

# Hacia un laboreo racional del terreno

A largo plazo, la conservación del suelo debe ser el factor más importante, pero prima el beneficio económico

*La tierra se viene labrando de forma ininterrumpida desde el descubrimiento de la agricultura en el Neolítico, aproximadamente unos 5000 ó 3000 años a. de C. El objetivo fundamental que se persigue con el laboreo es crear en el terreno unas condiciones favorables para el crecimiento de las plantas cultivadas. En un sentido amplio, estas condiciones vienen determinadas por la ausencia de malas hierbas y por la presencia de un suelo suelto y bien aireado.*

Victor Sánchez-Girón Renedo. Dpto. Ingeniería Rural. ETSI Agrónomos Madrid.

Si de una definición del laboreo se trata, podemos afirmar que labrar es toda aquella acción por la que se realiza un trabajo sobre el suelo para modificar su estado. Las fuerzas que realizan este trabajo son de origen natural, por ejemplo, la alternancia de los ciclos de humectación y desecación o la de los de congelación y descongelación, o bien las aplica el hombre a través de los aperos de labranza. El estado del suelo es la respuesta del mismo a estas fuerzas y queda definido mediante una serie de variables que hacen referencia a sus propiedades físicas y/o mecánicas. Algunas de estas variables son la densidad aparente, la resis-

tencia a la penetración, el contenido de humedad, la infiltración, la temperatura y la estabilidad de los agregados.

Este cambio en el estado del suelo conlleva la consecución de una serie de objetivos que son los que han justificado, y aún hoy día justifican, la necesidad de labrar. Debemos considerar los siguientes factores:

**1. Modificar las condiciones físicas del suelo.** Al labrar, los suelos compactados quedan esponjados en mayor o menor intensidad, esto es, aumenta el valor de su porosidad. Este hecho facilita el desarrollo radicular del cultivo, al permitir el intercambio gaseoso que asegura una mínima concentración de oxígeno en el suelo, y, al mismo tiempo, se garantiza el suministro del agua y de los elementos nutritivos necesarios para su crecimiento.

**2. Controlar las malas hierbas.** Es uno de los aspectos básicos asignados al laboreo. Las malas hierbas se entierran en el suelo para evitar que compitan con el cultivo por el agua, la luz y los elementos nutritivos. Una vez que este cultivo ya se ha establecido, se pueden dar labores periódicas de escar-

da para controlar la vegetación adventicia.

**3. Enterrar las semillas.** Este objetivo es el único común a cualquier sistema de laboreo que consideremos. Las rejas de las botas de siembra de la sembradora se encargan de abrir un surco en cuyo fondo queda depositada la semilla. La propia tierra que desplazan las rejas es la que entierra a la semilla.

**4. Conformar la superficie del terreno.** La movilidad de la maquinaria empleada en las labores de cultivo requiere una determinada configuración de la superficie del terreno. Por ejemplo, en las zonas regables dicha superficie se dispondrá de suerte que el paso de maquinaria ocurra sin que disminuya la eficacia del sistema de riego a la hora de aplicar el



Grada de discos pesada Onyx de RAU-Jean de Bru plegada para el transporte.



Amplia gama de aperos de Kuhn para las diferentes tareas de preparación del suelo.



El arado de vertedera (Vogel & Noot) es el apero de labranza tradicional.



La maquinaria agrícola de Agrator está diseñada para suelos duros.



Arado de vertedera Varilabor de Ovlac, con sistema de seguridad "Non-Stop".

agua; en áreas de precipitaciones abundantes, la superficie del terreno se conformará para asegurar un rápido drenaje del suelo con el mínimo riesgo de erosión y la máxima capacidad de almacenamiento del agua; por último, en lugares de escasa pluviometría se procurará retener la mayor cantidad de agua en la superficie del terreno para facilitar su infiltración y posterior acumulación en el suelo.

**5. Enterrar abonos, plaguicidas y enmiendas.** La aplicación y el aprovechamiento de los abonos, los plaguicidas y las enmiendas exige que se entierren y mezclen con el suelo.

