

Análisis de la tecnología láser como método de ensayo de abonadoras

En este artículo se analiza la viabilidad de utilizar la tecnología láser escáner 3D para caracterizar el trabajo realizado por una máquina abonadora de doble disco trabajando con abono mineral sólido

F.J. García Ramos, A. Serreta, A. Boné, M. Vidal, J.A. Pérez, H. Malón.

Escuela Politécnica Superior (Huesca), Universidad de Zaragoza

Actualmente, una de las máquinas más utilizadas para la aplicación de fertilizantes minerales sólidos es la abonadora centrífuga de doble disco. Hay diversos factores que influyen en el proceso de aplicación del fertilizante: densidad y granulometría del fertilizante, características técnicas de la máquina, condiciones ambientales (humedad, temperatura) y anchura de trabajo de la máquina.

Para conocer, con un determinado tipo de abono y regulación de la máquina, la distribución superficial del producto aplicado, se realizan ensayos dinámicos donde se obtiene el perfil transversal de distribución del abono. En estos ensayos, realizados con la máquina en movimiento, el abono aplicado se recoge en recipientes colocados perpendicularmente a la trayectoria de avance de la máquina, tras lo cual, dichos recipientes son pesados obteniendo así el perfil de distribución de producto que permite establecer la calidad del trabajo realizado por la máquina y el solape necesario entre pasadas sucesivas para conseguir una distribución uniforme en campo que reduzca al máximo el coeficiente de variación. Se trata de un ensayo preciso pero muy laborioso de realizar, con un consumo de tiempo elevado, y ausencia de información en tiempo real.

Como alternativa a los ensayos dinámicos se pueden utilizar modelos de estimación de la distribución superficial de las abonadoras en base a la predicción de la trayectoria que describen las partículas de abono.

Los modelos matemáticos teóricos han ido evolucionando apoyándose en el uso de tecnología capaz de medir la velocidad y dirección de las partículas a la salida del disco, estimando así de una forma más precisa la trayectoria de las mismas. La tecnología más



Foto 1. Láser escáner 3D en posición de trabajo durante el ensayo de la abonadora.

utilizada en este sentido se ha basado en la aplicación de diferentes tipos de sensores ópticos. También es práctica habitual la utilización del método de elementos finitos para simular la trayectoria de las partículas a la salida del disco. La mayoría de los trabajos se han centrado en estimar la trayectoria de las partículas en base a su movimiento a la salida de los discos. Otra vía de trabajo ha sido la estimación de la distribución superficial real del producto utilizando por ejemplo imágenes georeferenciadas. ►►►

El fertilizante “FULL EQUIP”



Fertilizante
más eficaz

umostart[®]
● ● ● **perfect**

de serie todos los **extras**
que necesitan tus cereales



- Mayor sistema radicular
- Más ahijamiento
- Mejor coloración
- Más resistencia a estrés y enfermedades
- Mayor producción
- Más rentable

►►► Durante los últimos años la tecnología láser se ha desarrollado progresivamente y su aplicación se ha extendido al mundo de la maquinaria agrícola, principalmente para ayuda al autoguiado de las máquinas cosechadoras. Esta tecnología también ha sido aplicada para caracterizar el trabajo realizado por pulverizadores hidroneumáticos para cultivos arbóreos. Por lo tanto, su aplicabilidad a otro tipo de máquinas agrícolas como las abonadoras centrífugas de disco permitiría caracterizar con una gran precisión la distribución de partículas de abono obtenida con las diferentes regulaciones de la máquina.

ANÁLISIS DE LA TECNOLOGÍA LÁSER

El análisis de esta tecnología se describe en este artículo en base a la realización de un ensayo utilizando una abonadora suspendida aplicando abono granulado, concretamente sulfato di-amónico (21% nitrógeno), con densidad de 1 g/cm^3 , con un diámetro de grano predominante de 2 mm que representó aproximadamente el 74% del peso del abono aplicado. Para caracterizar el trabajo de la abonadora se utilizó un láser escáner 3D Leica HDS6000 (foto 1).

