

Ahorro, Eficiencia Energética

y Sistemas de Laboreo Agrícola



MINISTERIO
DE INDUSTRIA, TURISMO
Y COMERCIO



Instituto para la
Diversificación y
Ahorro de la Energía

Agricultura

Ahorro y Eficiencia Energética en la Agricultura 4

Ahorro, Eficiencia Energética

y Sistemas de Laboreo Agrícola



TÍTULO

Ahorro, Eficiencia Energética y Sistemas de Laboreo Agrícola

.....
Esta publicación ha sido elaborada y editada por IDAE, y está incluida en el fondo editorial de este Instituto, en la Serie “Ahorro y Eficiencia Energética en la Agricultura”.

Cualquier reproducción, total o parcial, de la presente publicación debe contar con la aprobación del IDAE.

Depósito Legal: M-32108-2006

ISBN-13: 978-84-96680-00-5

ISBN-10: 84-96680-00-2
.....

IDAE

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

c/Madera, 8

E- 28004 - Madrid

comunicacion@idae.es

www.idae.es

Madrid, Junio 2006

Índice

Página

Prólogo	5
1 Introducción	7
2 Factores previos a considerar en el laboreo que inciden en el consumo de gasóleo	9
3 Sistemas de laboreo	13
4 Labores e itinerarios de labores	15
4.1 Subsulado o descompactado	15
4.2 Itinerarios de laboreo. Definición	17
4.3 Itinerarios de laboreo en siembras tradicionales	18
4.4 Itinerarios de laboreo con trenes o equipos de siembra	26
4.5 Itinerarios de siembra sobre no laboreo	27
5 Evolución de los sistemas de laboreo. El caso de Navarra	29
Resumen, recomendaciones y conclusiones	33
Bibliografía	37

Prólogo

El ahorro de combustible en los tractores agrícolas no solo es un objetivo medioambiental sino también económico y, por lo tanto, debe constituir un objetivo imprescindible en cualquier explotación agraria.

Decir al agricultor cómo reducir su consumo energético, sin que ello afecte, sino todo lo contrario, a la rentabilidad de sus cultivos es el objeto principal de la parte agrícola del Plan de Acción 2005-2007 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012 (aprobado en Consejo de Ministros de 8 de julio de 2005). Este Plan de Acción está siendo desarrollado por el IDAE en colaboración con las CC.AA.

Enmarcado en la Dirección de Ahorro y Eficiencia Energética, en junio de 2004 se crea en el IDAE un departamento específico de Servicios y Agricultura, con el fin de implementar las medidas que finalmente se recogen en este Plan de Acción.



Una de las primeras medidas previstas es la realización de actuaciones de formación e información de técnicas de uso eficiente de la energía en la agricultura, con el fin de introducir y concienciar a los agentes del sector sobre la importancia del concepto de eficiencia energética.

Por todo lo anterior -y siendo conscientes del papel del agricultor y el ganadero en el ahorro energético- el IDAE, siempre contando con la colaboración del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, está realizando una serie de acciones en materia de formación, información y difusión de técnicas y tecnologías de eficiencia energética en el sector.

Una de estas acciones es el desarrollo de una línea editorial en materia de eficiencia energética en el sector agrario mediante la realización de diversos documentos técnicos, como el que se presenta, donde se explican los métodos de reducción del

consumo de energía en las diferentes tareas agrarias.

En este sentido, ya se han publicado y están disponibles en nuestra página web¹, los cinco primeros documentos de esta línea editorial:

- Tríptico promocional: “Medidas de Ahorro y Eficiencia Energética en la Agricultura”
- Documento especial (coeditado con el MAPA): “Consumos Energéticos en la Operaciones Agrícolas en España”
- Documento nº 1: “Ahorro de Combustible en el Tractor Agrícola”
- Documento nº 2: “Ahorro y Eficiencia Energética en Agricultura de Regadío”
- Documento nº 3: “Ahorro y Eficiencia Energética en Instalaciones Ganaderas”

Esta publicación es la segunda parte de una trilogía, dentro de la citada línea editorial, que persigue la reducción del consumo de gasóleo en la agricultura y contempla los siguientes aspectos:

- Elección y manejo apropiado del tractor agrícola (objeto del documento nº 1 de la serie: “Ahorro de

Combustible en el Tractor Agrícola”). Es fundamental elegir el tractor adecuado para el trabajo que debe realizar y usarlo de manera eficiente.

