

LA SECUENCIA DE OPERACIONES EN EL TRABAJO DEL SUELO

Seguidamente se analizan las diferentes alternativas que se pueden seguir en la preparación del suelo para los cultivos más representativos de la agricultura extensiva de secano y regadío en las condiciones de la Península Ibérica



LUIS MÁRQUEZ

Para reducir los costes de producción resulta esencial planificar y optimizar las operaciones de trabajo del suelo, ya que en ellas el consumo de energía en forma de gasóleo es de la mayor importancia.

El punto de partida debe de ser el conocimiento del estado del suelo. En función de su naturaleza, de los tiempos disponibles y de la evolución de la climatología del año, habrá que actuar en consecuencia para minimizar las in-

tervenciones. Llegando a la siembra directa el ahorro sería máximo, si solo contabilizamos los costes directos derivados de la mecanización, pero esta opción no se puede aplicar en todas las circunstancias.

Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas

Para conseguir que un cultivo se desarrolle aprovechando su máximo potencial genético se nece-

sita que el perfil del suelo explorado por las raíces mantenga una densidad aparente adecuada, creciente con la profundidad. En un suelo muy compactado no se produce el deseado desarrollo radicular, pero tampoco un suelo con huecos y grandes fisuras ofrece un buen soporte para el desarrollo de las raíces, ya que estas crecen aprovechando las fisuras, pero dejan un gran volumen de suelo sin explorar.

Se puede asimilar el suelo en la que se desarrollan las raíces al contenido en macetas de diferen-



te tamaño. Si la maceta es grande de la planta puede crecer más, siempre que las características genéticas de la planta lo permitan, por el mayor crecimiento de su sistema radicular. Si en una maceta grande cambiamos parte de la tierra por piedras, poca tierra habrá disponible para suministrar el agua y los minerales que la planta necesita para su crecimiento.

Una manera de aumentar la producción, cuando la superficie de cultivo es limitada, es incrementando el volumen de suelo explorado por las raíces, o sea aumentando lo que se conoce como el 'perfil cultural'. Esto significa trabajar con los aperos a mayor profundidad, lo cual tiene un coste, y carece de sentido cuando las capas del suelo más alejadas de la superficie tienen poco que ofrecer (mala calidad), o cuando la propia naturaleza de las plantas limita su crecimiento radicular.

Pero adaptar el volumen de suelo a lo que las raíces del cultivo necesitan no es suficiente. En la mayoría de las plantas cultivadas la implantación se realiza mediante semillas, y para que una semilla germine y nazca es necesario que absorba con rapidez la humedad presente en el suelo, además de que las condiciones de temperatura sean favorables. El buen contacto de la semilla con el suelo se consigue rodeándola de tierra fina y presionando para que

la semilla y los pequeños terrones se unan.

A medida que se hace más pequeña la semilla la tierra que la rodea debe de ser mas fina, o bien, hay que aumentar la presión, lo cual, en condiciones húmedas, daría lugar a que se formen capas endurecidas que impidan la presencia de la planta. Además, conviene que la sembradora deje la semilla sobre una capa asentada que impida que la profundidad de siembra sea mayor de la deseada, y que permita que el agua acumulada en las capas profundas del suelo suba por capilaridad hasta la semilla. La capa asentada, la tierra fina rodeando la semilla y una superficie aterronada constituyen lo que se conoce como 'lecho de siembra', que es el objetivo del laboreo secundario.

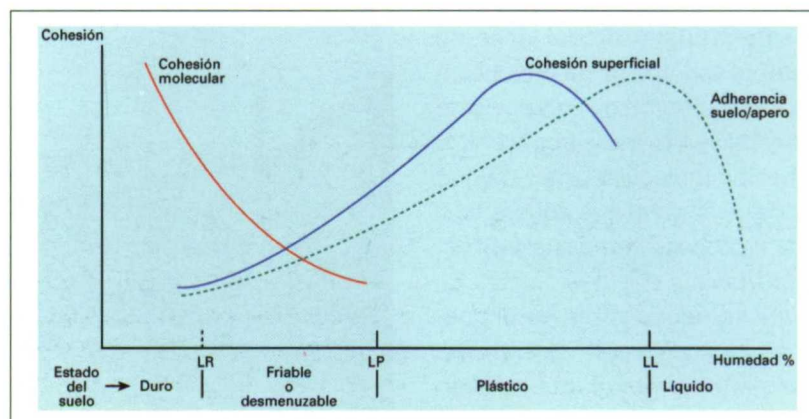
En resumen, la secuencia de operaciones del trabajo de suelo tendrán como objetivo, por una parte, obtener un perfil del suelo adecuado para un buen desarrollo del cultivo, por otra, preparar el lecho de siembra en el que se depositará la semilla; en esto se puede contar con la ayuda de la bota de la sembradora.

