



## La disminución de los costes y el tiempo de trabajo en el laboreo de los cereales de invierno

Su vinculación con la agricultura de conservación



UNIÓN EUROPEA  
Fondo Europeo Agrícola  
de Desarrollo Rural. FEADER



**GOBIERNO  
DE ARAGON**

Departamento de Agricultura  
y Alimentación

## Introducción

La agricultura de conservación defiende prácticas de manejo del suelo que disminuyan la alteración de su estructura, composición y biodiversidad naturales; que disminuyan la erosión y degradación del terreno, y la contaminación de las aguas.

Juega un papel cada vez más destacado en la agricultura mundial, como uno de los sistemas que benefician al medio ambiente y aumentan los beneficios de los cultivos. La siembra directa y los sistemas de mínimo laboreo están ya muy extendidos en el Norte y Sur de América y en otras partes del mundo.

En Europa, la Federación Europea de Agricultura de Conservación (ECAF) está formada por once asociaciones nacionales; que promueven entre los agricultores europeos la agricultura de conservación, para un mejor mantenimiento del suelo. Uno de los miembros de la ECAF es la Asociación Española de Agricultura de Conservación / Suelos Vivos (AEAC/SV).

A su vez, existen diez asociaciones regionales en España, entre las que está incluida la Asociación Aragonesa de Agricultura de Conservación (AGRACON).

En Europa, la implantación de la Agricultura de Conservación, está siendo más lenta que en el continente americano, no se sobrepasa el 5% de media de hectáreas cultivadas en total; aunque países como España son un caso aparte, con un 10% de la superficie cultivada bajo Agricultura de Conservación (1,5 millones de hectáreas).

La agricultura de conservación se ha desarrollado como un término que representa un conjunto de prácticas y conceptos agrícolas interrelacionados y complementarios.

Los tres principios básicos que siempre están presentes son:

- El mínimo daño o erosión del suelo (sin laboreo o con laboreo reducido).
- La protección permanente del suelo (cultivos de protección).
- La rotación/asociación de cultivos adecuada y diversificada.

Aunque estas tres metodologías son bien conocidas, es su combinación y el manejo de éstas lo que conduce a nuevos efectos sinérgicos que dan lugar a la agricultura de conservación; ésto se transforma en algo más que la suma de tales prácticas individuales, convirtiéndose en un sistema agronómico amplio y complejo.

## El laboreo de conservación

El laboreo de conservación es una parte de este sistema agronómico y se refiere a las técnicas relacionadas con el manejo del suelo para operaciones de siembra, plantación, abonado, escarda, mantenimiento de cultivos, etc.

Dentro de las ventajas esgrimidas por los defensores de la técnica, tras años de experimentación y uso, destacan la reducción de los costes económicos y ambientales internos de la empresa agraria, así como la reducción de los costes públicos ocasionados, que afectan a la sociedad.

- Los costes económicos internos son los relacionados con los trabajos de mecanización para realizar labores de preparación y limpieza de malas hierbas del suelo de cultivo, o de lucha contra determinadas plagas y enfermedades.
- Los costes ambientales internos son los derivados de la reducción del patrimonio ambiental de la empresa asociado al suelo agrícola: degradación del perfil fértil del suelo, pérdida de materia orgánica, disminución de la cantidad de agua almacenada en el suelo, etc.
- Los costes públicos externos a la explotación son: la erosión y arrastre de suelos (colmatación de embalses y cauces), contaminación de las aguas, reducción de la biodiversidad asociada al suelo, emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, etc.

Los aspectos agronómicos en los que se basa el laboreo de conservación son que: las labores de volteo y remoción más o menos intensa del suelo producen efectos negativos por desagregación de la estructura del suelo y su meteorización, lo que lo hace más sensible a la erosión; también aceleran la mineralización de la materia orgánica, intensificando el proceso de liberación de nutrientes que pueden perderse por su lavado del perfil del suelo, antes que el cultivo pueda aprovecharlos.

El laboreo de conservación combina nuevas técnicas y adapta las existentes a sus principios:

- Las labores del suelo son menos profundas y frecuentes, sobre todo eliminando el volteo. Se hacen con cultivadores y arados adecuados a este fin. Las sembradoras se diseñan para poder sembrar con más cantidad de rastrojo. En ocasiones, se articulan los aperos de labranza y siembra en un llamado "tren de siembra", para reducir tiempos y costes de trabajo, así como disminuir el apelmazamiento de la tierra que se puede producir por un exceso de tránsito de maquinaria por la parcela.
- En muchos casos, y dependiendo de las características de la parcela, se elimina completamente el laboreo, practicándose "la siembra directa" con sembradoras adaptadas a este fin.
- Necesita la aplicación de más herbicidas para controlar la flora adventicia, al no disponer del laboreo o ser éste insuficiente para poder controlarlas.
- Favorece la cobertura del suelo con restos de cosechas para proteger el suelo de la erosión y recuperar los contenidos de materia orgánica del suelo.
- Implanta cultivos herbáceos como cobertura vegetal en el caso de cultivos leñosos permanentes (frutales, viña, olivos, etc.). Estos cultivos herbáceos protegen el suelo de la erosión, retienen la humedad en el suelo y su instalación e incorporación aumentará los contenidos de materia orgánica del sustrato.
- El aumento de los restos de cosechas, así como la implantación de las coberturas vegetales, incrementan la actividad biológica del suelo, y la regeneración de la fertilidad asociada con ésta.
- Excluye la quema de rastrojos, por destruir los restos de cosecha que protegerían al suelo contra la erosión, mejorarían su estructura y repondrían el nivel de materia orgánica en el suelo.

Por todo lo anterior, la técnica se hace más compleja. Necesita de la observación más detallada de la evolución de la flora adventicia, y de las plagas y enfermedades. Puede estar combinada de forma cíclica con sistemas de laboreo más intensos, por ser conveniente por las circunstancias del entorno de la parcela.

La naturaleza de los suelos y la coexistencia con ganado que pasta, puede crear incompatibilidades y problemas con algunas de las técnicas del laboreo de conservación. En general, los suelos de textura franco-arenosa responden mejor que los que tienen textura arcillosa. El pastoreo se muestra un inconveniente, si tiene un carácter intensivo, ya que desnuda el suelo de los restos de cosecha, y el paso de los animales produce compactación, con pérdida de porosidad en el suelo.

## **Entorno político y económico actual del sector agrario**

Hoy en día, el sector agrario se encuentra en un momento de grandes cambios en donde es necesario una adaptación a las condiciones cambiantes del sector para seguir siendo competitivos.

Los cambios en la política agraria comunitaria y en las subvenciones al sector, los acuerdos de la Organización Común de Mercado y del comercio exterior, las exigencias de los consumidores en cuanto a calidad de los productos agroalimentarios, y el conocimiento y adaptación a técnicas más sostenibles ecológica y económicamente, son algunos de los puntos actuales de presión del sector agrario.