- Elección del laboreo más apropiado en cada caso (objeto de esta publicación). El laboreo del suelo es el trabajo agrícola en el que se consume la mayor cantidad de combustible en los cultivos extensivos, que suponen la mayor parte de la superficie agrícola española.
- Estructura y dimensión de la explotación de producción (será mostrado en una próxima publicación), como un factor decisivo de ahorro desde la eficiencia en los trabajos agrícolas.

El IDAE está convencido de que el uso racional de la energía debe formar parte de todas las decisiones que afecten al sector, y de que sus profesionales sabrán valorar las iniciativas que se proponen.

Es de vital importancia que los programas públicos de apoyo incorporen la eficiencia energética como un elemento prioritario, partiendo de la formación de formadores y agentes, y primando aquellos equipos más eficientes.

⁽¹⁾ www.idae.es

Visitar: Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia - Proyectos IDAE - Agricultura y pesca - Documentos de ahorro y eficiencia energética en la agricultura.

1 Introducción

El manejo del suelo ha evolucionado con el paso del tiempo, desde la llegada de los primeros tractores agrícolas hasta nuestros días.

Los tractores, en sus inicios, buscaban mejorar la limitada calidad de las labores que hasta entonces había sido posible realizar. En la medida en que se fue incrementando la potencia, se fue pasando a labores de vertedera con volteos más profundos y a un mayor número de pasadas posteriores con otros aperos para desmenuzar la tierra y poder preparar mejor el lecho de siembra.

La evolución del tractor hacia mayores potencias, rapidez y confort, unido a los nuevos diseños de los aperos, con mayores anchuras de trabajo, posibilitaron el progreso, priorizando la calidad de las labores sobre su coste y por supuesto, sin tener en cuenta el consumo de combustible.

Posteriormente el coste creciente del combustible, la reducción de los precios de los productos agrarios y aspectos medioambientales, han ido llevando a una progresiva reducción de las labores, desde un objetivo de rentabilidad, buscando la mejor relación coste beneficio.

En este contexto, en las últimas dos décadas se ha ido extendiendo también en España, al igual que en otros países de climas áridos y semiáridos, la llamada Agricultura de Conservación, que lleva a la reducción del laboreo hasta el mínimo laboreo o el laboreo cero y la siembra directa.



Tractor con arado delantero y trasero.

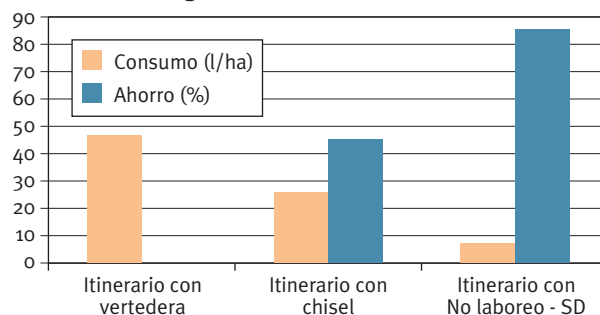
El consumo de combustible en los laboreos está relacionado con la elección del Sistema de Laboreo y el Manejo Apropriado de tractores y aperos.

Según diferentes estudios realizados, con el manejo apropiado de una misma labor agrícola, puede conseguirse una disminución en el consumo de hasta un 30%, y si se cambia la labor tradicional con vertedera por un “no laboreo” con siembra directa, el consumo de combustible puede reducirse hasta en un 75%.

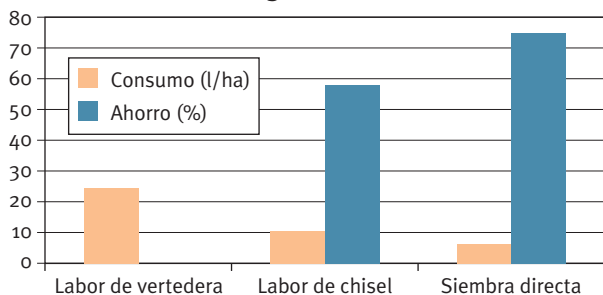
Por ejemplo, en base a los datos obtenidos por el ITG Agrícola en Navarra en más de 20 años de ensayos de laboreo, el consumo medio de combustible en la labor de vertedera es de 25 l/ha, con un chisel de 10,5 l/ha y en siembra directa de 6,35 l/ha, lo que supone ahorros de combustible superiores al 50% y al 75%, respectivamente.