**6. Manejar los residuos de las cosechas.** Los restos de las cosechas dificultan las operaciones de laboreo y siembra. El manejo de los residuos se puede hacer dejándolos esparcidos sobre la superficie del terreno, enterrándolos al labrar volteando la tierra o mezclándolos con el suelo tras haber sido triturados.

**7. Reducir los riesgos de erosión del suelo.** En los terrenos en pendiente, labrar siguiendo las curvas de nivel disminuye el riesgo de que ocurra el proceso de erosión hídrica porque se reduce el agua de escorrentía. La presencia de terrones en la superficie del suelo reduce los riesgos de daños por erosión eólica. En este caso, resulta útil que al labrar se eleve a la superficie tierra profunda y húmeda.

Los motivos por los que los agricultores realizan unas labores y no otras vienen condicionados por la conjunción de una serie de factores, como la mera costumbre o tradición, transmitida a lo largo de los años de padres a hijos, el tipo de cultivo que se siembra, el carácter del suelo del que se dispone, las condiciones meteorológicas y las aptitudes e iniciativas personales. Todos estos factores ponen en evidencia un hecho claro: no se aborda el estudio del laboreo del suelo desde una perspectiva

que se apoye en unos mínimos conocimientos científicos y técnicos.

Se estima que la superficie potencialmente cultivable de nuestro planeta está entre 3.000 y 5.000 millones de hectáreas, de las que sólo se cultivan hoy día 1.400 millones. En los países en vías de desarrollo la superficie cultivable se sitúa entre 1.500 y 1.800 millones de hectáreas, dedicándose tan sólo a la producción de alimentos unos 270 millones. El manejo inadecuado del suelo y una mala elección de las diferentes operaciones de laboreo inciden de un modo directo en la degradación que experimenta el terreno cultivado en amplias zonas del planeta. Pero esta degradación llega a ser alarmante en muchos países desarrollados, donde los problemas de erosión, salinización y los derivados de un desarrollo urbano sin freno, por estar este desarrollo en manos de la iniciativa privada sin los oportunos controles de los poderes públicos, son los responsables de la pérdida anual de más de 6 millones de hectáreas cultivadas.

A la hora de realizar una operación de laboreo, es necesario definir con precisión el estado que se quiere alcanzar en el suelo. Este estado debe ser capaz de satisfacer tanto las necesidades de desarrollo del cultivo, como los requisitos de movilidad por el terreno labrado

de las máquinas que se emplearán en las diferentes operaciones de cultivo y la exigencia de que en todo este proceso productivo el suelo no corra riesgo de ser erosionado o degradado. La armonización de todos estos intereses en juego es realmente difícil, ya que algunos de ellos son contrapuestos.

En efecto, el cultivo requiere un suelo suelto y bien aireado, pero las máquinas, o, si se prefiere, el tractor que las arrastra, disponen de mayor movilidad cuanto más compactado esté el terreno. Pensando a largo plazo, la conservación del suelo debe ser el factor prioritario, dejando para el último lugar todos los aspectos relacionados con la mecanización de las labores. En la práctica, se antepone el beneficio económico a la idea de conservar el suelo y como los cultivos se adaptan mejor que la maquinaria a las diferentes condiciones del terreno, sus necesidades quedan relegadas a un segundo plano.

## Propiedades del suelo en relación con el laboreo

La reacción del suelo a las fuerzas a que se encuentra sometido al ser labrado viene condicionada por las propiedades físicas de las que depende dicha respuesta. Estas propiedades son los estados de consistencia, la cohesión y la adherencia. Podremos analizar el laboreo del terreno con un mínimo de rigor científico y/o técnico si se comprende cómo varían estas propiedades con la de humedad del suelo. Para ello, bastará seguir con atención el desarrollo realizado en las líneas del contenido de la **fig. 1.**

### Estados de consistencia

Los suelos con un contenido de arcilla superior al 15% exhiben un comportamiento ante

