

# TÉCNICAS DE LABOREO DEL SUELO EN CEREAL DE INVIERNO



Cultivo horizontal con arado de vertedera Foto: C. Cantero



Cultivo vertical con subsolador. Foto: C. Cantero



Cultivo vertical con arado de cincel ó chisel. Foto: C. Cantero

## 01 Introducción

El cultivo del cereal de invierno es tradicional en la mayor parte de las superficies agrícolas de secano de nuestro país. La producción de cereales oscila en las diferentes zonas, puesto que depende de la cantidad de lluvia caída durante el año y del tipo de suelo.

Para obtener una buena cosecha es fundamental que el suelo pueda almacenar la máxima cantidad de agua de lluvia en el periodo otoño-invierno, que será la reserva para el nacimiento del cultivo y para el posterior desarrollo del grano, en la primavera.

Actualmente y en buena parte de las comarcas, el cultivo de secano del cereal de invierno, destinado a la alimentación humana y animal, ha perdido importancia porque cada vez es más difícil lograr unos altos niveles de producción competitivos ante el resto de los mercados.

Una buena opción es cultivar cereales con criterios de sostenibilidad en los ecosistemas agrícolas de los secanos mediterráneos, donde estas especies están perfectamente adaptadas.

En los secanos mediterráneos, el objetivo principal del cultivo del cereal de invierno es obtener un rendimiento óptimo, con la máxima reducción de costes y el mínimo impacto ambiental. La mejor estrategia agronómica es aumentar la disponibilidad del agua para el cultivo, puesto que mantener un rendimiento estable en estas condiciones depende principalmente del

agua. Hay que dirigir por tanto todas las técnicas (elección de variedades fecha de siembra, fertilización, cultivo de suelo, control de malas hierbas, etc.) que favorece la acumulación de agua, evitando las pérdidas y facilitando gradualmente su acumulación, de acuerdo con las necesidades dinámicas de los cultivos.

Las técnicas de cultivo del cereal de invierno se han simplificado mucho con la mecanización. Desde un punto de vista económico, las que representan un coste más elevado son: el cultivo-siembra, la fertilización y el control de las malas hierbas. Si se utiliza un sistema intensivo, el cultivo del suelo puede representar hasta un 40% de los costes, en la forma de trabajo exigida, por el aumento del precio de los carburantes, por la mano de obra y por la utilización de maquinaria pesada.

Desde un punto de vista medioambiental, las técnicas de cultivo del suelo priorizan dos objetivos:

- a) Favorecer la acumulación de agua en el suelo y limitar las pérdidas de evaporación, con el fin de que el cultivo disponga de la cantidad más elevada posible.
- b) Evitar el impacto de la erosión

## 02 Técnicas de cultivo y agricultura de conservación

El laboreo del suelo está asociado a la profesión de labrador. Labrar fue en su día una téc-



**EL LABOREO MÍNIMO ES MUY ADECUADO PARA EL CEREAL DE INVIERNO EN LA ZONA MEDITERRÁNEA; AL TIEMPO QUE PERMITE REDUCIR COSTES, LIMITA EL IMPACTO AMBIENTAL DE LA EROSIÓN DEL SUELO, ASÍ COMO LA PÉRDIDA DE MATERIA ORGÁNICA**

nica indispensable para extraer la fertilidad de los suelos naturales y no cultivados, preparar la siembra, controlar las malas hierbas, plagas y enfermedades, incorporar rastrojos, abonos orgánicos y naturales y mejorar la estructura del suelo, en la medida que favorece el almacenamiento y la menor evaporación del agua.

Pero en los últimos años, esta técnica se está poniendo en entredicho, porque ya no hace falta extraer la fertilidad natural de los terrenos no cultivados; hay otras alternativas para el control de plagas, enfermedades y malas hierbas, así como para la fertilización, y se ha demostrado que los efectos referentes a la mejora estructural del suelo y a la conservación de agua son más negativos que positivos. El cultivo del suelo, y sobre todo el cultivo intensivo, es negativo porque estimula la mineralización de la materia orgánica de los suelos, ya empobrecida por si misma, hecho

que supone un riesgo importante de erosión; los costes en combustible y mano de obra son muy elevados.