En un itinerario de siembra el consumo medio con las labores correspondientes en la vertedera es de 46 l/ha, en la siembra con chisel el consumo se reduce hasta un 45% (25,5 l/ha) y en la siembra directa el consumo se reduce más de un 80%, hasta 6,35 l/ha.

Consumo y ahorro de combustible según itinerario de laboreo



Consumo y ahorro de combustible según labor



2 Factores previos a considerar en el laboreo que inciden en el consumo de gasóleo

Para la elección del tipo de laboreo del suelo es necesario partir del objetivo prioritario perseguido con la labor a realizar y del conocimiento del cultivo a introducir, teniendo en consideración siempre el tipo de suelo (textura y profundidad), su estructura y su estado en el momento de realizar la labor (residuos, grado de humedad, grado de apelmazamiento).



Residuos de maíz en suelo antes de la siembra.



Parcela con residuos de trigo.

Los objetivos perseguidos con el laboreo siempre tienen una priorización que la propia experiencia del agricultor sobre sus tierras va estableciendo:

- Crear una buena estructura y porosidad del suelo capaz de almacenar el agua en climas secos o de garantizar una correcta oxigenación y por supuesto facilitar la germinación de las semillas y permitir un correcto crecimiento de las raíces.

- Incorporar residuos de los cultivos anteriores.
- Descompactar y favorecer el drenaje cuando se han realizado pases sobre suelo blando o con máquinas pesadas.
- Desmenuzado grosero o simple rotura de las costuras en superficie.

En el conocimiento del cultivo que se va a sembrar y sus requerimientos específicos, algunos aspectos son más significativos y por tanto relevantes en relación al laboreo:

- El sistema radicular y en relación a ello la profundidad de suelo explorado, que conlleva la elección de la profundidad del laboreo.
- El tamaño de la semilla, que determina la necesidad de una estructura fina o más grosera en superficie.
- El vigor de implantación de cada especie que obliga a un esmero especial en determinadas especies más delicadas.
- El que se trate de un cultivo de otoño, invierno o primavera.

El tipo de suelo es muy diferente según las zonas y por supuesto las regiones, pero con el fin de plantear las distintas opciones de laboreo, se suelen agrupar en tres tipos, de mayor a menor resistencia al laboreo:

- 1 Suelo Fuerte: suelo con alto contenido en arcilla (> 20% de arcilla).
- 2 Suelo Medio: contenido medio en arcilla y limo (10-20% de arcilla).
- 3 Suelo Ligero: contenido alto en arena y limo (<10% de arcilla).

La estructura, el estado de humedad y el apelmazamiento del suelo determinan de una manera decisiva las labores que se pueden o deben realizar.

- Una buena estructura previa permite reducir al mínimo los laboreos necesarios o hacer no laboreo.



Buena estructura de suelo.

- El exceso de humedad recomienda el esperar momentos mejores siempre que sea posible.
- El apelmazamiento puede producirse de forma natural o por un maltrato del suelo con laboreos y rodadas. Siempre es muy costoso recuperar y pueden tardarse varios años.

La profundidad del laboreo, la anchura de trabajo y la velocidad de avance son tres variables interdependientes fundamentales en el manejo apropiado del laboreo que previamente hemos elegido.

Los tractores y aperos disponibles condicionan finalmente la realización de una labor de calidad con el menor coste horario y económico posibles.

En resumen, en la elección del laboreo se ha de tener en cuenta:

- *el objetivo prioritario a conseguir con el laboreo*
- *el cultivo que se va a instalar*
- *el tipo de suelo y su estructura, estado de humedad (tempero) y apelmazamiento*
- *la profundidad y anchura de trabajo*
- *la velocidad del tractor y por lo tanto el tiempo a emplear*
- *el coste y la rentabilidad de cada labor*

En conclusión es necesario razonar con atención la elección de los diferentes aperos y labores posibles a utilizar en la explotación, para conseguir el máximo rendimiento económico en la producción agrícola, con el menor coste de producción y específicamente con el mínimo consumo de combustible.