Se trabajó en el interior de una nave, en ausencia de viento, y se desplegaron en el suelo de la misma unas lonas de nylon para evitar el rebote de los granos de abono. Sobre dichas lonas se ubicaron 64 cajas de cartón de 60 x 40 x 10 cm, con alveolos internos de misma altura para evitar el efecto rebote de los granos dentro de la caja. Las cajas se dispusieron formando una retícula ortogonal con una caja situada cada 2 m según el esquema de la figura 1 y la foto 2. El láser escáner fue colocado sobre una plataforma elevada de forma que el cabezal láser se situó a 5 m de altura sobre el suelo (foto 1).

La abonadora, trabajando en estático, fue configurada para aplicar tres dosis diferentes de abono (1, 2 y 3): 22,2 kg/min para la dosis 1; 34,3 kg/min para la dosis 2 y 41,1 kg/min para la dosis 3. Para cada dosis de aplicación el láser realizó 5 escaneados (5 repeticiones). Después de la primera repetición se retiró el abono depositado en las cajas, se introdujo en bolsas numeradas para su posterior pesaje y se contabilizó el tiempo de duración de la aplicación de abono.

Figura 1. Esquema del ensayo estático con la distribución de las cajas de muestras y la posición de la abonadora y el láser.

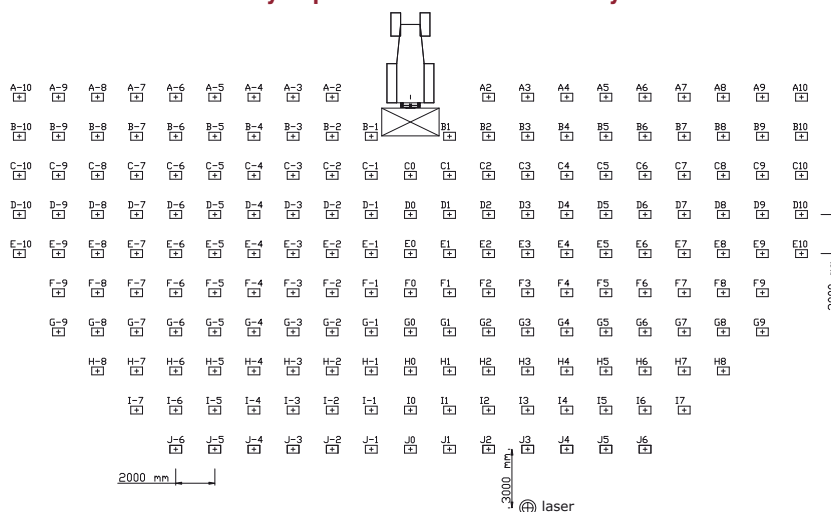
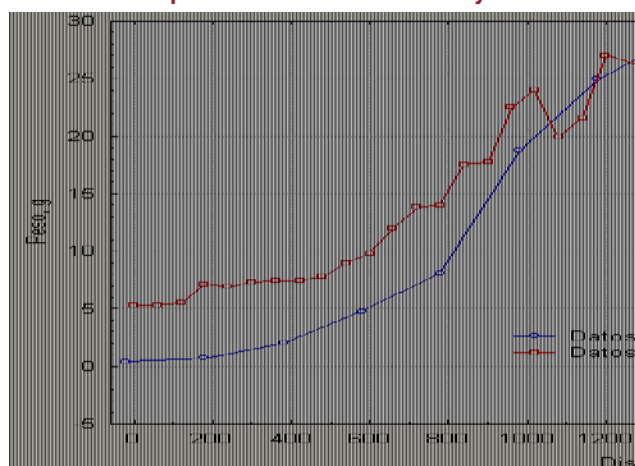


Figura 2. Curva de distribución real obtenida en ensayo de campo a 8 km/h y dosis 3 y curva de distribución estimada a partir de los datos del ensayo estático.



INFORMACIÓN APORTADA POR EL LÁSER

El láser aporta una imagen tridimensional en la que se identifican los granos de abono lanzados por la máquina a lo largo de toda su trayectoria de lanzamiento.