Los sistemas de laboreo de conservación, así como la reducción del laboreo del suelo y la siembra directa (no laboreo), son cada vez más habituales en cualquier parte del Estado y del mundo. La reducción del laboreo sustituye los sistemas de volteo de la tierra (arado de vertedera), la grada de discos y la cavadora por sistemas de laboreo sin volteo, con cultivador y con arado de cincelos -chisel- (laboreo mínimo), hasta llegar al no laboreo (siembra directa).

La agricultura de conservación (AC), además de la reducción de laboreo del suelo y la siembra directa, también incluye las técnicas que promueven el uso de cubiertas vegetales vivas y/o muertas en las plantaciones de cultivos leñosos, para evitar las pérdidas de agua y materia orgánica en el suelo desnudo. Hace falta mantener la tierra cubierta con residuos vegetales muertos (paja, rastrojo y restos de cosecha) y/o vivos (siembra de cultivos en arbolados), puesto que si no hay cubierta vegetal, la efectividad se reduce y, en algunos casos, puede llegar incluso a ser contraproducente.

En los últimos sesenta años, se ha comprobado en numerosos estudios de otros países, y en condiciones mediterráneas como las nuestras, que los sistemas de AC proporcionan ventajas agronómicas, económicas y ecológicas como la conservación de agua, la protección contra la erosión del suelo, el incremento de la materia orgánica y de la actividad biológica del suelo, la reducción de los gastos del cultivo, del tiempo y de la mano de obra, entre otras.

Aun así, pueden aparecer problemas concretos de malas hierbas, plagas y enfermedades. En la siembra directa, hace falta hacer un manejo esmerado y correcto del rastrojo y de los residuos de cultivo, ya desde la cosecha an-

terior y utilizar una maquinaria específica. Antes de sembrar, conviene controlar los rebrotes y las malas hierbas con un tratamiento herbicida total, no residual, y de baja toxicidad tipo glifosato o sulfosato.

En Cataluña, las técnicas de cultivo del suelo en cereal de invierno son muy variadas. Hay zonas donde sólo se practica el cultivo intensivo, con arado de vertedera y grada de discos. En cambio, en las comarcas de la llanura y del Prepirineo de Lérida la reducción del laboreo y la siembra directa son prácticas habituales desde hace 15 ó 20 años. Pero en otras comarcas, como el Bages, l'Anoia, la Conca de Barberà y el Solsonès, apenas se están introduciendo.

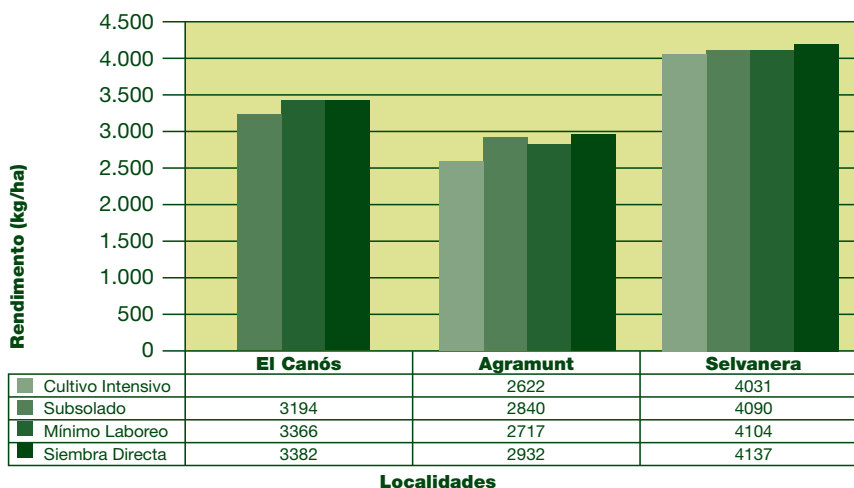


Figura 1.-Rendimientos del cultivo de cereal de invierno en diferentes sistemas de cultivo. Media de los campos experimentales de Lérida al Canós (campañas 1992-2000), Agramunt (campañas de 1990 a 2005) y Selvanera (campañas de 1987 a 2005).