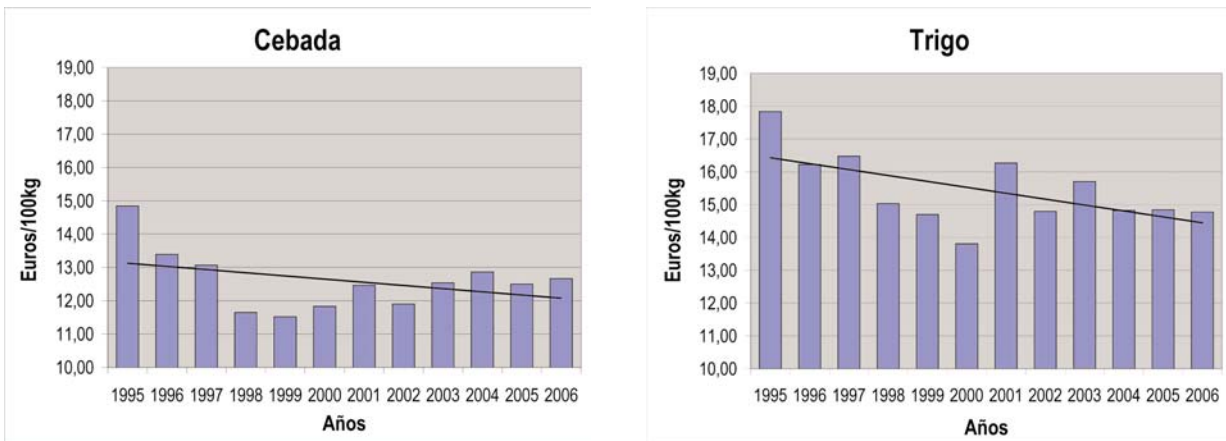
Uno de los grandes problemas a los que se enfrenta el agricultor, es el aumento de los costes. Se tiene que producir cada vez bajo más restricciones económicas, sociales y ambientales, sin que por ello, se produzca un aumento del valor del producto terminado.

En resumen, los gastos del sector aumentan a mayor ritmo que los precios recibidos por los productos finales, lo que ocasiona una disminución en la renta de la explotación y en el nivel de vida del sector agrario.

Dentro del cultivo de los cereales de invierno, este incremento de los costes va unido a la paralización de los precios en los últimos años, o incluso disminución, a la hora de la venta del producto.

En las **figuras 1 y 2** se puede apreciar la tendencia de los precios corrientes de los cereales de invierno de mayor extensión en Aragón en los últimos años.

**Figuras 1 y 2: Precios medios corrientes percibidos por los agricultores en Aragón**



Tanto en el caso del trigo como en el de la cebada, la tendencia de los precios en la última década es descendente, aunque en el año 2007 se hayan recuperado un poco..

El uso de la maquinaria para el laboreo de la tierra es uno de los principales productores de costes en el cultivo del cereal de invierno.

Según el grado de mecanización y laboreo usado en las parcelas, se ha verificado mediante diferentes ensayos, que hay diferencias en cuanto a la rentabilidad del cultivo, que puede variar en función de la producción y de los costes que ésta tenga que soportar.

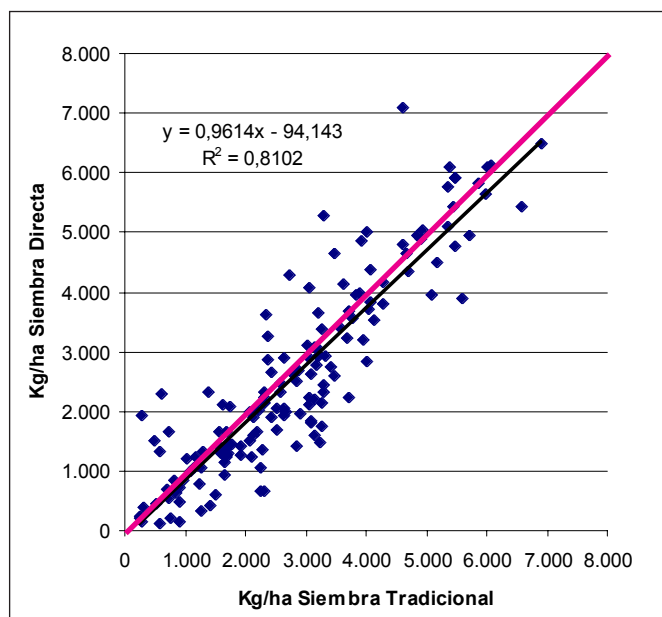
En el Área de Cultivos Herbáceos del Centro de Transferencia Agroalimentaria se han hecho numerosos ensayos, probando la incidencia de diferentes modelos de laboreo en la productividad de la parcela. En general, en los ensayos realizados con un laboreo tradicional se ha conseguido unas producciones mayores, pero en los ensayos con métodos de mínimo laboreo, de laboreo nulo (siembra directa) o con trenes de siembra, la producción no ha sido muy inferior.

En la **figura 3** vienen reflejadas 151 referencias de producción de siembra directa frente al laboreo tradicional, (uso de vertedera o subsolador) en cereal de secano, realizados en el Centro de Transferencia Agroalimentaria.

En estos ensayos comparativos no se conoce con exactitud la especie y variedad, aunque la mayor parte son parcelas de cebada y el resto de trigo.

La línea roja ( $y = x$ ) representaría los ensayos en los que se habría conseguido la misma producción en los dos métodos de siembra.

**Figura 3: Relación de producciones entre siembra directa y tradicional en ensayos de cereal de invierno de secano**



Los puntos situados por encima de la línea roja, serían aquellos ensayos donde hubo una mayor producción en el laboreo nulo que en el laboreo tradicional. Los situados bajo la línea roja, son los ensayos en los que se consiguió una mayor producción en el laboreo tradicional.

La línea negra es la tendencia de los datos de los ensayos señalando la relación aproximada existente entre las producciones de los dos sistemas de siembra ( $y = 0,9614x - 94,143$ ). Como se aprecia, está cerca de la línea roja, que señalaría los ensayos en los que se conseguiría la misma producción en los dos métodos de cultivo

Si estudiamos las ecuaciones de las dos líneas:  $y = 0,9614 x - 94,143$

$y = x$

Siendo  $x = \text{kg/ha}$  en siembra tradicional e  $y = \text{kg/ha}$  en siembra directa.

Vemos que representan una diferencia de producción a favor de la siembra tradicional. Esta misma diferencia nos indicaría que a mayor producción, mayor sería también la pérdida de cosecha en referencia de un sistema a otro. En zonas con producciones elevadas habría que plantearse si la disminución de producción hace la técnica menos interesante al comparar la pérdida de producción con la diferencia de costes económicos de los métodos de laboreo.

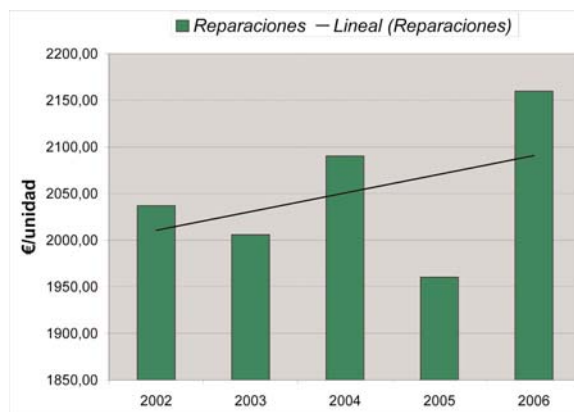
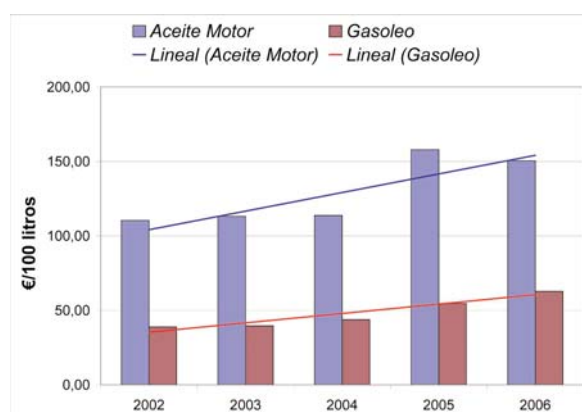
**Cuadro 1: Diferencias de producción entre una siembra directa y otra tradicional según la ecuación de tendencia de la nube de puntos**

kg/ha Siembra Tradicional	1.000,00	2.000,00	3.000,00	4.000,00	5.000,00	6.000,00	7.000,00	8.000,00
kg/ha Siembra Directa	867,26	1.828,66	2.790,06	3.751,46	4.712,86	5.674,26	6.635,66	7.597,06
Diferencias de Producción kg/ha	132,74	171,34	209,94	248,54	287,14	325,74	364,34	402,94
Perdida $\mu$ /ha Trigo 2006 14,77 $\mu$ /100kg	19,61	25,31	31,01	36,71	42,41	48,11	53,81	59,51
Perdida $\mu$ /ha Cebada 2006 12,66 $\mu$ /100kg	16,81	21,69	26,58	31,47	36,35	41,24	46,13	51,01