Esta información permite estimar tres parámetros importantes relacionados directamente con la regulación de la abonadora y de gran interés para las estaciones de ensayo y fabricantes:

- * Posibilidad de obtener las curvas de distribución de abono para diferentes velocidades de avance.

- * Información sobre la simetría de distribución del abono.

- * Información detallada sobre el alcance máximo del abono.

► Curvas de distribución

►►►

EN SEMENTERA...

Fertilizantes complejos NPK de Fertiberia, los nutrientes más eficientes y rentables.

- ➡ No arriesgue su cosecha, cubra las necesidades de sus cultivos desde la siembra.
- ➡ Asegúrese que el fósforo que utiliza es soluble y por tanto eficaz.
- ➡ Utilice solo fertilizantes asimilables y aprovechables por sus cultivos.
- ➡ La mayor rentabilidad al menor coste.

Fertiberia fabrica sus fertilizantes con las materias primas más puras y solubles y utilizando los procesos industriales más novedosos.

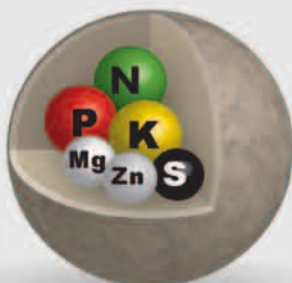
Rentabilice su abonado de sementera con los complejos NPK de Fertiberia

1. SOLUBILIDAD
2. APROVECHAMIENTO
3. MEJOR DISTRIBUCIÓN

RENTABILIDAD

Los fertilizantes complejos NPK de Fertiberia le garantizan...

- Máxima eficiencia
- Fósforo 95% soluble en agua
- Nutrientes 100% asimilables
- Mayor rendimiento
- Mayor calidad de la cosecha
- Ahorro



Seleccione el equilibrio más adecuado según sus necesidades:



- NPK (S) 9-18-27 (6)
- NPK (Mg) 8-20-8 (3) con Zinc
- NPK (S) 12-24-12 (8)

Los granos de abono detectados por el láser escáner en cada ensayo fueron referenciados con coordenadas (x, y, z). Conociendo las coordenadas de las cajas se estudiaron las correlaciones existentes entre el peso de abono registrado en las cajas para cada dosis de ensayo de la abonadora y el número de puntos detectados por el láser.

Para validar las correlaciones obtenidas se realizó un ensayo dinámico de campo, según norma EN 13739-2, con la abonadora regulada para la dosis 3 y trabajando a una velocidad de 8 km/h (foto 3). Con estos datos se obtuvo el perfil transversal de distribución de abono en campo.

Así, la figura 2 muestra la comparación entre el perfil de distribución transversal obtenido en el ensayo de campo frente al perfil transversal estimado a partir de la información aportada por el láser para una determinada regulación de la máquina. Realizando una regresión lineal entre los datos de campo y los datos estimados por el láser se obtiene un coeficiente R^2 ajustado de 0,86 lo que muestra la validez de estimar el perfil de distribución esperado en campo a partir de la información aportada por el láser.

La obtención de los perfiles transversales de distribución de abono permite establecer las anchuras de solape entre pasadas necesarias para obtener la máxima uniformidad posible en la distribución del producto. A partir de la información aportada por el láser se podrían simular numerosos ensayos de campo con un ahorro considerable de tiempo y de forma independiente a las condiciones atmosféricas. Con esta tecnología se dispondría por lo tanto de una herramienta, alternativa a los ensayos de campo, para la caracterización del trabajo realizado por las abonadoras de proyección de abono mineral sólido. La aplicación de esta tecnología sería de gran utilidad tanto para los fabricantes de las máquinas como para las estaciones de ensayo que las deben homologar.

► Simetría

La figura 3 muestra la proyección sobre el plano



Foto 2. Realización del ensayo de distribución superficial de abono.

Figura 3. Representación de la proyección horizontal de los granos de abono detectados por el láser escáner.