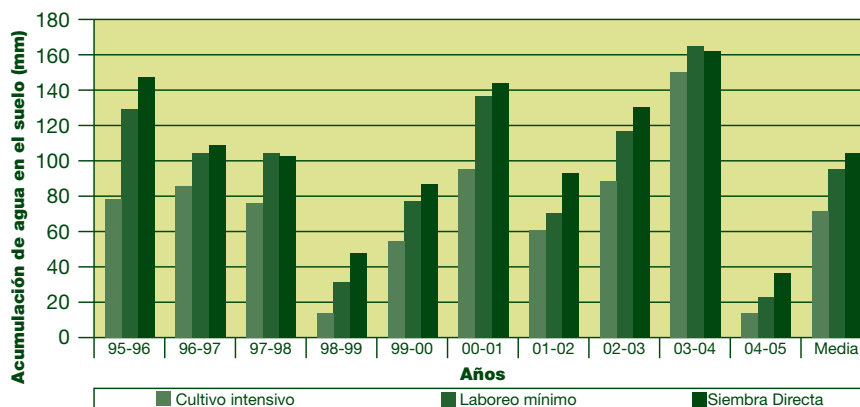


Figura 2.- Agua acumulada en el suelo en mm, en diferentes sistemas de laboreo, en el periodo de recarga del suelo desde julio a finales de enero. Campo experimental de Agramunt. Lérida. (Campaña de 1995 a 2005).



PARA OBTENER UNA BUENA COSECHA ES FUNDAMENTAL QUE EL SUELO PUEDA ALMACENAR LA MÁXIMA CANTIDAD DE AGUA DE LLUVIA EN EL PERIODO OTOÑO - INVIERNO

Siembra directa. Foto: C. Cantero



### 03 Resultados de los ensayos en Cataluña

En Cataluña, el grupo de Agronomía de la Universidad de Lérida lleva a cabo una serie de ensayos para estudiar la respuesta de los cultivos de cereal según la aplicación de diferentes técnicas de laboreo del suelo. Se trata de estudios iniciados por el Servicio de Extensión Agraria y, posteriormente, por las Oficinas Comarcales del DARP, en los campos experimentales de Selvanera, de Agramunt y de otras localidades.

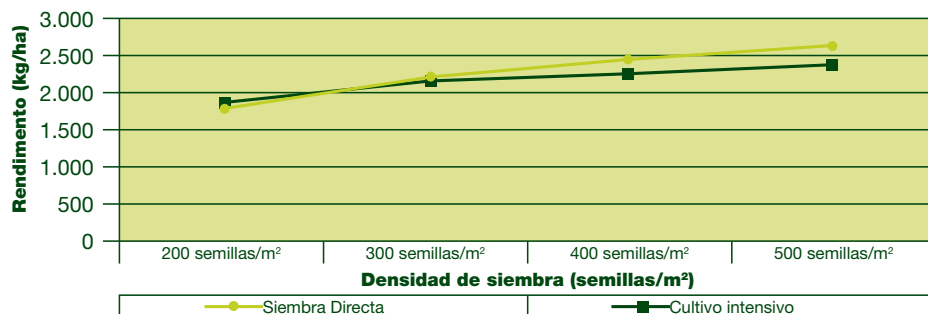


Figura 3.- Rendimientos del cultivo de cereal de invierno en diferentes sistemas de laboreo y densidades de siembra. Media de tres años en el campo experimental de Lérida al Canós (campañas 1994-95 y 1996-97).

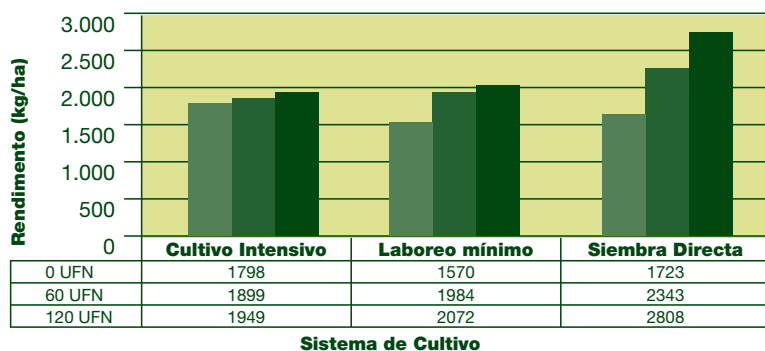


Figura 4. Rendimientos del cultivo de cereal de invierno con diferentes sistemas de laboreo y dosis de fertilización nitrogenada (Kg. de N/ha). Media de nueve años en el campo experimental de Lérida en Agramunt (campañas 1996-97 a 2004-05).