Una vez comprobadas las diferencias de producción que pueden ocasionar el mayor o menor laboreo, y viendo que no son de gran magnitud, sería de gran interés el cálculo de los costes que conllevaría un mayor o menor laboreo en la explotación. Si la diferencia de producción es poca, o a veces no existe, el menor uso de la maquinaria podría ser una opción para conseguir menores costes que aumentarían el beneficio de la explotación y la renta del agricultor.

Como se aprecia en las **figuras 4 y 5**, los precios medios corrientes del gasoil, aceite de motor y reparaciones han crecido en los últimos años, los precios de estos factores han tenido una tendencia creciente; si se disminuye el uso de la maquinaria, sería lógico que disminuyeran los costes directos vinculados a estos productos.

**Figuras 4 y 5: Precios corrientes pagados por los agricultores en Aragón**



# Análisis de los costes económicos y de la duración del laboreo de conservación frente a otros sistemas de labranza

## Modelos de laboreo

A la hora de estudiar los modelos de laboreo de conservación en comparación con los modelos de laboreo tradicional, nos encontramos con la dificultad de la gran variedad que hay, en función de la maquinaria, de las costumbres de la zona, o de la formación y manera de pensar del agricultor. Por ello, se podrían definir cuatro modelos de laboreo indicativos, teniendo en cuenta que entre cada uno de ellos, podrían marcarse más ejemplos intermedios de laboreo de distinta frecuencia y profundidad.

- *Laboreo con volteo de tierra.* Caracterizado por el uso de la vertedera. El volteo de la tierra va seguido en casi todos los casos, de pases secundarios de cultivador o de otros aperos, que desmenuzan la tierra.
- *Laboreo vertical.* Sin uso de vertedera. No se voltea la tierra. Se emplean labores verticales de mayor o menor profundidad, según las condiciones del suelo y los aperos de los que disponga el agricultor. Pases de subsolador o chisel, con posibles pases secundarios de cultivador o de otros aperos, para un mayor desmenuzamiento de la tierra.
- *Mínimo laboreo.* Se eliminan las labores verticales profundas, y solamente se dan pases de aperos de labranza superficiales.
- *Siembra directa.* Sin labores de movimiento de tierra. Uso de maquinaria especializada para la siembra sobre los restos del cultivo anterior. Uso de cosechadora con esparcidora de paja. Control de malas hierbas con herbicidas y aplicación de abonado por inyección o empapado por el rastrojo o el cultivo.

Las labores deben ir encaminadas a que sin perder potencial productivo, el suelo permanezca en las mejores condiciones posibles, los efectos de la erosión sean los mínimos, el trabajo en la explotación este mejor repartido y los gastos sean los mínimos posibles. (Pérez, M.)

No se podría hablar de que un método de laboreo fuera más recomendable que otro, sin tener en cuenta el entorno sobre el que se aplica las distintas técnicas de laboreo.

Habría que tener en cuenta tanto las características del clima de la zona (pluviometría, temperaturas medias) como la estructura, composición, tipo de suelo...; así como la gestión económica y de mano de obra que se realice en la explotación.

En suelos con mínimo perfil cultivable de suelo, no sería recomendable las labores de volteo, ya que sacaríamos al exterior tierra poco fértil para el cultivo. Sin embargo, ante problemas de malas hierbas y de plagas, sería recomendable un pase de vertedera para enterrarlas y controlarlas. Por otro lado, siempre hay que tener en cuenta el coste del pase de vertedera, ya que al ser una labor profunda y que mueve gran cantidad de tierra, tiene más gastos por necesitar tractores de mayor potencia y fuerza.

Ante suelos con problemas de compactación y costra, pero que no requieran labores de volteo, el empleo de un subsolador o de un chisel, podría ser suficiente.

Si en la explotación existen problemas por falta de mano de obra, la siembra directa o una disminución de laboreo, siempre nos ocasionaría necesidades menores de mano de obra, permitiéndonos cultivar mayor superficie de tierra (como demostraremos más adelante).

En toda la documentación revisada, se resalta la mejora de la estructura del suelo después de varias campañas de aplicación de la siembra directa, sin realizar labores de movimiento de tierras. Destacan el mantenimiento de las producciones en muchos casos, la disminución de los costes producidos por el laboreo de la tierra y la reducción del uso de mano de obra.

Vista la gran cantidad de circunstancias y casos que hay, sería importante un análisis previo de cuál sería el sistema de laboreo más beneficioso para la explotación. En muchos casos, nos podemos encontrar en la situación de que lo más interesante sea un sistema híbrido, aplicar distintos sistemas en distintas parcelas de la explotación, o usar siembra directa o un laboreo reducido, y cada cierto tiempo, o cuando surja algún problema que lo requiera, aplicar un pase de vertedera, dentro de la misma parcela.

El inconveniente de mantener un sistema mixto sería tener maquinaria de laboreo y maquinaria específica para la siembra directa, con el aumento de los costes por la amortización de la maquinaria. El problema podría solucionarse alquilando la maquinaria que se utilizara con menos frecuencia.

Se ha planteado el estudio del coste económico de preparar una hectárea de terreno, para el cultivo de cereal de invierno con diferentes aperos, teniendo en cuenta tres subsistemas, según el tamaño, capacidad de anchura de trabajo y potencia de la maquinaria y siguiendo diferentes modelos de laboreo.

Puesto que se van a tratar de comparar costes horarios, no se van a considerar los costes fijos (seguros, intereses del capital, alojamiento, etc.) que no harían variar los costes según la intensidad del trabajo anual (horas trabajadas al año). No se incluyen los costes del trabajo y se va a emplear la metodología ASAE.

