



Pulverizador Oceanis 5602 con barra de pulverización desplegada TR4 de 30 m y ocho secciones.

Prueba técnica de certificación del pulverizador hidráulico

Kuhn Oceanis 2

F.J. García Ramos; M. Vidal; A. Boné; A. Jiménez.

Laboratorio de Maquinaria Agrícola.
Escuela Politécnica Superior. Universidad de Zaragoza—Campus Huesca.

Las dificultades ligadas a la crisis sanitaria han impedido la realización de una prueba de campo clásica en este número de MAQ por parte de nuestro equipo del Laboratorio de Maquinaria Agrícola de la Escuela Politécnica Superior de Huesca. Como alternativa, se presentan resultados técnicos de los ensayos de certificación del pulverizador hidráulico Kuhn Oceanis 5602 realizados por el centro alemán Julius Kühn-Institut y que han sido utilizados para la homologación de equipos para su inclusión en el Plan Renove por parte de la empresa Kuhn. Para ello, los equipos deben cumplir las normas UNE EN ISO-16119 y 16122.

El Oceanis 5602 de Kuhn es un pulverizador hidráulico arrastrado que pertenece a la gama Oceanis, que actualmente se comercializa con cuatro tamaños de depósito (5.000, 5.600, 6.900 y 7.700 litros) y anchuras de barra de 20 a 48 m. Concretamente, los datos de ensayo mostrados en este artículo se corresponden al modelo de 5.600 l de capacidad y 24 m de anchura de trabajo (**cuadro I**).

El modelo analizado iba equipado con una bomba de membrana de doble cuerpo (PM500) (**foto 1**). La **foto 2** muestra los filtros de aspiración previos a la bomba (dos en este caso) que son transparentes lo que permite comprobar su estado sin la necesidad de desmontarlos. La misma imagen muestra en la parte izquierda el filtro de impulsión posterior a la bomba y colocado antes del caudalímetro.

Como aspectos que destacan a primera vista el Oceanis 5602 va equipado con una barra de aluminio que permite un ajuste continuo de la altura al suelo entre 540 mm y 2.400 mm mediante accionamiento hidráulico. La barra dispone de un sistema de paralelogramo con acumulador de ni-



Foto 1. Bomba de membrana de doble cuerpo P500.



Foto 2. Filtros de aspiración (transparentes) y de impulsión (izquierda).

CUADRO I.

Características del pulverizador Kuhn Oceanis 5602 objeto de la prueba, equipado con neumáticos 20.8 R48.

Material del chasis	Acero
Volumen nominal del depósito	5.600 l
Volumen de depósito de limpieza	564 l
Volumen de depósito lavamanos	25,9 l
Material del depósito	Fibra de vidrio
Tipo de bomba	Pistón-membrana PM 500
Anchura útil de trabajo	25 m
Dimensiones	Largo 7.600 mm Ancho 2.500 mm Alto 3.900 mm
Altura de base de máquina a suelo	800 mm
Altura de barra de tiro a suelo	500 mm
Ancho de vía	De 1,8 a 2,25 m
Peso en vacío	3.150 kg



Foto 3 Pulverizador Oceanis 5602 en posición de plegado con barra TR4 de 30 m.

trógeno y permite un movimiento pendular con un rango de giro de +/- 6°.

Las opciones de barras para estos equipos son muy amplias por parte de Kuhn. Como ejemplo, el equipo analizado en el ensayo iba equipado con la barra RHA3, que pliega en tres tramos a cada lado del depósito, y dispone, en este caso para una anchura de 24 m, de nueve secciones. Otra tipología de barra es la TR4. La **foto 1** muestra esta barra, en este caso de 30 m, que pliega en dos tramos (**foto 3**) y dispone, en este modelo, de ocho secciones con diferente número de boquillas (7-7-8-8-8-8-7-7). En este último ejemplo de

barra de 30 m TR4, el hecho de que la zona de pliegue mecánico de la barra coincida con el final de un sector, permite tener la opción de no desplegar el último tramo de barra y trabajar por lo tanto como si se tratase de una barra de 16 m.

El equipo dispone del sistema Boom Assist de ajuste automático de la altura de la barra mediante tres sensores de ultrasonido (**foto 4**) colocados en los extremos y centro de la barra. Este sistema (sistema Hybrid Mode) mide al mismo tiempo la altura al suelo y la altura a la parte superior de la planta para así evitar modificaciones de altura de barra no deseadas en

zonas en las que por ejemplo, hay irregularidades o falta de cultivo, de ahí su nombre de sistema híbrido.