Dependiendo del tipo de suelo y de las condiciones de humedad, esta preparación diferenciada será más fácil de conseguir, o más complicada. Incluso en determinadas circunstancias las condiciones meteorológicas pueden ayudar, o la propia naturaleza del suelo, unida a los cambios de humedad que proporciona el clima, puede encargarse de mantener el suelo con un grado de esponjamiento que haga innecesarias todas, o al menos algunas, de las labores, con lo que la siembra directa sería posible.

■ El suelo y el agua

Las partículas que forman en suelo están unidas entre si con unas fuerzas que dependen del contenido de arcilla y de materia orgánica y de la presencia del agua. Así, las partículas de arcilla en un suelo que se ha secado están fuertemente unidas por las cargas eléctricas entre sus componentes químicos, lo que se co-

FIGURA 1.- VARIACIÓN DE LAS FUERZAS RESISTENTES DEL SUELO EN FUNCIÓN DE LA HUMEDAD





noce como fuerzas de cohesión molecular, que se debilitan, a medida que la humedad aumenta, para casi desaparecer.

También, a medida que la humedad aumenta, la absorción del agua por los pequeños terrones que forman la estructura del suelo actúa como elemento de unión, dando lugar a un sistema de fuerzas conocidas como de cohesión superficial, o de adherencia, que le dan al suelo un comportamiento plástico (se deforma sin romperse), hasta que alcanza un máximo a partir del cual decrece. Cuando la humedad sigue aumentando estas fuerzas se minimizan y se dice que el suelo ha llegado al límite líquido (ver Figura 1).

En todo momento, la resistencia del suelo es la suma de la cohesión molecular entre las partículas de arcilla y la adherencia entre los pequeños terrones que forman la estructura del suelo, por lo que las operaciones de cultivo deberán vencer esta resistencia.

Para romper con menos energía el suelo, creando tierra fina, como se necesita en las operaciones de preparación del lecho de siembra (laboreo secundario) conviene trabajar con un contenido de humedad en el que sea mínima la cohesión molecular, antes de que empiece aumentar la adherencia: esto se conoce como suelo en estado friable.

Si se necesita mover el suelo, moldeándolo para dejar un espacio interior por el que circulen el aire y el agua (aumentando la

densidad aparente), como en la arada con vertedera, conviene que tenga un comportamiento plástico (sobrepasando lo que se conoce como límite inferior de plasticidad). Esta es la condición en la que se dice que el suelo está en tempero, antes de llegar al máximo nivel de adherencia. Pero no todos los suelos dan facilidades para esto, especialmente los arcillosos, en los que se pasa de un estado de sequedad en el que se requiere mucha energía para moverlo, a otro en el que se vuelve pegajoso y en el que resulta imposible incluso desplazarse sobre él con los tractores.

El porcentaje de agua que el suelo puede retener en buenas condiciones de drenaje, lo que se conoce como 'capacidad de campo', y su proximidad con la humedad a la que se alcanza la máxima adherencia, hace que aumentan las dificultades de trabajo del suelo, lo que se pone especialmente

de manifiesto en los suelos con fuerte contenido arcilloso.

Aprovechando la variación de la humedad en el perfil del suelo, se deben de planificar las operaciones para reducir al mínimo los costes de operación, aunque las diferencias meteorológicas entre unos años y otros imponen modificaciones en la forma de actuar.

Preparación del suelo en los cultivos de siembra otoñal

La siembra en otoño, cuando la recolección se ha realizado en el verano precedente, es una práctica común en los cereales de invierno, y otros cultivos con el mismo ciclo, en muchas regiones agrícolas españolas. En otras, la implantación del cultivo en otoño viene precedida de un año de descanso, o barbecho.

En el caso de que la recolección se realice el mismo año en el que se efectúa la siembra, el tiempo disponible para la preparación del suelo es de tres o cuatro meses, en gran parte de los cuales la humedad del suelo puede ser muy baja, lo que dificulta cualquier operación.

A partir de la recolección del cultivo precedente, en los meses de junio y julio, se necesita la retirada de parte del rastrojo (recogida y empacado de la paja) o el esparcido y la incorporación al suelo después de un picado que



TABLA 1.- SECUENCIA DE OPERACIONES DE TRABAJO DEL SUELO PARA CULTIVOS DE SIEMBRA OTOÑAL

Labranza clásica con volteo												
operación	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep
recolección									■	■	■	
manejo del rastrojo									■	■	■	■
incorporación	■								■	■	■	■
arada	■											■
lab. secund.	■	■										■
siembra	■	■										
rulado	■	■	■									
recolección									■	■	■	

Labranza simplificada												
	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep
recolección									■	■	■	
manejo del rastrojo									■	■	■	■
lab. superf.	■											■
siembra	■	■										
recolección									■	■	■	

Siembra directa												
	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep
recolección									■	■	■	
manejo del rastrojo									■	■	■	■
siembra dir.												
recolección	■	■							■	■	■	

puede realizar la propia cosechadora.