### **Relación de costes horarios de la maquinaria utilizada en los sistemas de laboreo**

- Usando datos del sector agrario del año 2006, sobre precios de maquinaria y sus insumos, se han calculado los costes variables según el tiempo de uso de cada una de las máquinas o aperos (cuadro 2).
- La amortización se ha calculado suponiendo que la maquinaria llegaba a realizar el máximo de horas teóricas de vida útil, según el método ASAE, correspondiente a cada una. Según dicho método, cuando la amortización se calcula en función de las horas de vida útil (por desgaste) y no en función de los años de vida útil (obsolescencia), ésta se puede tratar como un coste variable, ya que pasa a ser un coste horario.
- Para calcular los costes se ha usado la plantilla realizada sobre formato de hoja Excel, que se puede encontrar en la siguiente dirección electrónica perteneciente a la Universidad de La Rioja. "<http://www.unirioja.es/dptos/daa/docencia/1011013costes.xls>", siguiendo la metodología ASAE.
- Dentro de los costes horarios más elevados, estarían los de los tractores y los de las sembradoras de siembra directa.
- El precio elevado que tienen de compra las sembradoras de siembra directa, próximo al de los tractores, pero teniendo un número inferior de horas de vida útil teóricas (se les ha asignado el número de horas de vida útil de las sembradoras de precisión del método ASAE), hace que los costes de amortización y reparación se disparen.
- En el caso de los costes variables ocasionados por el uso del tractor, el más elevado con diferencia es el coste por consumo de combustible, lo cual supone que es uno de los gastos más elevados de la actividad agraria.
- Este gasto tan elevado en combustible, es uno de los motivos por los que resultaría interesante la reducción del tiempo y de la intensidad de laboreo.
- Por otro lado, habría que hacer hincapié, en el coste ambiental, que supone el excesivo uso de la maquinaria y por tanto, de combustible.

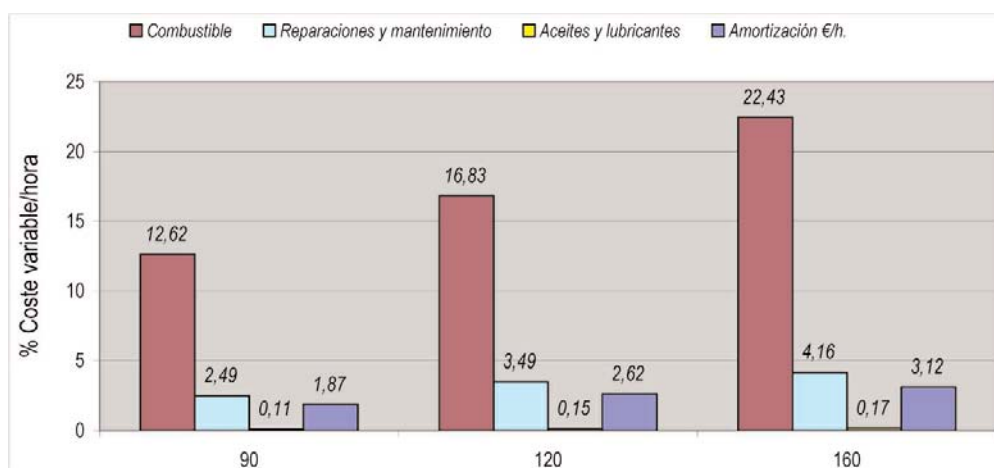
Desde el Instituto para la diversificación y ahorro de la energía (IDAE) se han publicado diversos documentos y ponencias dirigidos al ahorro y la eficiencia energética. Dentro de estas ponencias, se ha señalado el ahorro energético que se puede llevar a cabo en la agricultura a través de un control del uso de la maquinaria y de los sistemas de riego para minimizar el consumo de combustible.

También hay disponible una base de datos (en formato Access), descargable desde la dirección "<http://www.idae.es/programalabores.zip>", que permite llevar un control del consumo del gasoil en función de la maquinaria utilizada, la profundidad del laboreo, y el tipo de terreno sobre el que hay que trabajar en cada una de las parcelas. Dicho programa podría ser uno de los instrumentos que sirvieran para llevar un control del uso del combustible, que nos permita ahorrar a través de una mejor gestión y realizar una actividad agraria más sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

**Cuadro 2: Relación de costes horarios de los aperos a precios del 2006 (€/hora)**

	TRACTORES (Potencia C.V.)			VERTEDERAS			
	90	120	160	3 cuerp. 1,05 m	4 cuerp. 1,4 m	5 cuerp. 1,75 m	
PRECIO DE COMPRA €	30.000	42.000	50.000	7.200	9.000	12.000	
Amortización €/h.	1,87	2,62	3,12	2,49	0,3,11	4,14	
Combustible	12,62	16,83	22,43				
Aceites y lubricantes	0,11	0,15	0,17				
Reparaciones y mantenimiento	2,49	3,49	4,16	3,46	4,32	5,76	
Total costes (€/hora)	17,09	23,09	29,88	5,95	7,43	9,9	
	SUBSOLADOR			CHISEL (Arado de cincel)			
	5 Púas 2,1 m	5 Púas 2,8 m	7 Púas 3,55 m	7 Brazos 1,75 m	9 Brazos 2,3 m	11 Brazos 2,8 m	
PRECIO DE COMPRA €	2.200	2.600	3.200	3.000	3.600	5.000	
Amortización €/h.	0,76	0,90	1,1	0,99	1,19	1,65	
Reparaciones y mantenimiento	1,06	1,25	1,54	1,44	1,73	2,4	
Total costes (€/hora)	1,82	2,15	2,64	2,43	2,92	4,05	
	SEMBRADORA Siembra Directa			TREN DE SIEMBRA (Cultivador + rodillo + sembradora líneas)			
	3 metros	4 m pleg.	5 m pleg.	3 metros	4 metros	5 metros	
PRECIO DE COMPRA €	25.000	42.000	47.000	10.200	16.200	26.000	
Amortización €/h.	17,15	28,81	32,24	6,19	10,93	15,2	
Reparaciones y mantenimiento	20,9	35,11	39,29	7,04	12,05	17,46	
Total costes (€/hora)	38,05	63,92	71,53	13,23	22,98	32,66	
	CULTIVADOR + RODILLO (Preparador)			SEMBRADORA LINEAS			PULVERIZ.
	3 m	4 m	5 m	3 m	4 m pleg.	5 m pleg.	Suspen.
PRECIO DE COMPRA €	4.200	10.000	12.000	6.000	12.000	14.000	6.000
Amortización €/h.	1,45	3,45	4,14	4,74	9,48	11,06	4,12
Reparaciones y mantenimiento	2,02	4,80	5,76	5,02	10,03	11,7	5,02
Total costes (€/hora)	3,47	8,25	9,9	9,76	19,51	22,76	9,14

**Figura 6: Costes horarios de los tractores**





## **Descripción de los distintos sistemas de laboreo**

Se ha hecho una clasificación de aperos pequeños, indicados para trabajar con el tractor de 90 CV, aperos medianos con el tractor de 120 CV, y aperos grandes, para el tractor de 160 CV. A su vez, con cada sistema por tamaño de aperos, se ha realizado el cálculo de los costes según cinco sistemas de mayor a menor laboreo, cuya descripción detallada sería la siguiente:

### ***Laboreo con volteo de tierra:***

- Pase de vertedera.
- Pase de preparador (cultivador + rodillo).
- Pase de una sembradora tradicional.
- Aplicación de un antigramineo en post-emergencia. Se calcula un 20 % del coste de la aplicación partiendo del principio de que el volteo de la tierra con la vertedera controla mejor las malas hierbas, y no siempre es necesario el uso del herbicida.

### ***Laboreo vertical con subsolador:***

- Pase de subsolador.
- Pase de preparador (cultivador + rodillo).
- Pase de una sembradora tradicional.
- Aplicación de un antigramineo en post-emergencia. Se calcula un 60 % del coste de la aplicación, ya que aunque no hay tanto control de la flora arvense como en el caso del uso de la vertedera, sí hay un cierto control que permite disminuir el número de tratamientos.