A partir del análisis de los resultados de los diferentes ensayos, se observa que las técnicas de AC (mínimo laboreo y siembra directa) mejoran los rendimientos medios entre un 5 y un 15% (Figura 1).

La razón principal de esta mejora es que se acumula más agua durante el periodo de recarga del suelo (de julio a enero). Según los años, la reserva de agua en AC puede ser entre 20 y 60 mm más que en el cultivo intensivo (Figura 2) y esto comporta que el cultivo pueda producir más grano. Es importante destacar que el agua se acumula sobre todo en las capas más profundas del perfil



Campo de cereales de invierno cultivado con el sistema de siembra directa. Foto: C. Cantero.

del suelo (entre 50 y 100 cm), y que el cultivo la absorbe en las fases finales de crecimiento (periodo de granado). Los estudios también indican que con la siembra directa, el sistema radicular del cultivo se desarrolla más bien en los horizontes más profundos del suelo, hecho que permite aprovechar mejor el agua acumulada.

Otros ensayos, como los realizados en Canós, han servido para demostrar que no hace falta modificar la cantidad de semilla para la siembra, según el sistema de cultivo del suelo empleado.

En el inicio de la aplicación de los nuevos sistemas de laboreo, los agricultores utilizaban, por norma, un 10 ó 15% más de semilla en la siembra directa o el mínimo laboreo; se tenía la creencia errónea que las máquinas sembraban peor. En el estudio realizado durante tres años en el Canós, en que se comparó un sistema de cultivo intensivo del suelo con el sistema de siembra directa, y se utilizaron diferentes dosis de siembra, se ha observado que no se obtiene más rendimiento en caso alguno según la dosis utilizada y el sistema de cultivo. Esto nos indica que no hace falta aumentar la dosis de siembra, si la sembradora se utiliza correctamente.

El estudio realizado en Guissona, Candanos (Huesca) y Agramunt durante tres años, y que continúa en la localidad de Agramunt, tiene como objetivo dar a conocer cuál es la dosis de nitrógeno más adecuada, que hace falta utilizar según los diferentes sistemas de laboreo del suelo.

Los ensayos realizados en zonas de secano (Agramunt y el Canós) demostraban que se podía, y era aconsejable, reducir la dosis de fertilización nitrogenada entre un 40 y un 60% de las dosis habituales y que, en sistemas intensivos de cultivo del suelo, hacía falta adelantar la fecha de aplicación del abono de cobertura (en enero). Los resultados posteriores de este estudio de larga duración muestran que el cultivo no responde a los aumentos de fertilización nitrogenada, en sistemas de cultivo intensivo (Figura 4) y, por lo tanto, se pueden limitar las aportaciones de este elemento fertilizante. En cambio, se ha observado un aumento de la producción en los sistemas de laboreo mínimo y siembra directa, por la mayor acumulación de agua en el suelo, que ha permitido un mejor uso del nitrógeno utilizado.



Recolección. Distribución y picado de la paja. Operaciones que hay que realizar en los sistemas de siembra directa o laboreo mínimo.  
Foto: C. Cantero

Otros ensayos muestran que aumenta la actividad biológica del suelo en los sistemas de mínimo laboreo y de siembra directa y que la compactación de los suelos de secano no es un problema habitual, salvo que haya alta humedad, puesto que la circulación de la maquinaria es bastante limitada, por la simplificación de la mecanización. Es interesante comprobar en los ensayos de larga duración (el campo de experiencias de Selvanera se inició hace 19 años y el de Agramunt hace 16 años) que se recuperan los contenidos de materia orgánica del suelo cuando se reduce el laboreo, y que esta recuperación es mayor con la siembra directa. Esto puede ser muy positivo si consideramos la AC como fijación de C (carbono). La fijación de CO<sub>2</sub> (por aumento de la materia orgánica) y la protección de la erosión del suelo son aspectos de la AC que mejoran la conservación ambiental y que justifican la inclusión de estas prácticas agrícolas en los planes de medidas agroambientales y de sostenibilidad de las empresas agrarias, a los efectos de que los productores y sus empresas puedan recibir las ayudas y pa-

gos compensatorios destinados a zonas de secano con poca o ninguna posibilidad de regar en un futuro.