Las boquillas se colocan sin sobresalir de la barra de modo que están protegidas en caso de contacto de la barra con el suelo (**foto 4**). En este sentido, cada porta-boquillas puede ir equipado con hasta cuatro boquillas diferentes mediante un revólver clásico, aunque también existe la opción de ser comandadas electrónicamente desde la consola de mando lo que permite la apertura y cierre individual de cada boquilla y la selección automática de la boquilla a utilizar, ya que, en este caso,



Foto 4. Sensor de ultrasonido para control de altura de barra. Las boquillas están protegidas en el interior de la barra.

están dispuestas todas en posición de trabajo. El equipo utiliza un sistema de control de tramos mediante GPS que, una vez delimitado el contorno de la parcela, permite el cierre general y el corte de las secciones de forma automática para evitar solapamientos, siendo el porcentaje de cobertura ajustable.

El equipo dispone de un depósito de incorporación de producto fitosanitario y de lavado de envases (foto 5) ubicado en la parte izquierda de la máquina y fabrica-

do en polietileno, con un altura de trabajo de aproximadamente 80 cm. En la misma zona se ubica un panel de mando desde el que se pueden realizar las funciones de llenado, vaciado y lavado del depósito. Estas funciones también pueden ser realizadas desde el terminal de cabina.

La estabilidad de la máquina durante el trabajo se garantiza por el ya mencionado sistema de suspensión de la barra de pulverización (foto 6), que se complementa con el sistema de suspensión del eje del

equipo y de la barra de tiro mediante cilindros hidroneumáticos (foto 7).

El control del equipo se realiza desde la cabina con diferentes opciones. Como ejemplo, la foto 8 muestra el terminal Iso-bus CCI-1200, de pantalla táctil con formato de tablet, aplicable a diferentes equipos (sembradoras, abonadoras, pulverizadores, etc.) y utilizado para toda la automatización y corte de tramos ligado a tecnología GPS. Adicionalmente el equipo mostrado en las diferentes fotos del artículo dispone de los paneles de control Isoclick para apertura de sectores y CH10 (foto 9) para el control de los tramos mecánicos de la barra (plegado, desplegado, etc.). Estas funciones también se podrían realizar de forma más centralizada con el joystick Ergomatic, opción en esta máquina, que permite controlar en un solo mando las funciones hidráulicas para el movimiento de la barra y las funciones de pulverización.

Pruebas de certificación

Las pruebas de certificación están basadas en la norma UNE-EN ISO 16119-2 centrada en pulverizadores hidráulicos de barra. A continuación se sintetizan los principales resultados del ensayo agrupados en tres bloques: depósito, barra de pulveri-



Foto 5. Depósito desplegable para incorporación de producto y lavado de envases.



Foto 6. Sistema de suspensión de la barra de pulverización.

zación y regulación del volumen aplicado por hectárea.

Depósito

La superficie interior del depósito debe tener una rugosidad inferior a 0,1 mm. El volumen total del depósito debe superar al menos en un 5% su volumen nominal para evitar derrames en caso de llenado excesivo. En este sentido, la máquina ensayada presentó una rugosidad de 0,013 mm, muy inferior a la máxima admisible, y un porcentaje de volumen adicional del 5,3% que equivale a 297 l.

Un aspecto importante es el volumen residual que debe quedar en el depósito tras su vaciado. Dicho volumen, calculado en base a norma UNE, supone un máximo de 78 l para el equipo analizado. En su valor se tiene en cuenta el 0,5% del volumen nominal del depósito más 2 l/m de



Foto 7. Cilindros hidroneumáticos de suspensión de la lanza de enganche.

Elija soluciones personalizadas para la agricultura inteligente

Sea cual sea su tipo de parcela, de cultivo o de vehículo, Topcon ofrece para cada temporada instrumentos de precisión que le ayudan a satisfacer las necesidades de un mundo cambiante.

TOPCON
Agriculture



- ✓ Dosis variable
- ✓ Control de secciones
- ✓ Control de implementos
- ✓ Compatible con ISOBUS
- ✓ Guiado

DIGI★STAR

NORAC

RDS TECHNOLOGY

barra lo que para el equipo analizado equivale a 78 l. Una vez vaciado el depósito la cantidad residual fue de 63,2 l demostrando la eficiencia del sistema de vaciado.