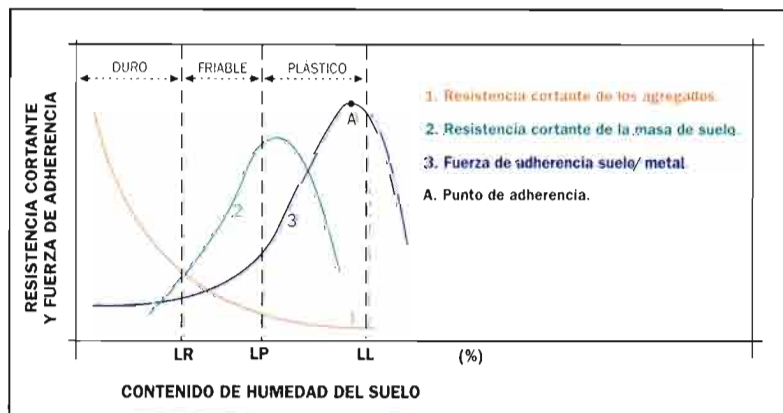


Fig. 1. Estados de consistencia y propiedades del suelo en función de su contenido de humedad.

las fuerzas exteriores aplicadas que viene condicionado por su contenido de humedad (fig. 1). A medida que aumenta la humedad, la respuesta del suelo a esas fuerzas viene condicionada por un comportamiento similar al que mostraría un sólido que fuera duro, frágil o plástico, o un fluido que fuera viscoso.

El contenido de humedad que define cada uno de estos comportamientos, también denominados estados de consistencia, se determina en los laboratorios de física y mecánica de suelos siguiendo una metodología perfectamente definida. Estos contenidos de humedad reciben el nombre de límites de Atterberg (fig. 1). El límite de retracción (LR) es el contenido de humedad que expresa el paso del estado duro al estado frágil o friable; el límite plástico (LP) es aquella humedad con la que el suelo deja de ser friable y pasa a ser plástico, esto es, se deforma de manera irreversible ante una fuerza aplicada. El límite líquido (LL) refleja la humedad a partir de la cual el suelo se comporta como un líquido con una cierta viscosidad.

No es necesario recurrir a un laboratorio para que nos determinen estos límites, basta estar mínimamente familiarizados con el suelo de nuestra explotación para tener una idea intuitiva, pero no por ello equivocada, de cuál es el estado de consistencia en que se encuentra el mismo en unas determinadas condiciones de humedad. Un suelo se dice que está en estado **duro** si al presionar un terrón entre los dedos índice y pulgar no somos capaces de romperlo. Si con una ligera presión entre estos dedos el terrón se rompe, el suelo se encuentra en el estado **frágil**. El estado **plástico** se reconoce fácilmente, pues la más mínima presión de los dedos es suficiente para deformar el terrón sin romperlo. En estado **líquido** el suelo se comporta como si fuera un fluido; es decir, su forma se altera continuamente por la acción de una fuerza.

## Cohesión

Por cohesión se entiende la propiedad que mantiene unidas entre sí las distintas partículas y agregados del suelo. Distinguimos dos tipos: cohesión molecular y cohesión superficial (fig. 1). De la primera de ellas depende la resistencia que presentan los agregados y terrones a romper por efecto de las fuerzas aplicadas a los mismos. Las partículas de arcilla son las responsables de la existencia de este tipo de cohesión. En efecto, el origen de la misma radica en la interacción que se establece entre las fuerzas de repulsión, cuyo origen es electrostático, y las de atracción intermolecular que aparecen cuando las partículas de arcilla se encuentran a distancias próximas o muy próximas entre sí. El agua juega un papel decisivo en el valor de la cohesión molecular. Si el contenido de humedad es bajo, las partículas de arcilla pueden aproximarse entre sí de suerte que las fuerzas de atracción predominan sobre las de repulsión y así dispondremos de una cohesión elevada (fig.1). A medida que aumenta el contenido de agua, sus moléculas impiden que las partículas de arcilla se aproximen, con ello se imposibilita la aparición de estas fuerzas de atracción y disminuye el valor de la cohesión molecular (fig. 1).