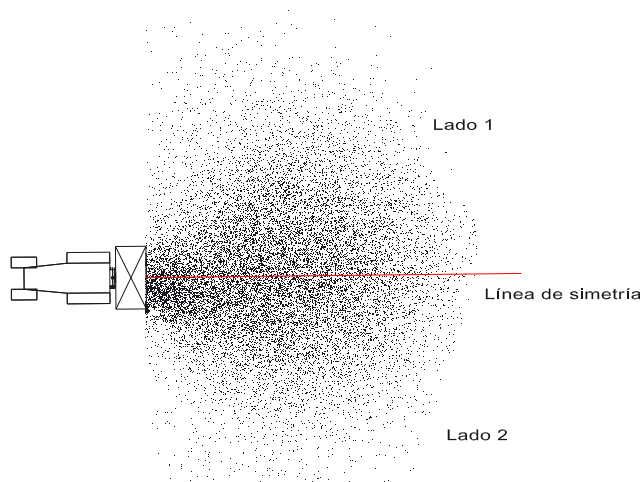
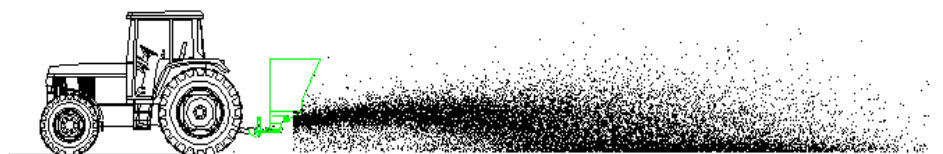


Figura 4. Vista lateral de la nube de puntos detectada por el láser escáner 3D.



horizontal de los granos detectados por el láser escáner 2 sobre la que representa la línea que divide los lados 1 y 2 de trabajo de la abonadora. Dicha línea es una perpendicular a la línea que une los dos centros de los discos de la abonadora en su punto central. Comparando el porcentaje de granos detectados por el láser en las dos zonas de distribución (L y R) ►►►

►►► se puede analizar la simetría del tratamiento realizado.

► Distancia máxima de trabajo

La información aportada por el láser escáner permite conocer, para una determinada regulación de la máquina, la trayectoria real de los granos de abono (figuras 3 y 4) pudiendo establecer de forma muy precisa la distancia máxima de aplicación y la altura máxima de distribución. Para cada dosis de regulación de la máquina, se dispone de información precisa sobre las características de la distribución de abono realizada por la máquina.

CONCLUSIONES

La tecnología láser 3D puede ser aplicada de forma exitosa para la caracterización del trabajo realizado por las abonadoras centrífugas de doble disco.

Con la tecnología láser 3D se podría caracterizar, para una determinada regulación de la máquina (dosis de abono y distancia de lanzamiento) la calidad del trabajo realizado en lo referente a: obtención de la cur-



Foto 3. Ensayo dinámico en campo.

va de distribución para cualquier velocidad de avance, obtención de la distribución superficial de producto, obtención de la distancia máxima de lanzamiento del abono, visualización de la trayectoria seguida por el abono y cuantificación de la simetría de aplicación del abono a ambos lados de la máquina. T



Sí a mejorar la calidad!



ESTA® Kieserit



ESTA® Kieserit es la primera elección – cuando se quiere realizar un aporte óptimo de Magnesio y Azufre. Es un abono totalmente soluble en agua (25% MgO, 50% SO₃) en forma inmediatamente disponible para la planta y que conviene también en mezclas con otros fertilizantes. Su efecto habla por sí solo:

- Mejora la calidad de su producto
- Mejora la eficiencia en la absorción de Nitrogeno
- Funciona en todo tipo de suelos, no dependiendo del Ph de los mismos

Elija **ESTA® Kieserit** – como garantía de éxito en sus cultivos.



esco Spain, S.L.U., División Kali · World Trade Center · Moll de Barcelona, s/n · Edifici Sud, 2ª planta · 08039 Barcelona · España
 Teléfono: +34 93 344 3293 · Mov.: +34 607 849 298 · E-Mail: kali@ks-spain.com · Web: www.kali-gmbh.com
 Una empresa del Grupo K+S