La primera operación con aperos de trabajo del suelo sería la incorporación superficial de los residuos con una grada de discos, vertedera de cohecho, o apero equivalente. Esto puede ir unido a la fertilización de fondo. Como alternativa, la aplicación de herbicida cuando se decide por la siembra directa.

Es difícil con el suelo seco realizar cualquier tipo de labor, especialmente las profundas, ya que la resistencia del suelo es muy elevada y aumenta considerablemente el consumo de combustible, por lo que habrá que esperar a la llegada de las lluvias de otoño.

El chisel, o cultivador pesado, puede ser la opción más adecuada, ya que trabaja bien con menor contenido de humedad del suelo. Si se utiliza inmediatamente detrás de la cosechadora, la humedad residual del terreno le permite actuar con más facilidad, incorporando una parte del rastrojo,

siempre que se limite la profundidad de intervención a menos de 20 cm. Cualquier retraso en la operación la hace impracticable.

Con las lluvias de otoño se puede pensar en la vertedera, o en el propio chisel, según las circunstancias de cada parcela y de la climatología de la región. El laboreo secundario será necesario si el suelo ha quedado muy atoronado después de la labor de arada. Puede incluir operaciones de preparación del lecho de siembra, o es la propia sembradora la que lo realiza en el momento de sembrar.

Después de la siembra puede ser necesario un rulado, que sólo se debe de realizar en condiciones secas, con el que se pretende evitar que el suelo quede excesivamente esponjado.

Tomando como referencia la intensidad de la labranza, pueden ofrecerse tres alternativas:

- Labranza clásica con volteo.
- Labranza simplificada.
- Siembra directa.

Las técnicas de labranza simplificada permiten reducir los tiempos de intervención y bajar los costes, por lo que es lo que habitualmente se recomienda en este tipo de cultivos, aunque esto no siempre resulta posible. El calendario de labores que se puede seguir en las diferentes alternativas es el que se presenta en la Tabla 1.

Se necesita recurrir a la preparación del suelo clásica con volteo:

- Si el suelo es imposible de trabajar después de 8-10 días de un periodo lluvioso.
- Si la capa arable está compactada (después de los trabajos en condiciones húmedas).
- Cuando es muy fuerte la presencia de residuos en la superficie (paja, restos de pradera).

Para estos casos se recomienda:

- En suelos arcillosos y francos realizar las labores de cohecho y de arada lo más pronto posible.



- En suelos arcillosos se puede sustituir el arado por un descompactador de dientes rígidos.
- Antes de sembrar (10-15 días) se puede controlar la vegetación con herbicidas.
- En suelos limosos y con tendencia a compactarse conviene realizar el laboreo primario justo antes de la siembra.

La opción que mejor se adapta a la mayoría de las condiciones de los secanos de la península Ibérica es la de labranza simplificada. Con ella se recomienda:

- En suelos arcillosos y francos, realizar el trabajo superficial lo antes posible.
- En suelos limosos y con tendencia a compactarse, retrasar el trabajo superficial hasta cerca de la siembra.
- En suelos pedregosos utilizar preferentemente aperos de dientes o de discos.

- Para mantener el suelo sin malas hierbas se puede complementar el trabajo del suelo con la aplicación de herbicidas.

Puede eliminarse el trabajo superficial, realizando la siembra directa, si el suelo se encuentra nivelado y sin surcos marcados, siempre que en el perfil del suelo no haya capas endurecidas y la densidad aparente del perfil explorado por las raíces sea la adecuada. Para controlar la vegetación adventicia se necesita recurrir al empleo de herbicidas

Preparación del suelo en los cultivos de siembra primaveral

Los cultivos de siembra en invierno-primavera con la recolección precedente en verano y la recolección a finales del verano y durante el otoño del año de siembra son los cultivos con mayor potencial productivo, y generalmente se realizan sobre secanos frescos o en regadío. El ciclo total del cultivo (incluida la preparación) dura más de un año natural. Son ejemplos la remolacha, el maíz, el girasol, etc.

El mayor contenido de humedad del suelo favorece el desarrollo de malas hierbas. Además, son más sensibles a los fenómenos de compactación, por lo que normalmente se necesita realizar un laboreo primario con una profundidad de intervención adecuada a las características del cultivo que se va a implantar.