Por otro lado, el ensayo de certificación también exige que el depósito de lavado disponga de un volumen de al menos el 10% del volumen nominal. En el caso del Oceanis 5602 este volumen fue de 564 l cumpliendo así la condición exigida.

Barra de pulverización

La barra es uno de los elementos claves del pulverizador. Las anchuras máximas de las secciones, para barras mayores de 24 m, se establecen en normativa en 6 m, hecho que cumple el equipo analizado.

Uno de los aspectos más demandados en los pulverizadores de barra, equipados con boquillas de la misma tipología, es garantizar que el caudal de las boquillas sea similar. En este sentido, en los ensayos de certificación se establece como error admisible una desviación máxima del 10% del caudal nominal de la boquilla (referenciado en la tabla de fabricante) a 3 bares o un 5% respecto al valor medio del caudal de todas las boquillas de la barra. En el caso analizado, las boquillas con las que iba equipada la máquina (Lechler IDKT 120 03) deben aportar un caudal de 1,19 l/min a 3 bares de trabajo. En el ensayo los valores se mantuvieron por encima de 1,14 l/min equivalentes a una desviación del 4,2%. Este hecho, considerando que las boquillas de la barra son de la misma tipología, da pistas sobre una buena distribución de presiones en los diferentes sectores de la barra. Para corroborarlo, en el ensayo de certificación se realiza la prueba de distribución transversal de fluido en el ancho de trabajo de la barra para diferentes presiones de trabajo y alturas de la barra al suelo. El **cuadro II** muestra los datos del coeficiente de variación obtenido en el ensayo, que debe mantenerse por debajo del 10%. Como puede observarse los resultados son óptimos,

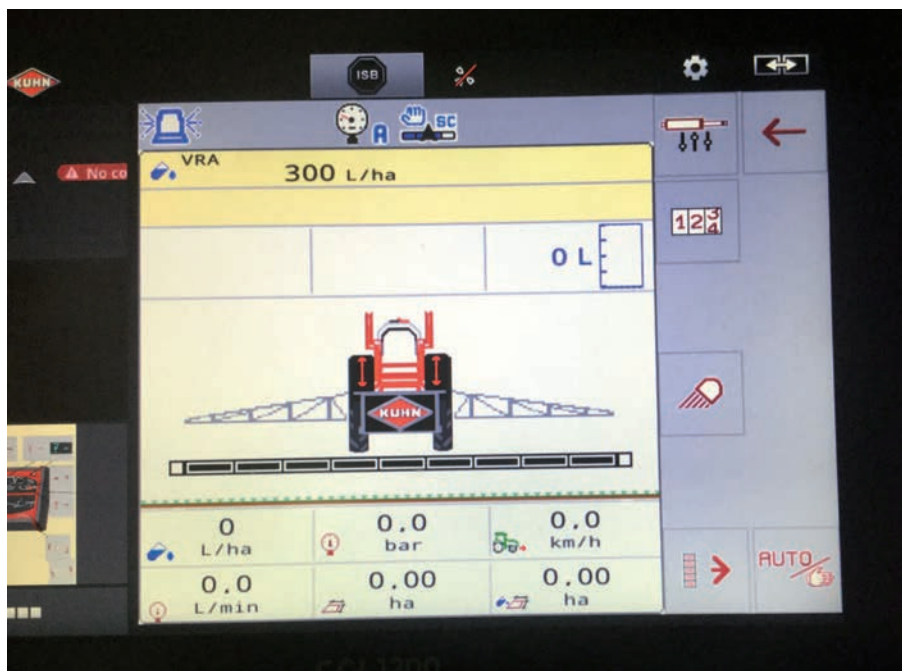


Foto 8. Terminal Isobus CCI-1200.



La pruebas de certificación realizadas con el pulverizador Kuhn Oceanis 5602 muestran el excelente comportamiento del equipo en las condiciones de ensayo, con una gran estabilidad de los litros aplicados por unidad de superficie en diferentes regulaciones de trabajo

por debajo del 5% en la mayoría de los casos mostrando una alta calidad del trabajo realizado por el equipo.

Como medida adicional, la pérdida de presión admisible entre el manómetro y cualquier boquilla para una regulación de 3 bar no debe superar el 10%. En el ensayo del Oceanis 5602 este valor se situó en 3,1%. Este hecho refleja que el valor que está marcando el manómetro es fiable y la presión marcada es similar, con el rango de error señalado, a la que realmente existe en las boquillas.