Finalmente, hace falta destacar que los ensayos continúan y que actualmente se está trabajando en el desarrollo de estas técnicas de cultivo en otras comarcas. Se realizan ensayos referentes a temas que preocupan al agricultor, como: manejo de los residuos de cosecha, el efecto de las malas hierbas, plagas y enfermedades, así como la posibilidad de rotaciones de cultivos y sistemas de reducción de laboreo del suelo.

## 04 Conclusiones y recomendaciones

### 04.01 Cultivo intensivo

La práctica del cultivo intensivo del suelo en las zonas de secano mediterráneo es actualmente una práctica poco recomendable, puesto que, aparte de ser más cara, provoca la pérdida de materia orgánica, degrada la estructura del suelo haciéndolo más susceptible a la erosión,



Rastrojo. La primera operación que hay que realizar para la siembra directa es dejar el rastrojo y distribuir bien los restos de cosecha.  
Foto: C. Cantero.



LOS SISTEMAS DE AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN, COMO LA REDUCCIÓN DEL LABOREO DEL SUELO Y LA SIEMBRA DIRECTA (NO LABOREO), SON CADA VEZ MÁS HABITUALES EN CUALQUIER PARTE DEL ESTADO Y DEL MUNDO

no conserva el agua y los rendimientos son menos estables y sostenibles. Sólo en casos especiales puede ser una práctica recomendable, como cuando hay invasiones importantes de malas hierbas, plagas y enfermedades que no tengan otro método de control o bien cuando la estructura del suelo es muy pobre por causas naturales o por su composición en cuanto a textura (suelos muy arenosos, muy limosos o muy arcillosos). En estos casos hay que emplear un sistema de laboreo vertical como el subsolado y el arado cincel (chísel) en lugar de sistemas de laboreo de volteo del suelo donde se genera "suela" de labor muy compacta y costras superficiales cuando llueve. Hay que tener presente que la estructura artificial provocada por el sistema de laboreo del suelo siempre es limitada en el tiempo y se pierde antes de un año, hecho que obliga a hacer un laboreo repetido en años posteriores para su mantenimiento.

### 04.02 Mínimo laboreo

El mínimo laboreo es muy adecuado para el cereal de invierno en la zona mediterránea; al tiempo que permite reducir costes, limita el impacto ambiental de la erosión en el suelo, así como la pérdida de materia orgánica. Es un sistema bastante adecuado para zonas muy áridas, donde no se producen los suficientes residuos de paja y de rastrojo, para proteger el suelo y favorecer la retención de humedad. Es muy conveniente en suelos con una estructura pobre y con sistema de transición a la reducción total del laboreo del suelo. Hay suelos que no se adaptan inmediatamente a los sistemas de no laboreo, dado que su estructura necesita un periodo de adaptación. En estos casos, la reducción del cultivo del suelo permite una recuperación más rápida, puesto que provoca menos impacto sobre el mismo. También es útil para el control de algunas malas hierbas, plagas y enfermedades.



Cultivo intensivo con ruptura de la estructura del suelo en la zona superficial, provocando falta de infiltración del agua. Foto: C. Cantero

Finalmente, hace falta tener presente que el mínimo laboreo o cultivo reducido no consiste sólo en reducir la utilización de maquinaria y la profundidad de la labor. En el mínimo laboreo, como técnica de conservación, y para obtener estas ventajas, hace falta dejar residuos vegetales en la superficie del suelo (más del 30% de la cobertura). Por lo tanto, el uso abusivo de un cultivador o vibrocultor, aunque sea de forma superficial, no se puede considerar como agricultura de conservación. Un número excesivo de pases, aunque sean superficiales, eliminan los residuos de paja y de rastrojo, rompen los agregados del suelo, destruyen la estructura del mismo y producen una capa de tierra en los extremos que no deja filtrar el agua, que se erosiona fácilmente y se encostra.