### ***Laboreo vertical con chisel o arado de cincel:***

- Pase de chisel o arado de cincel.
- Pase de preparador (cultivador + rodillo).
- Pase de una sembradora tradicional.
- Aplicación de un antigramineo en post-emergencia. Se calcula un 60 % del coste de la aplicación, ya que aunque no hay tanto control de la flora arvense como en el caso del uso de la vertedera, sí hay un cierto control que permite disminuir el número de tratamientos.

### ***Mínimo laboreo con tren de siembra:***

- Aplicación de un herbicida total a usar antes del paso del tren de siembra.
- Pase de tren de siembra formado por cultivador, rodillo y sembradora tradicional.
- Aplicación de un antigramineo en post-emergencia. Se calcula un 80% del coste de la aplicación, porque al disminuir la frecuencia y profundidad del laboreo, se incrementa (en la mayoría de los casos) el problema de las malas hierbas, y aunque se aplique un herbicida total antes de la siembra, éste no controla las posteriores nascencias de malas hierbas.

### ***Siembra directa:***

- Aplicación de un herbicida total a usar antes del paso de la sembradora de siembra directa.
- Pase de sembradora de siembra directa.
- Aplicación de un antigramineo en post-emergencia. Se calcula un 80% del coste de la aplicación, porque al eliminar el laboreo, se aumenta en la mayoría de los casos el problema de las malas hierbas, y aunque se aplique un herbicida total antes de la siembra, éste no controla las posteriores nascencias de malas hierbas.

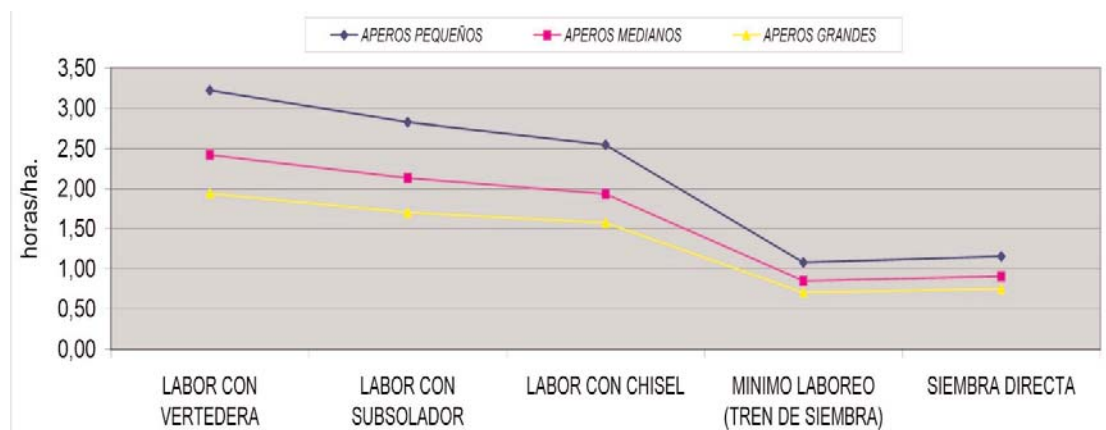
## Análisis de los tiempos de trabajo de los diferentes sistemas de laboreo

Se ha hecho un cálculo aproximado de los tiempos de trabajo que supondría la preparación de una hectárea de terreno con cada uno de los cinco sistemas descritos.

**Cuadro 3: Tiempos de trabajo para los diferentes sistemas de laboreo (horas/ha)**

APEROS PEQUEÑOS		APEROS MEDIANOS		APEROS GRANDES	
<b>LABOR CON VERTEDERA</b>					
TRACTOR 90 CV	3,22	TRACTOR 120 CV	2,42	TRACTOR 160 CV	1,94
Vertedera 3 tejas 14"(6km/h)	1,87	Vertedera 4 tejas (14")	1,40	Vertedera 5 tejas (14")	1,12
Preparador 3 m.(15 brazos)	0,56	Preparador 4 m.	0,42	Preparador 5 m.	0,34
Sembradora 3 m.	0,76	Sembradora 4 m. plegable	0,57	Sembradora 5 m. plegable	0,45
Pulverizador 14 m (antigramineo) * 20%	0,04	Pulverizador 16 m (ant.) * 20 %	0,03	Pulverizador 18 m (ant.) * 20%	0,03
<b>LABOR CON SUBSOLADOR</b>					
TRACTOR 90 CV	2,83	TRACTOR 120 CV	2.13	TRACTOR 160 CV	1.70
Subsolador (5 púas) 5 Km./h	1,40	Subsolador (5 púas)	1.05	Subsolador (7 púas)	0,83
Preparador 3 m.(15 brazos)	0,56	Preparador 4 m.	0.42	Preparador 5 m.	0.34
Sembradora 3 m.	0,76	Sembradora 4 m. plegable	0,57	Sembradora 5 m. plegable	0,45
Pulverizador 14 m (antigramineo) * 60%	0,11	Pulverizador 16 m (ant.) * 60 %	0,09	Pulverizador 18 m (ant.) * 60 %	0,08
<b>LABOR CON CHISEL</b>					
TRACTOR 90 CV	2,55	TRACTOR 120 CV	1.93	TRACTOR 160 CV	1.57
Chísel 7 brazos	1,12	Chísel 9 brazos	0,85	Chísel 11 brazos	0,70
Preparador 3 m.(15 brazos)	0,56	Preparador 4 m.	0.42	Preparador 5 m.	0.34
Sembradora 3 m.	0,76	Sembradora 4 m. plegable	0,57	Sembradora 5 m. plegable	0,45
Pulverizador 14 m (antigramineo) * 60%	0,11	Pulverizador 16 m (ant.) * 60 %	0,09	Pulverizador 18 m (ant.) * 60 %	0,08
<b>MINIMO LABOREO (TREN DE SIEMBRA)</b>					
TRACTOR 90 CV	1,08	TRACTOR 120 CV	0,85	TRACTOR 160 CV	0,70
Preparador 3 m. +		Preparador 4 m. +		Preparador 5 m. +	
Sembradora 3 m.	0,76	Sembradora 4 m. plegable	0,57	Sembradora 5 m. plegable	0,45
Pulverizador 14 m (herbicida total)	0,18	Pulverizador 16 m (her. t.)	0,16	Pulverizador 18 m (her. t.)	0,14
Pulverizador 14 m (antigramineo) * 80%	0,14	Pulverizador 16 m (ant.) * 80 %	0,13	Pulverizador 18 m (ant.) * 80 %	0,11
<b>SIEMBRA DIRECTA</b>					
TRACTOR 90 CV	1,15	TRACTOR 120 CV	0,91	TRACTOR 160 CV	0,75
Sembradora de SD (3 m)	0,83	Sembradora de SD (4 m.pl)	0,63	Sembradora de SD (5m. pl)	0,5
Pulverizador 14 m (herbicida total)	0,18	Pulverizador 16 m (her. t.)	0,16	Pulverizador 18 m (her. t.)	0,14
Pulverizador 14 m (antigramineo) * 80%	0,14	Pulverizador 16 m (ant.) * 80 %	0,13	Pulverizador 18 m (ant.) * 80 %	0,11

**Figura 7: Tiempos de trabajo para los diferentes sistemas de laboreo (horas/ha)**



La disminución del tiempo de trabajo conforme se reduce la intensidad del laboreo es notable, del orden de la tercera parte. Lo cual nos permite disponer de tiempo para realizar otras labores, o para trabajar mayor cantidad de tierra propia o arrendada.