El consumo de combustible, objetivo específico de esta publicación, normalmente se expresa en litros, bien por hora de trabajo o por unidad de superficie trabajada, normalmente hectárea.

En este caso, y con el fin de realizar comparaciones de forma real, trabajando en el mismo suelo y a la misma profundidad de trabajo, los consumos de combustible se expresan preferiblemente en litros por hectárea. De esta forma incorporamos el rendimiento horario de esa labor, puesto que si hablamos de consumo en litros por hora no lo consideraríamos.

3 Sistemas de laboreo

Existen gran cantidad de aperos diferentes que permiten el laboreo del suelo con objetivos muy distintos, desde facilitar el drenaje a incorporar los residuos del cultivo anterior, realizar una labor de vertedera, desmenuzar el suelo para preparar el lecho de siembra, etc.

En función del tipo las labores se clasifican en:

- Labores Primarias, tienen por objeto trabajar el suelo dejado por el cultivo anterior, incorporando los posibles residuos que hayan quedado en superficie, dejando el suelo mullido en profundidad para facilitar la penetración de las raíces del nuevo cultivo, la acumulación de agua en sus poros y favorecer el drenaje de los excesos de lluvia.
- Labores Secundarias, se realizan para preparar un lecho de siembra apropiado para recibir las semillas del nuevo cultivo a instalar. Normalmente consiste en una capa superficial de suelo bien desmenuzado donde la semilla se hidrate con facilidad, cubierta de pequeños agregados o tormos que eviten la formación de costra en los suelos propensos y favorezcan la nascencia.



Sembradora de chorrillo para siembra directa.

- Labores de Siembra, utilizando modelos muy diversos de máquinas, tienen por objeto dosificar la cantidad de semilla necesaria y posicionarla sobre el lecho de siembra con la mayor precisión en la profundidad y en el marco (líneas, golpes, etc.) elegidos.

La realización de una determinada labor sobre el suelo condiciona las siguientes hasta la siembra, definiéndose de este modo los Sistemas de Laboreo Agrícola.

De un modo resumido los sistemas de laboreo se pueden clasificar en:

- Laboreo tradicional. Parte de la realización de labores profundas de al menos 15-20 cm. El punto de partida más tradicional es el volteo de la tierra con arados diversos, aunque en los últimos años esta labor se va sustituyendo por el laboreo vertical. Después se hacen necesarios uno o varios pases de labores secundarias y posteriormente la siembra.
- Mínimo Laboreo. El laboreo se realiza únicamente en las capas de suelo superficiales hasta los primeros 10-15 cm. Normalmente es vertical con chisel o cultivador, pero también puede ser con arado de cohecho que realiza volteo o simplemente con gradas de discos.
- No laboreo-Siembra Directa. Se fundamenta en la utilización de sembradoras especiales capaces de sembrar directamente sin hacer laboreo del suelo previo.

El No Laboreo y el Mínimo Laboreo están dando lugar a todo un modelo de manejo de los sistemas agrarios, la Agricultura de Conservación, especialmente adaptada a climas semiáridos, que además de aportar en nuestro caso los ahorros de combustible más significativos, proporciona otros beneficios medioambientales significativos frente a la erosión y la fertilidad del suelo.

Es importante tener en cuenta que el sistema de laboreo elegido condiciona otras técnicas de cultivo como la fertilización, el control de malas hierbas, plagas y enfermedades.



Control del estado del suelo y profundidad de siembra.

4 Labores e itinerarios de labores

Para conseguir el máximo ahorro y eficiencia en el uso del combustible en las labores agrícolas nos centraremos en los cultivos que ocupan mayor superficie, los cultivos extensivos, y nos fijaremos en los puntos siguientes:

- Maquinaria y potencia necesaria para la realización de una labor de calidad.
- El rendimiento de trabajo de los distintos aperos según su manejo.
- El consumo de combustible en las labores.