Las operaciones sobre el rastreo y la incorporación del residuo son similares a las indicadas en los cultivos de invierno, aunque el volumen de restos de la cosecha anterior suelen ser mayores, lo que complica su incorporación al suelo.

La arada suele hacerse con volteo del suelo, aunque también pueden utilizarse descompactadores de dientes rígidos, si los suelos lo admiten. Cuando hay suelas de labor se recomienda utilizar subsoladores-descompactadores trabajando a unos 10 cm por debajo de la capa endurecida.

El laboreo secundario se necesita si el suelo ha quedado muy aterronado después de la labor de arada. Puede incluir operaciones de preparación del lecho de siembra, para lo cual se recomiendan los vibrocultivadores, especialmente en cultivos con semilla pequeña y de difícil nascencia. Las gradas accionadas permiten eliminar los terrones en una sola pasada, aunque sus costes de operación son elevados.

La siembra se realiza habitualmente con sembradoras monogranos. Puede incluir elementos de laboreo secundario y preparación del lecho de siembra. La labranza se puede simplificar si las condiciones del suelo lo permiten, para reducir los tiempos de intervención y bajar los costes, aunque esto no siempre resulta posible. En el caso de la siembra directa se necesita botas de siembra adecuadas para trabajar sobre un suelo superficialmente endurecido y con residuo abundante.

Los periodos en los que se recomiendan las diferentes intervenciones varían en función de la consistencia del suelo (Tabla 2), pudiendo fijarse tres opciones:

- En suelos arcillosos (arada en otoño).
- En suelos francos (arada otoño-invierno).
- En suelos limosos y con tendencia a compactarse (arada antes de la siembra).

TABLA 2.- SECUENCIA DE OPERACIONES DE TRABAJO DEL SUELO PARA CULTIVOS DE SIEMBRA PRIMAVERAL



	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep
recolección									■	■	■	
manejo del rastrojo									■	■	■	■
subsulado	■									■	■	■
incorporación	■	■								■	■	■
En suelos arcillosos (arada en otoño)												
arada	■	■										
lab. secund.	■	■		■	■							
En suelos francos (arada en otoño-invierno)												
arada		■	■	■								
lab. secund.		■	■	■								
En suelos limosos y con tendencia a compactarse (arada antes de la siembra)												
arada				■	■	■						
lab. secund.				■	■	■						
siembra							■	■	■	■		
recolección	■	■	■									■

En los suelos arcillosos se recomienda:

- Arar el suelo al fin del verano, para que la alternancia de periodos secos y húmedos durante el invierno y las heladas rompan los terrones; arar el suelo a finales del invierno resulta difícil con la humedad por su naturaleza plástica.
- Si no se producen la rotura de terrones durante el invierno, conviene actuar con un cultivador pesado, o una grada de discos, antes de la siembra; también puede utilizarse una grada accionada por la tdf.
- Dos a tres semanas antes de sembrar se puede realizar el control de la hierba con herbicida
- Para preparar el lecho de siembra en cultivos exigentes se recomienda utilizar un vibrocultivador antes de la sembradora.

En suelos francos se recomienda:

- Arar el suelo de diciembre a enero en suelos francos con tendencia arcillosa, y de febrero a marzo en los francos de tendencia limosa; realizar la labranza con el suelo en tempero.

 **EN EL CASO DE SUELO ATERRONADO, CONVIENE REALIZAR UNA PASADA DE GRADA PARA ELIMINAR LOS TERRONES ANTES DE LA SIEMBRA** 

- Preparación rápida del lecho de siembra en primavera.
- En el caso de suelo aterronado, conviene realizar una pasada de grada para eliminar los terrones antes de la siembra (esto puede hacerse también con grada accionada).

En suelos limosos y con tendencia a compactarse se recomienda:

- Trabajar inmediatamente antes de la siembra, ya que se degradan rápidamente con la humedad y forman una costra que alcanza toda la profundidad de la

labor. Sin embargo, se vuelven friables a medida que se secan.

- La preparación rápida del lecho de siembra en primavera.
- En el caso de suelo aterronado, conviene realizar una pasada de grada para eliminar los terrones antes de la siembra (esto puede hacerse también con grada accionada).

■ A modo de conclusión

Las intervenciones realizadas con los diferentes aperos tienen un coste que en gran medida depende de la profundidad a la que actúa.

El efecto de los aperos sobre el residuo superficial es diferente, lo que se debe de tomar en consideración cuando se desea realizar una labranza conservacionista, ya que el rastrojo del cultivo precedente ayuda a controlar la erosión.

Aprovechando las condiciones atmosféricas favorables a lo largo del periodo disponible se pueden reducir las intervenciones y con ello minimizar los costes de producción. ■