El segundo tipo de cohesión, cohesión superficial, es la responsable de la resistencia de los agregados y terrones a deslizar unos respecto de otros por efecto de una fuerza externa. Su origen se debe a los fenómenos de tensión superficial que aparecen en los meniscos del agua retenida en los poros que aparecen en los diferentes puntos con los que un agregado entra en contacto con los que le rodean. Al aumentar el contenido de humedad del suelo, también lo hace el número de meniscos y, por tanto, se incrementa el valor de la cohesión superficial. Pero si la humedad es tan elevada que el agua satura un gran porcentaje de dichos poros, desaparece en los mis-

mos el fenómeno de tensión superficial y al cohesión disminuye bruscamente (fig. 1).

## Adherencia

Es la propiedad que tiene el suelo de quedar atraído sobre la superficie de contacto con otro objeto de diferente naturaleza, por ejemplo, las herramientas de trabajo de los aperos. Al igual que ocurre con la cohesión superficial, esta fuerza de atracción se debe a las fuerzas de tensión superficial que aparecen en los poros que existen en la superficie de contacto de los agregados del suelo con el objeto. Cuanto mayor es el contenido de agua en el suelo, mayor es el número de meniscos y mayor la fuerza de adherencia. Si el contenido de agua es tal que llega a saturar dichos poros, los meniscos desaparecen y con ellos la fuerza de adherencia, pues el agua actúa como si fuera un lubricante. La humedad con que se alcanza el valor máximo de la fuerza de adherencia recibe el nombre de punto de adherencia (A) (fig.1) y su valor es muy próximo al del límite líquido (LL).

## Operaciones de laboreo y su relación con la humedad del suelo

Llegados a este punto, sólo nos resta elegir con un mínimo de criterio las labores más adecuadas al contenido de humedad del suelo y, para ello, nada mejor que volver a la fig. 1. Este objetivo también podemos plantearlo en los siguientes términos, conocido el estado que queremos alcanzar en el suelo debemos ser capaces de escoger el apero más apropiado para trabajar eficazmente en las condiciones de humedad y consistencia en que aquél pueda encontrarse. En el proceso de transformación de un estado inicial a otro final será necesario que los aperos que usemos realicen alguna de las siguientes operaciones de laboreo: modificar y reordenar el tamaño de los agregados; reducir el tamaño de los mismos;



Cultivador con rodillo y grada de púas de Julio Gil en plena labor.



Grada de discos de Guerrero, adecuada para incorporar abonos al suelo.

# RAU



El grupo RAU con sus  
varias fábricas en Europa,  
Maschinenfabrik RAU en Alemania, RAU-SICAM  
y RAU-Jean de Bru en Francia, le ofrece una amplia gama  
de máquinas agrícolas  
de alto rendimiento



RAU-JEAN DE BRU S.A.  
Z.I. L'Estagnol - B.P. 1083  
F-11880 Carcassonne Cedex 9 - Francia.  
Tél. 00 33 468 11 74 01.  
Fax. 00 33 468 11 74 02.  
Móvil: 608 48 73 75

**TABLA 1. ESTADOS DE CONSISTENCIA DEL SUELO Y APEROS ADECUADOS PARA REALIZAR DIFERENTES OPERACIONES DE LABOREO**

Operación de laboreo	Objetivo	Resistencia entre agregados Valores	Resistencia de los agregados relativos	Consistencia del suelo	Dirección de la fuerza aplicada	Apero
Desintegración	Reducir el tamaño de los agregados	Alta	Baja	Friable	Descendente	Rodillo compactador, rotocultor
Formación de agregados	Agrupar y compactar las partículas de suelo entre sí	Baja	Baja	Plástica	Descendente o lateral	Arado de vertedera o de disco
Reordenación	Aumentar la densidad del suelo por reagrupación de terrones	Baja	Alta	Friable	Lateral	Grada de púas
Compactación y sellado	Aumentar la densidad del suelo por destrucción de su estructura y posterior compactación	Alta	Muy baja	Plástica	Descendente o lateral	Grada de discos, rotocultor
		Muy baja	Muy baja	Líquida		
Esponjamiento	Reducir el nivel de compactación del suelo	Baja	Alta o baja	Friable	Ascendente	Arado cincel, arado de vertedera
Inversión	Enterrar los residuos de la cosecha volteando el suelo	Alta	Alta o baja	Friable o plástica	-	Arado de vertedera
Mezcla	Mezclar los abonos con el suelo	Baja	Alta o baja	Friable o líquida	-	Rotocultor, grada de discos

