Nuevas tecnologías en Agricultura de Conservación

Control de la **compactación** y técnicas de **agricultura de precisión**

*J. Agüera Vega**
*J. A. Gil Ribes**



Figura 1. Rodadas por labores de cultivo

Generalmente, cuando hablamos de equipos o tecnologías para Agricultura de Conservación pensamos en las sembradoras directas, en los equipos para la aplicación de herbicidas y en los de manejo del residuo, porque son los básicos para su implantación. No obstante, es conveniente conocer que existen nuevas tecnologías que, aunque, no están desarrolladas específicamente para este tipo de agricultura, son de especial utilidad para ella, como es el caso de los neumáticos de alta flotación y las técnicas de precisión en el manejo de maquinaria y distribución de agroquímicos.

Compactación y control de la compactación

Uno de los problemas más delicados en la Agricultura de Conservación es el efecto del tránsito de vehículos sobre el suelo. La compactación del horizonte superficial del suelo, generada por las ruedas, se acentúa cuando el contenido de humedad es alto, reduciendo la infiltración del agua, nutrientes y oxigeno, además de originar un mayor impedimento a la expansión radicular de las plantas. El resultado final es un débil desarrollo de los cultivos y una merma en su calidad y rendimiento.

En la Figura 1, se ve el efecto del paso de maquinaria de cultivo que ha provocado la destrucción parcial del cultivo. No labrar mejora la estructura del suelo en profundidad, pero aumenta la compactación en superficie, ya que, el suelo no se esponja por el laboreo, aunque este puede trasladar las zonas compactadas a más profundidad en las denominadas suelas de labor.

Por ello, es importante determinar la evolución del estado mecánico del suelo en estos sistemas y limitar al máximo los daños provocados por el paso de tractores y maquinaria. Es necesario estudiar su compactación y la evolución de su transitabilidad frente a los sistemas convencionales, analizando la compactación general del suelo y la formación de rodadas.

La transitabilidad es un término referente a la capacidad del suelo para proporcionar una tracción adecuada para el paso de vehículos y soportar dicho tránsito sin excesiva compactación o daños estructurales (Campbell y O´Sullivan, 1991). Así, un suelo, considerado como transitable es apto, al menos, para operaciones sin alteración del suelo como aplicación de fertilizantes y protección de cultivos. Se considera que un suelo es transitable cuando puede ser pisado por un tractor convencional de aproximadamente 70 kW (95 CV) sin provocar hundimiento (huellas mayores de 5 cm de profundidad), deslizamiento, o adhesión del suelo a los neumáticos (Earl, 1996).

Unger y Jones (1998), en un estudio sobre sistemas de cultivo, observaron en sus ensayos que la transitabilidad es mejor en suelos agrícolas en régimen de no laboreo que en laboreo bajo rastrojo. Una operación crítica por su transitabilidad, como la recolección del olivar, se facilita cuando usamos cubiertas protectoras.

Otro concepto distinto, más estricto, es el de trabajabilidad o laborabilidad, que está relacionado con operaciones de manejo del suelo. Se considera como una combinación de la transitabilidad y la capacidad del suelo para ser manipu-

*G.I. "Mecanización y Tecnología Rural". ETSIAM-Univ de Córdoba.



Figura 2. Penetrómetro de accionamiento eléctrico evaluando una cubierta.

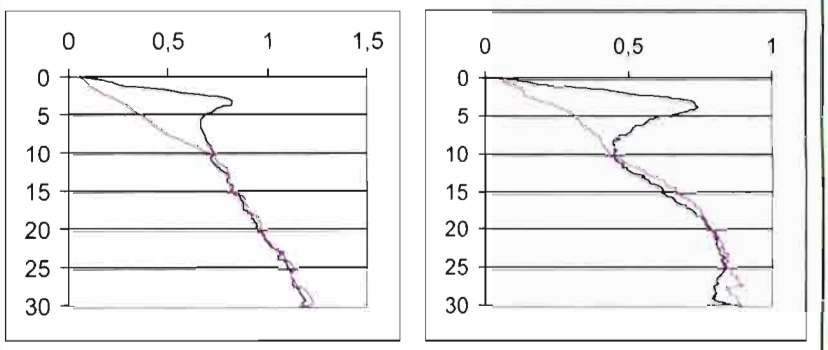

Figura 3. Incrementos de Índice de Cono tras paso de tractor sobre barbecho en la Vega de Carmona. (Izquierda: Noviembre, 24.0% humedad, derecha: Abril, 25.5%.).

lado de la forma deseada sin causar daños significativos o compactación (Earl, 1997). La determinación de estos conceptos se puede hacer de un modo subjetivo valorando el nivel de daños, pero para su cuantificación objetiva es suficiente con la medida de la densidad aparente, el índice de cono, el hundimiento y el contenido de humedad (Mosadeghi et al., 2000).