El tamaño de la maquinaria usada para trabajar influye ahorrándonos tiempo, ya que abarca mayor anchura de trabajo. En el caso de la siembra directa, habría que tener en cuenta que es recomendable el uso de tractores de mayor potencia, al tratarse de sembradoras de mayor peso que las tradicionales, y necesitan mayor potencia para poder funcionar bien sobre parcelas con muchos restos vegetales.

Según lo visto en ahorro de tiempos de trabajo, el sistema del mínimo laboreo con un tren de siembra y la siembra directa son los más recomendables. Habría que tener en cuenta que no siempre se pueden aplicar si el campo no tiene el adecuado tempero, hay un exceso de restos vegetales, o existen rodadas profundas por haber entrado con maquinaria; en estos casos, la siembra se efectuará en malas condiciones. Entonces es cuando se piensa en usar sistemas mixtos, de manera que unos años se realice mínimo laboreo o siembra directa (si las condiciones del campo lo permiten), y otros años si surgen condiciones adversas, realizar un laboreo más intensivo, haciendo una labor que nos proporcione unas condiciones óptimas para la siembra.

### **Análisis de los costes económicos de los diferentes sistemas**

Como se observa en el *cuadro 4* y la *figura 8*, cuando disminuye la intensidad y profundidad del laboreo de unos sistemas a otros, disminuye el coste total de preparación del suelo para el desarrollo adecuado del cultivo.

Hay una excepción en el caso de la siembra directa, que aunque su coste es inferior al del sistema en el que se emplea la vertedera, es mayor que en el resto de los casos.

Habría que tener en cuenta que para el mínimo laboreo se puede usar maquinaria que ya suele estar en la explotación, mientras que para la siembra directa habría que invertir en maquinaria específica para esta técnica

El elevado precio de compra que tienen las sembradoras de siembra directa hace aumentar los costes totales. La manera de paliar este coste, sería tener en cuenta el ahorro en tiempo que supone este método y usar la maquinaria para grandes extensiones, aumentando sus horas/año de utilización, con lo que disminuirían los costes de amortización y aumentaría la rentabilidad de este sistema de laboreo.

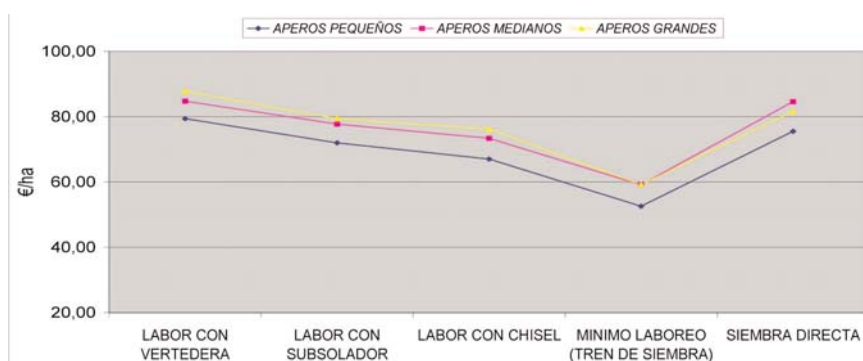
Es de esperar que como con todas las tecnologías que se van adaptando y generalizando, los precios de estas sembradoras de siembra directa disminuyan, por lo que aumentaría el interés por el uso de este tipo de maquinaria. Para explotaciones de pequeña extensión, el uso de pocas horas de la sembradora la haría poco rentable, así que sería más recomendable el alquiler del servicio o rentabilizar la maquinaria haciendo trabajos a terceros. Otra opción sería el uso comunitario de la sembradora a través de la formación de cooperativas de utilización de maquinaria agrícola.



**Cuadro 4: Costes (€/ha) derivados del funcionamiento de cada uno de los sistemas de laboreo descritos**

APEROS PEQUEÑOS		APEROS MEDIANOS		APEROS GRANDES	
<b>LABOR CON VERTEDERA</b>					
Tractor 90 CV	55,04	Tractor 120 CV	55,88	Tractor 160 CV	59,16
Vertedera 3 tejas 14"(6km/h)	11,11	Vertedera 4 tejas (14")	10,41	Vertedera 5 tejas (14")	11,09
Preparador 3 m.(15 brazos)	1,94	Preparador 4 m.	3,47	Preparador 5 m.	3,33
Sembradora 3 m.	7,39	Sembradora 4 m. plegable	11,08	Sembradora 5 m. plegable	10,34
Pulverizador 14 m (antigramineo) * 20%	0,33	Pulverizador 16 m (ant.) * 20%	0,29	Pulverizador 18 m (ant.) 20%	0,25
Antigramineo 2 l/ha a 9 l/l * 20%	3,60	Antigramineo 2 l/ha a 9 l/l * 20 %	3,60	Antigramineo 2 l/ha a 9 l/l * 20%	3,60
<b>TOTAL (€/ha)</b>	<b>79,42</b>		<b>84,72</b>		<b>87,78</b>
<b>LABOR CON SUBSOLADOR</b>					
Tractor 90 CV	48,29	Tractor 120 CV	49,24	Tractor 160 CV	51,99
Subsolador (5 púas) 5 Km./h	2,55	Subsolador (5 púas)	2,26	Subsolador (7 púas)	2,19
Preparador 3 m.(15 brazos)	1,94	Preparador 4 m.	3,47	Preparador 5 m.	3,33
Sembradora 3 m.	7,39	Sembradora 4 m. plegable	11,08	Sembradora 5 m. plegable	10,34
Pulverizador 14 m (antigramineo) 60%	0,98	Pulverizador 16 m 60%	0,86	Pulverizador 18 m 60%	0,76
Antigramineo 2 l/ha a 9 l/l * 60%	10,80	Antigramineo 2 l/ha a 9 l/l * 60%	10,80	Antigramineo 2 l/ha a 9 l/l * 60%	10,80
<b>TOTAL (€/ha)</b>	<b>71,95</b>		<b>77,70</b>		<b>79,41</b>
<b>LABOR CON CHISEL</b>					
Tractor 90 CV	43,50	Tractor 120 CV	44,67	Tractor 160 CV	48,10
Chisel 7 brazos	2,43	Chisel 9 brazos	2,49	Chisel 11 brazos	2,84
Preparador 3 m.(15 brazos)	1,94	Preparador 4 m.	3,47	Preparador 5 m.	3,33
Sembradora 3 m.	7,39	Sembradora 4 m. plegable	11,08	Sembradora 5 m. plegable	10,34
Pulverizador 14 m (antigramineo) 60%	0,98	Pulverizador 16 m 60%	0,86	Pulverizador 18 m 60%	0,76
Antigramineo 2 l/ha a 9 l/l * 60%	10,80	Antigramineo 2 l/ha a 9 l/l * 60 %	10,80	Antigramineo 2 l/ha a 9 l/l * 60 %	10,80
<b>TOTAL (€/ha)</b>	<b>67,04</b>		<b>73,36</b>		<b>76,17</b>
<b>MINIMO LABOREO (TREN DE SIEMBRA)</b>					
Tractor 90 CV	18,44	Tractor 120 CV	19,61	Tractor 160 CV	20,91
Preparador 3 m.(15 brazos) + Sembradora 3 m.	10,02	Preparador 4 m. + sembradora 4 m. plegable	15,77	Preparador 5 m. + sembradora 5 m. plegable	14,84
Pulverizador 14 m (herbicida total)	1,63	Pulverizador 16 m (her. t.)	1,43	Pulverizador 18 m (her. t.)	1,27
Pulverizador 14 m (antigramineo) 80%	1,31	Pulverizador 16 m (ant.) * 80%	1,14	Pulverizador 18 m (ant.) * 80%	1,02
Glifosato 4,5 l/l a 1,5 l/ha	6,75	Glifosato 4,5 l/l a 1,5 l/ha	6,75	Glifosato 4,5 l/l a 1,5 l/ha	6,75
Antigramineo 2 l/ha a 9 l/l * 80%	14,40	Antigramineo 2 l/ha a 9 l/l * 80 %	14,40	Antigramineo 2 l/ha a 9 l/l * 80 %	14,40
<b>TOTAL (€/ha)</b>	<b>52,55</b>		<b>59,10</b>		<b>59,19</b>
<b>SIEMBRA DIRECTA</b>					
TRACTOR 90 CV	19,73	tractor 120 CV	20,93	Tractor 160 CV	22,41
Sembradora de SD (3 m)	31,71	Sembradora de SD (4 m.pl)	39,95	Sembradora de SD (5m. pl)	35,77
Pulverizador 14 m (herbicida total)	1,63	Pulverizador 16 m (her. t.)	1,43	Pulverizador 18 m (her. t.)	1,27
Pulverizador 14 m (antigramineo) 80%	1,31	Pulverizador 16 m (ant.) * 80%	1,14	Pulverizador 18 m (ant.) * 80%	1,02
Glifosato 4,5 l/l a 1,5 l/ha	6,75	Glifosato 4,5 l/l a 1,5 l/ha	6,75	Glifosato 4,5 l/l a 1,5 l/ha	6,75
Antigramineo 2 l/ha a 9 l/l * 80%	14,40	Antigramineo 2 l/ha a 9 l/l * 80 %	14,40	Antigramineo 2 l/ha a 9 l/l * 80 %	14,40
<b>TOTAL (€/ha)</b>	<b>75,53</b>		<b>84,60</b>		<b>81,61</b>