#### 04.03 Siembra directa

La siembra directa es un sistema muy recomendable en las zonas mediterráneas y probablemente es el más sostenible a largo plazo. Su práctica permite conseguir los rendimientos más estables, sobre todo en años secos, que son los más habituales en estas condiciones. Se ha demostrado que es el mejor en cuanto



Nascencia de plantas por siembra directa. Foto: C. Cantero

a la conservación del agua y la protección del suelo ante la erosión, si dispone de la suficiente cantidad de residuos. Ayuda a recuperar la materia orgánica del suelo y mejora su estructura a medio y largo plazo; permite reducir costes y tiempos en los trabajos de cultivo y aumenta la flexibilidad de las tareas durante el periodo de siembra.

También presenta, algunos inconvenientes como la compactación del suelo que se produce al inicio de la aplicación del sistema en suelos arcillosos y apelmazados. En otros casos, surgen cambios e invasiones de malas hierbas de difícil control, como en el caso del bromo (*Bromus diandrus*). En las condiciones que hemos estudiado hasta ahora, no se ha observado un aumento en la incidencia de plagas y enfermedades habituales en el cultivo de cereal de invierno, pese a que en zonas húmedas del Prepirineo se han observado algunos problemas con caracoles y babosas. Otra desventaja es que la maquinaria especial suele ser más cara que las máquinas de siembra tradicionales. En explotaciones grandes, o si se realizan trabajos para terceros, estos costes quedan compensados, puesto que se necesitan menos aperos para trabajar y esto facilita la amortización.

Poner en práctica este sistema de no laboreo y siembra directa no quiere decir únicamente utilizar un tipo especial de sembradora. La siembra y la utilización de la sembradora se deben hacer según el tipo de suelo y de las condiciones en el momento de realizarla. Hace falta saber que este tipo de siembra exige un manejo esmerado de los residuos de la cosecha anterior (paja y rastrojos). La realización de la siembra directa empieza con el cultivo del año anterior. Un exceso o una distribución



Siembra directa. Foto: C. Cantero

incorrecta de la paja pueden provocar un mal funcionamiento de la sembradora y tras sembrar, la aparición de problemas de alelopatías (toxicidades por una incorrecta descomposición de la paja) que afectan a las pequeñas plantas del cultivo. Ante la previsión de más de 2 a 3 toneladas/ha de paja en el suelo tras la cosecha, hay que pensar en retirar una parte. Por otra parte, una deficiente cobertura del suelo por una carencia de paja y rastrojo no permite lograr las ventajas que se quieren obtener; en estas condiciones, es mejor realizar un laboreo mínimo que deje la superficie del suelo con una cierta rugosidad.

Para terminar hay que tener presente que los sistemas de mínimo laboreo y siembra directa están incluidos en el marco de las medidas de ecocondicionalidad de la UE, y que serán obligatorios en algunos países, así como en algunas comunidades autónomas españolas. Se consideran prácticas de conservación en varios códigos de buenas prácticas agrícolas y como medidas agroambientales que hace falta fomentar para la protección de los sistemas agrarios. Y aquí, en Cataluña, son prácticas recomendadas en la normativa de la producción integrada de cultivos herbáceos. Los sistemas de cultivo de conservación, como la reducción del laboreo del suelo y la siembra directa (no laboreo), son cada vez más habituales en cualquier parte del Estado y del mundo. La reducción del laboreo sustituye los sistemas de volteo de la tierra (arado de vertedera), la grada de discos y la cavadora por sistemas de labor sin volteo, con cultivador y con arado de cincel -chisel- (laboreo mínimo), hasta llegar al no laboreo (siembra directa).

**Carlos Cantero Martínez.**  
Dpt. de Producción Vegetal y Ciencia Forestal. UdL.  
[carlos.cantero@pvcf.udl.es](mailto:carlos.cantero@pvcf.udl.es)

**Jaume Gregori Punyet**  
Oficina Comarcal de l'Urgell.  
Departamento de Agricultura Ganadería y Pesca.  
[jaume.gregori@gencat.net](mailto:jaume.gregori@gencat.net)