A este respecto, ASAE tipificó el ensayo de resistencia a la penetración en la norma S313.3 determinado los requerimientos y condiciones de los equipos de medida denominados penetrómetros. Consiste en clavar una punta cónica de 30º a una velocidad de tres centímetros por segundo y determinar la presión ejercida para clavarla (MPa o kPa), definiendo el parámetro Índice de Cono (I.C.) como la media de los valores de presión encontrados por el cono que se va introduciendo en el suelo hasta una profundidad determinada, siendo necesario realizar un mínimo de entre cinco y siete repeticiones para establecer un valor representativo.

Un equipo de este tipo, de accionamiento eléctrico, desarrollado por los autores, se muestra en la **Figura 2**. Los datos obtenidos representan la curva Índice de Cono (MPa en abscisas) frente a la profundidad (centímetros en ordenadas). Su utilización en un vertisol de la Vega de Carmona con dos contenidos de humedad diferentes antes (morado) y después (azul) del paso de un tractor de tracción simple, se representa en la **Figura 3**. Obsérvese el fuerte incremento de la compactación en los primeros 10 centímetros.

Otro ejemplo del efecto del paso de vehículo los tenemos en un suelo configurado en lomos, para el cultivo de algodón en riego por goteo, en Posadas (Córdoba), **Figura 4**. Medidas de la compactación en la cresta de los lomos, en los valles con goteros (que no se pisan) y en los valles entre goteros (que reciben todo el paso de los vehículos) se representan en al **Figura 5**. Se observan incrementos del IC de 5 a 1 entre las cresta y los valles pisados y de 2.5 a 1 entre los valles pisados y sin pisar. A esta misma conclusión se llega determinando las variaciones de la densidad aparente del suelo, que es el indicador más directo de su compactación, **Figura 6**. También se observa que los cambios más severos se producen en los primeros 10 centímetros.

Lanças, dos Santos y Updahyaya (1998), comprobaron que la transitabilidad puede mejorarse utilizando neumáticos mayores y más anchos, que permiten presiones de inflado menores para una determinada carga axial y reducen la compactación del suelo. Actualmente, se están comercializando neumáticos de alta flotación que son más anchos que los convencionales y trabajan a menor presión, con lo que consiguen limitar la compactación del suelo y trabajar en condiciones de humedad más difíciles, siendo de especial interés para los agricultores conservacionistas. En la **Figura 7**, se ve un conjunto tractor-atomizador

Se están comercializando neumáticos de alta flotación que son más anchos y limitan la compactación del suelo



Figura 4. Suelo alomado izquierda y algodón implantado sobre los lomos con riego por goteo

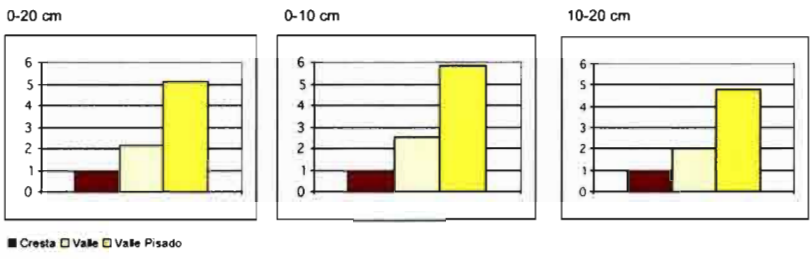

Figura 5. Índice de Cono relativo para las diferentes zonas del lomo a distintas profundidades.