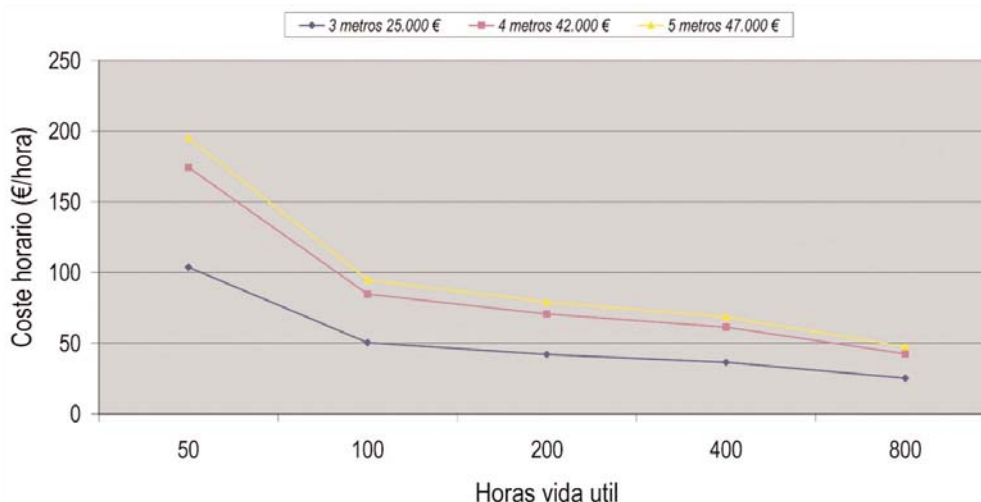
**Figura 8: Costes (€/ha) derivados del funcionamiento de cada uno de los sistemas de laboreo descritos**



**Cuadro 5: Coste horario/horas de trabajo al año de las sembradoras de siembra directa**

Horas/año		3 metros 25.000 €	4 metros 42.000 €	5 metros 47.000 €
50	Amortización	40,33	67,76	75,83
	Intereses	14,19	23,84	26,68
	Alojamientos, Seguros e Impuestos	7,5	12,6	14,1
	Repar. y Mantenim.	41,8	70,23	78,59
	TOTAL €/hora	103,82	174,43	195,2
100	Amortización	17,95	30,15	33,74
	Intereses	7,83	13,15	14,72
	Alojamientos, Seguros e Impuestos	3,75	6,3	7,05
	Repar. y Mantenim.	20,9	35,11	39,29
	TOTAL €/hora	50,43	84,71	94,8
200	Amortización	14,83	24,91	27,88
	Intereses	4,43	7,44	8,33
	Alojamientos, Seguros e Impuestos	1,88	3,15	3,53
	Repar. y Mantenim.	20,9	35,11	39,29
	TOTAL €/hora	42,04	70,61	79,03
400	Amortización	12,17	20,44	22,88
	Intereses	2,43	4,09	4,58
	Alojamientos, Seguros e Impuestos	0,94	1,58	1,76
	Repar. y Mantenim.	20,9	35,11	39,29
	TOTAL €/hora	36,44	61,22	68,51
800	Amortización	7,82	13,14	14,7
	Intereses	1,29	2,16	2,42
	Alojamientos, Seguros e Impuestos	0,47	0,79	0,88
	Repar. y Mantenim.	15,68	26,33	29,47
	TOTAL €/hora	25,26	42,42	47,47

**Figura 9: Coste horario/horas de trabajo al año de las sembradoras de siembra directa**



En la **figura 9** se observa que el uso de la sembradora de siembra directa, para menos de cien horas de utilización al año, hace que se disparen los costes horarios de la máquina.

Para el cálculo de los costes de la sembradora de siembra directa, se han tenido en cuenta los costes totales.

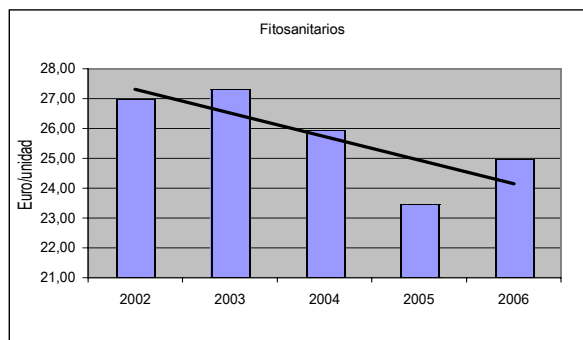
En el caso del coste de reparación y mantenimiento, según el método ASAE, tiene un comportamiento semifijo, es decir, va disminuyendo según intervalos de horas se hagan al año, se puede observar que en el caso de la sembradora de siembra directa permanecen fijos entre las 100 y 400 horas al año, y que aumentan o disminuyen dependiendo de si se hacen menos o más horas, respectivamente.

El dimensionamiento de la maquinaria de una explotación es muy importante para minimizar los costes en maquinaria; los aperos y las potencias de los tractores tienen que estar adecuados al trabajo a realizar según sea el tamaño de la explotación y su tipo de producción. En explotaciones grandes que permitan un tamaño de maquinaria más grande, con una mayor anchura de trabajo, nos va a suponer una disminución de costes, al poder realizar el trabajo en un menor tiempo que puede ser usado para trabajar una mayor extensión de tierra.

Como se observa en el *cuadro 4* (costes según sistemas), en general, conforme disminuimos el laboreo, aumentan los costes por gastos en tratamientos herbicidas. En particular, los casos podrían ser muy variados, desde parcelas por graves problemas de malas hierbas, por disponer de un banco de semillas abundantes, a parcelas muy limpias, por haberse mantenido el agricultor pendiente de la eliminación de la flora arvense. Por otro lado, también puede afectar el haber practicado la rotación de cultivos, el tipo de suelo y la climatología de la zona.