esponjar, invertir y mezclar el suelo; y compactar el terreno. Cada una de estas labores se realiza en las mejores condiciones si el suelo se encuentra en un determinado estado de consistencia. Esto no significa que no se pueda labrar en otras condiciones que no sean las óptimas. Si así se hace, ocurrirá con toda probabilidad que no se alcanzará el estado final buscado y, además, la estructura del suelo quedará dañada en mayor o menor intensidad. Para enmendar estos efectos negativos no hay otra solución que tratar de corregirlos con otras labores posteriores.

Durante la preparación del lecho de siembra, los agregados se reordenan para que los más pequeños ocupen el espacio que dejan entre sí los más grandes. Se consigue así compactar el suelo y aumentar la capacidad de retención de agua, sin que por ello se vea perjudicada la aireación del mismo. La resistencia entre los agregados debe ser menor que la de los mismos y esta situación se alcanza cuando la consistencia del suelo es dura.

Para reducir el tamaño de los agregados es necesario romperlos por sus planos de fractura. Esta rotura debe hacerse sin dañar la estructura de suelo y, por ello, la resistencia de los agregados tiene que ser menor que la resistencia entre los mismos, y esto ocurre dentro del estado de consistencia friable. Tanto menor será el riesgo de dañar la estructura cuanto más próximos nos encontremos al límite de retracción. El apero que utilizemos debe comprimir entre sí a los agregados aplicando al suelo fuerzas descendentes desde la superficie del terreno. Si estas fuerzas se aplican cuando la consistencia es plástica, los agrega-

dos se deforman, el suelo queda compactado y con su estructura deteriorada. En estas condiciones, el modo más eficaz de reducir el tamaño de los agregados es mediante corte.

Cuando se invierte el suelo para enterrar malas hierbas o restos de la cosecha que quedan en la superficie del terreno, el apero corta un prisma de tierra y después lo voltea. El corte del prisma se realiza sin dificultad en estado friable y en el plástico, pero su inversión re-



Arado reversible Kverneland EM/LM de cuatro surcos.

quiera que la consistencia sea dura para evitar su fragmentación al ser volteado. Si se trabaja en estado duro, la fuerza de tiro requerida para arrastrar el apero será muy elevada, dada la gran resistencia del suelo, y se producirán muchos agregados que habrá que romper, a costa de un mayor consumo de energía, dando labores posteriores. Por otro lado, en estado plástico la adherencia del suelo con el apero es elevada y con ello no sólo aumenta la fuerza de tiro, sino que se produce el sellado del suelo que entra en contacto con las herramientas de trabajo del apero. En definitiva, el estado más adecuado para invertir el suelo es el friable.

El control de las malas hierbas se lleva a cabo con rejas que trabajan a poca profundidad y que se desplazan paralelas a la superficie del terreno. El estado de consistencia idóneo del suelo es el friable. La apertura del surco donde se deposita la semilla en la siembra y la formación de surcos y caballones exigen desplazar el suelo, y este traslado se realiza con el menor esfuerzo de tiro en el estado friable. El estado ideal para realizar la mezcla de los abonos y enmiendas con el suelo es el líquido, pero en estas condiciones el terreno carece de capacidad para soportar el peso de la maquinaria que transita por su superficie. Por ello, el estado de consistencia más adecuado para estas labores es el friable. Para reducir la compactación del suelo hay que esponjar el terreno fragmentando el mayor volumen posible del mismo. El trabajo requerido será tanto menor cuanto menor sea la resistencia del suelo, circunstancia que se alcanza en los estados duro y friable, pero con contenidos de humedad en torno al límite de retracción. ■