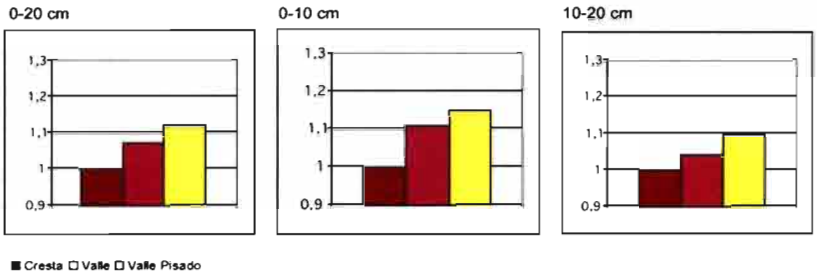

Figura 6. Densidad relativa para las diferentes zonas del lomo a distintas profundidades.

dotado de neumáticos de alta flotación en una explotación de naranjos con cubiertas vegetales protectoras.

Cuando un tractor pasa repetidas veces por un mismo suelo es el primer pase el que origina la mayor parte de la compactación, mientras que los siguientes pases incrementan ese daño, pero en menor proporción. Esto indica la conveniencia de localizar las pisadas sobre las existentes. Esto queda claro en la figura 8, en la que se representan los incrementos de Índice de Cono tras cinco pasadas de un tractor de doble tracción sobre un vertisol. Se observan diferencias significativas del Índice de Cono inicial (0), antes del paso del tractor, y el Índice después de sucesivas pasadas (5).

La localización de las líneas de tránsito, por parte del tractorista, cuando realiza alguna operación sobre el cultivo, se ve facilitada por el uso de los actuales sistemas de ayuda al guiado específicos para agricultura. Estos equipos, basados en tecnología GPS, permiten al tractorista conocer continuamente su posición en la parcela e indicarle las correcciones de dirección necesarias para seguir las líneas prefijadas, pudiendo trabajar incluso en condiciones de visibilidad reducida por niebla, oscuridad, etc. Resulta de gran interés evaluar la mejora que supondría la adopción de estas herramientas dentro de una Agricultura de Conservación.

La tecnología GPS permite al tractorista conocer su posición en la parcela en todo momento



Figura 7. Tractor y atomizador con neumáticos de alta flotación.

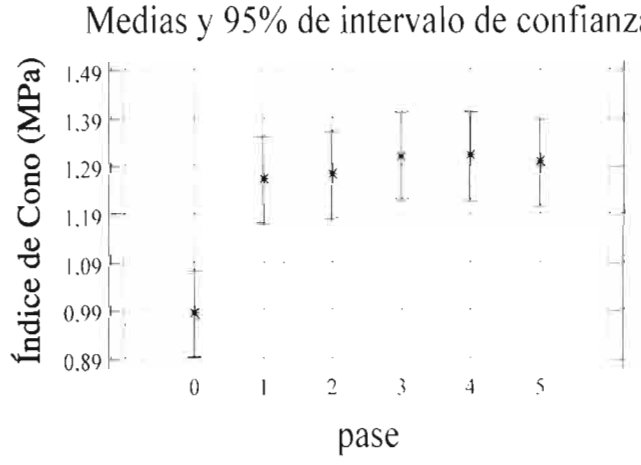

Figura 8. Índice de Cono Inicial (0) y tras sucesivas pasadas (1 a 5) en la huella de un doble tracción.

UNA GRAN FAMILIA



MAQUINARIA DE RECOLECCIÓN MF

Soluciones de recolección y de empacado para todo tipo de cultivos.

Para obtener un rendimiento consistente de todos los cultivos es esencial cosechar a tiempo. Nuestras máquinas tienen la habilidad de cosechar cualquier cultivo en cualquier época del año con total confianza.

Las Cosechadoras CEREA y ACTIVA ofrecen una tecnología moderna directamente orientada a una cosecha económica y flexible.

Cualquiera que sea el cultivo, las empacadoras gigantes Massey Ferguson están preparadas para todos los trabajos con la mejor tecnología.

Las rotoempacadoras Massey Ferguson están diseñadas para afrontar los retos de la agricultura moderna con soluciones versátiles y prácticas, que ofrecen la posibilidad de empacar cualquier tipo de cultivo desde el primer corte del forraje verde hasta la paja más seca.

Massey Ferguson – un valor seguro.

MASSEY FERGUSON

MASSEY FERGUSON es una marca de AGCO Corporation
www.masseyferguson.com