo se ve muy mermada respecto a HS-Capacidad.

El consumo de urea/combustible (% vol) es muy similar en modo manual, HS-Capacidad y HS-Pérdidas al 80% de carga máxima de motor, aunque sigue siendo mínimo en HS-Capacidad (2,34%). La eficien-

**FIGURA 6.** Rango de velocidades instantáneas determinadas con el DGPS para los distintos modos de trabajo.



cia del sistema SCR es en general superior al 98%.

Por último indicar que el valor medio de carga del motor en modo HS-Capacidad es de un 69,6% siendo el valor más alto de todos los modos de trabajo ensayados. Todo ello nos indica que la máquina ha trabajado muy holgadamente.

## Conclusión

En este ensayo hemos realizado una evaluación exhaustiva de la cosechadora John Deere T560i cuantificando las pérdidas y calidad de grano recogido. Hemos comprobado unos valores de pérdidas totales ínfimos del 0,24% en el modo HarvestSmart Pérdidas (incluyendo cabezal, criba y limpia), respecto a un 2,11% en modo manual (1,92% en el cabezal y 0,19% en criba lim-

pia). Todos los granos perdidos muestran una calidad muy inferior a los recogidos en la tolva, con un peso de 1.000 g de aproximadamente del 88% respecto al de producción.

La cosechadora John Deere T560i permite una reducción optimizada de las pérdidas en criba y limpia que se visualiza en la pantalla GreenStar 2630, mientras que las pérdidas en el cabezal no registrables en el monitor han de determinarse en ensayos específicos.

La capacidad de trabajo (entorno a 5 ha/h) se incrementa en los modos de trabajo Harvest

Smart, con aumentos del 24,8% y del 13% respecto al modo de trabajo manual en modo HarvestSmart Capacidad y Pérdidas, respectivamente. Además se verifica un mínimo de consumo de combustible de 7,7 l/ha en el modo HarvestSmart Capacidad, esto supone una disminución del consumo de combustible del 13,6% en modo HS Capacidad respecto al trabajo manual (8,91 l/ha).

El consumo de urea se sitúa en torno a un 2,4% en volumen respecto al consumo de combustible.

La cosechadora T560i ha trabajado de manera holgada con niveles medios de carga del motor entre 60 y 69% en una parcela de cebada negra con una productividad superficial de 3.735 kg/ha, valor no desdeñable en un año en que la producción en Castilla y León se ha reducido en un 50%. ■