Regulación del volumen aplicado por hectárea

Un pulverizador hidráulico, utilizado en cultivos bajos, debe aportar un volumen de producto por hectárea constante. Para ello dispone de sistemas de caudal proporcio-

CUADRO II.

Coefficiente de variación de la distribución transversal de producto obtenida para barra de 24 m con 48 boquillas equipada con boquillas Lechler IDKT 12 03.

Presión (bar)	Altura barra (cm)	Coefficiente de variación (%)
1,5	50	5,1
3,0	60	3,6
4,0	50	4,4



Foto 9. Paneles de control Isoclick (parte inferior) para control de la pulverización y CH10 (parte superior derecha) para el control de plegado/desplegado de la barra.

nal al avance, como el equipo analizado en este ensayo, basados en la utilización de caudalímetros que chequean el caudal instantáneo (l/min), dato que, combinado con la velocidad de avance de la máquina (km/h) y la anchura de trabajo (m), permite obtener en todo momento los l/ha aplicados y compararlos con los l/ha establecidos al inicio del tratamiento. Por lo tanto, el sistema debe estar diseñado para poder

mantener la dosis superficial (l/ha) constante independientemente de las condiciones de manejo (cambio de velocidad y apertura y cierre de sectores o de boquillas).

Para ello se realiza una prueba basada en fijar un volumen de aplicación por hectárea y en esa situación aumentar y reducir la velocidad de avance. En esta situación, el equipo debe ser capaz de recupe-

rar el volumen por hectárea fijado, con un error de $\pm 10\%$ en un tiempo inferior a 7 s. El **cuadro III** muestra el excelente comportamiento del pulverizador Oceanis 5602, con tiempos de respuesta reducidos para incrementos y decrementos de velocidad de avance de la máquina.

Por otro lado, otro ensayo habitual en el proceso de certificación es el error producido entre el valor de los l/ha establecidos como objetivo frente a los medidos realmente. Dicho error debe ser inferior al 6%. El **cuadro IV** muestra los resultados obtenidos considerando tres dosis diferentes (126, 180 y 234 l/ha) configuradas primero en sentido ascendente y luego en sentido descendente. En todos los casos las diferencias máximas se situaron en valores muy inferiores al 6%, principalmente cuando las dosis se variaron de forma descendente.

Conclusión

El modelo Kuhn Oceanis 5602 representa un pulverizador arrastrado de grandes prestaciones, diseñado para obtener altas capacidades de trabajo con tecnología de control preciso de la pulverización (sistema de suspensión, corte de tramos, ajuste automático de la altura de la barra, posibilidad de control electrónico de boquillas, etc.). Las pruebas de certificación realizadas muestran el excelente comportamiento del equipo en las condiciones de ensayo, con una gran estabilidad de los litros aplicados por unidad de superficie en diferentes regulaciones de trabajo y la obtención de coeficientes de variación de la distribución transversal inferiores al 5%. ■

AGRADECIMIENTOS

Las imágenes utilizadas en el artículo corresponden al equipo Kuhn Oceanis 5602 propiedad de los hermanos Almuédar (Ignacio y Manuel) que tienen su explotación en Siétamo (Huesca). Desde estas páginas nos permitimos la licencia de mandar un fuerte abrazo a Ignacio tras su larga lucha y exitosa recuperación del Covid-19.

CUADRO III.

Ensayo de recuperación de volumen por hectárea aplicado tras incrementos y reducciones de velocidad de avance.

Tipo de ensayo	Tiempo consumido hasta alcanzar l/ha establecidos
Incremento de velocidad de 1,5 m/s a 2,0 m/s	2,9 s
Incremento de velocidad de 2,0 m/s a 2,5 m/s	3,5 s
Reducción de velocidad de 2,5 m/s a 2,0 m/s	3,0 s
Reducción de velocidad de 2,0 m/s a 1,5 m/s	2,2 s

CUADRO IV.

Desviación de la dosis (l/ha) frente a la dosis teórica establecida.

Dosis establecida (l/ha)	Desviación al establecer la dosis de manera ascendente	Desviación al establecer la dosis de manera descendente
1,5	-1,59 %	0,65 %
3,0	-0,82 %	0,58 %
4,0	-2,27 %	0,85 %