En la *figura 10*, en la que se ve como han evolucionado el coste de los fitosanitarios en los últimos cinco años, se ve una tendencia a la bajada de los precios.

**Figura 10: Precios corrientes pagados por los agricultores en Aragón**



Sería más interesante disponer de la información de la evolución de los precios de los herbicidas, ya que su uso es el que está más vinculado a la disminución de la intensidad del laboreo, pero al estar integrados dentro de los fitosanitarios, son los datos de éstos los que se han utilizado para analizar la evolución de los precios.

En el año 2006, se observa una recuperación de los precios de los fitosanitarios. Actualmente, con la incertidumbre que existe en el sector por la política agrícola y por los frecuentes problemas debidos a la climatología, se pueden producir oscilaciones en el gasto de fitosanitarios, que suelen ser recortados conforme aumenta la incertidumbre en el sector.

El precio de los herbicidas puede variar mucho dependiendo de si existe una patente sobre el producto o no.

Cuánto más inferiores sean los precios de los herbicidas, será más interesante económicamente la práctica de las técnicas de mínimo laboreo y de la siembra directa.

## **Ventajas e inconvenientes de los sistemas de laboreo de conservación frente al laboreo intensivo**

### ***Ventajas en la empresa:***

- Reducción de los costes de las máquinas.
- Reducción de los tiempos de trabajo.
- Aumento de la materia orgánica de los suelos.
- Reducción de la erosión.
- En el mínimo laboreo se puede aprovechar maquinaria ya existente en la explotación.

### ***Inconvenientes de la empresa:***

- Aumento de la inversión por compra de máquinas de siembra directa.
- Aumento de la complejidad de las decisiones agronómicas, porque el sistema suelo-planta es más complejo.



- Aumento de la aparición de malas hierbas y plagas.
- Aumento del gasto en productos fitosanitarios.
- Aparición de resistencia a herbicidas y plaguicidas por un aumento excesivo de las dosis y por no usar una rotación de sustancias.
- Toxicidades en personas, animales y cultivos por dosis excesivas o manejo inadecuado.

***Ventajas y costes públicos o sociales:***

- Reducción del consumo de energía y de la emisión de CO<sub>2</sub>.
- Reducción de la erosión y por tanto de los costes de conservación de los sistemas fluviales y embalses.
- Controversia por el aumento del uso de herbicidas, cuyo uso y abuso se mira con gran suspicacia ante la exigencia de una mayor calidad y seguridad alimentaría.

## **Bibliografía y direcciones electrónicas de interés**

- ECAF (Federación Europea de Agricultura de Conservación) [http://www.ecaf.org/Espana/Que\\_es.htm#Conser](http://www.ecaf.org/Espana/Que_es.htm#Conser)
- Asociación Española de Agricultura de Conservación Suelos Vivos. <http://www.aeac-sv.org/>
- Agricultura de conservación para la Agricultura y el Desarrollo Rural Sostenibles (ADRS) <http://www.fao.org/SARD/es/sard/754/1458/index.html>
- Manuel Pérez Berges. "Preparación de los suelos para las siembras". Surcos de Aragón nº 92. Abril del 2005. Gobierno de Aragón.
- Manuel Pérez Berges. Datos de los ensayos de siembra directa y tradicional realizados en la unidad de herbáceos del Centro de Transferencia Agroalimentaria.
- Datos económicos facilitados por estadística del Departamento de Agricultura y Alimentación. Gobierno de Aragón.
- Hoja de cálculo de costes de máquinas agrícolas, del Departamento de Agricultura y Alimentación de la Universidad de La Rioja. <http://www.unirioja.es/dptos/daa/docencia/1011013costes.xls>
- Redacción de Vida Rural. "España ratifica su creciente interés en la Agricultura de Conservación". Vida Rural nº 158. 1 de noviembre del 2002.
- Ahorro, eficiencia energética y sistemas de laboreo agrícola. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA). Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- Andrés Porras Soriano. "Conceptos necesarios para mecanizar el olivar". Universidad de Ingeniería técnica Agrícola de Castilla La Mancha. <http://www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/tfcaps1/pdf/TEMA7.pdf>
- José Jesús Pérez de Ciriza et al. El laboreo en Navarra. Navarra Agraria mayo-junio 2006.
- Arnal Atares, P. "Siembra directa en el valle medio del Ebro: Resumen de resultados y análisis económico". 3 as Jornadas Mediterráneas de Siembra Directa en Zaragoza.



## Conclusiones

- La práctica del laboreo de conservación puede tener muchos beneficios en extensas zonas de Aragón. En algunos lugares, la calidad de los suelos es bastante deficiente, suelen tener graves problemas de erosión, el perfil fértil del suelo es de poco espesor, y en muchas ocasiones por debajo de este perfil, se encuentran otros de características salinas, sódicas o cálcicas, poco recomendables para el cultivo. Un exceso de laboreo o el uso de prácticas de volteo, pueden ocasionar la desaparición del suelo fértil, dejando al descubierto estos perfiles no cultivables.
- La no remoción del suelo y su protección con cultivos y restos de ellos, ayuda a mantener la humedad del suelo, factor interesante en los secanos situados en zonas de baja pluviometría.
- La prevención de la erosión a través de las técnicas de conservación, favorece la permanencia del suelo de cultivo, disminuyendo su arrastre a los ríos y cauces de agua, así como su acumulación en las acequias y en el fondo de los pantanos.
- Las diferencias de producción entre los sistemas de laboreo de conservación y de laboreo intensivo no son muy grandes, pero se incrementan en suelos de altas producciones.
- La disminución de los tiempos de laboreo es una de las ventajas más importantes del mínimo laboreo y de la siembra directa.
- La disminución de costes del laboreo reducido puede ser una de las maneras de aumentar el margen de beneficio de la explotación. En el caso de la siembra directa, siempre habrá que tener en cuenta el elevado coste de compra de la sembradora, que hace necesario un elevado número de horas de trabajo al año para que no se incrementen mucho los costes.
- La disminución del laboreo, puede provocar la aparición de plagas, enfermedades y malas hierbas, lo que podría obligar a usar sistemas mixtos de laboreo, unos años más intensos que otros.
- En conclusión, las técnicas del laboreo de conservación podrían resultar muy interesantes, pero siempre teniendo en cuenta las características de la zona, de la parcela, del tipo de la explotación y de la gestión que se quiera hacer de ésta.

### Información elaborada por:

**Marta Vallés Pérez**  
mvallesp@aragon.es

Area de Programas Integrados Agroalimentarios.  
Centro de Transferencia Agroalimentaria.

Colaboración

**Manuel Gil Martínez**  
mgilm@aragon.es

Unidad de Gestión de Explotaciones. Area de Programas Integrados Agroalimentarios.  
Centro de Transferencia Agroalimentaria.

*Agradecimientos:* Javier Gil Alós y Manuel Perez Berges, por la aportación de datos.

*Fotos:* F. Orus y F. Iguacel

Se autoriza la reproducción íntegra de esta publicación, mencionando su origen:  
Informaciones Técnicas del Departamento de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón.

Para más información, puede consultar al CENTRO DE TRANSFERENCIA AGROALIMENTARIA:  
Apartado de Correos 617 • 50080 Zaragoza • Teléfono 976 71 63 37 - 976 71 63 44

Correo electrónico: [cta.sia@aragon.es](mailto:cta.sia@aragon.es)