Una vez elegidos los laboreos más reducidos posibles, el correcto manejo del apero es un factor muy importante para la reducción del consumo de combustible. Por ejemplo, si el tractor tiene potencia suficiente para pasar de 4 a 6 km/h, el resultado es un incremento del rendimiento de trabajo en un 45%. La labor se realiza en mejores condiciones provocando mayor agrietamiento del suelo y disminución del consumo de gasóleo.

4.1 Subsolado o descompactado

Una labor preliminar que suele realizarse, siempre que sea necesario, en determinados suelos y parcelas antes de cualquier itinerario es el subsolado o descompactado del suelo con un subsolador o descompactador. Esta compactación, que generará un coste adicional en laboreo, puede producirse por trabajar en condiciones de excesiva humedad, con maquinaria muy pesada o no adecuada. Por eso hay que tener en cuenta que la calidad de las labores previas muchas veces incide sobre el coste de las siguientes.

El subsolado o descompactado se llama a la labor profunda, realizada con anterioridad al laboreo primario y por debajo de los 30 cm de profundidad, con aperos de brazos o lamas separados entre sí más de 40 cm.

Es una labor que no se realiza a menudo y que puede ser incluida posteriormente en cualquier itinerario de

siembra utilizado en cualquier cultivo. En los diferentes itinerarios posteriores no se incluirán los tiempos de trabajo, los consumos horarios ni la capacidad de trabajo de esta labor.

En los suelos fuertes y medios, en la realización de las operaciones agrícolas (cosecha, empacado, laboreos, aplicaciones de fertilizantes y fitosanitarios) se puede producir la formación de suela de labor en superficie o en profundidad perjudicando el desarrollo del cultivo, por tanto, antes de cualquier laboreo o siembra se deberá realizar en esas parcelas compactadas un subsolado o descompactado. Para que esta labor sea eficaz la profundidad de trabajo deberá ser por lo menos de 15 a 20 cm por debajo de la capa compactada.

El subsolador y el descompactador se componen de un chasis en el que van encajados los brazos, a distancias de 40 a 75 cm de separación, que realizan el trabajo. Es una labor muy cara que debe hacerse con cuidado. Para que la tierra se agriete lo máximo posible se deberá hacer la labor siempre con el suelo seco; por tanto necesita un tractor con mucha potencia. En el trabajo, los brazos deben estar colocados en una formación en V, ya sea el chasis de esta forma o rectangular, tirando el tractor del vértice, para reducir la potencia necesaria y el consumo de combustible.



Subsolador.



Descompactador.

La separación entre los brazos irá en función del tipo de suelo y de la profundidad de trabajo.

Como primera aproximación, las necesidades de potencia, capacidad de trabajo por hectárea y consumo de combustible en litros por hectárea, según las características, tipo de suelo y profundidad de labor para subsoladores de 3 ó 5 brazos son:

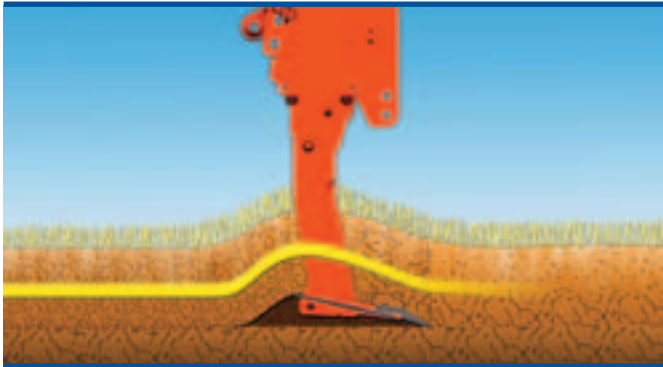
Profundidad 30 cm	Suelo Fuerte	Suelo Medio	Suelo Ligero
Potencia por brazo (CV)	30-40	25-35	20-30
Capacidad de trabajo (Rendimiento) (ha/h)	0,6	0,8	1
Consumo (l/ha)	30-35	25-30	20-25

Profundidad 45 cm	Suelo Fuerte	Suelo Medio	Suelo Ligero
Potencia por brazo (CV)	35-45	30-40	25-35
Capacidad de trabajo (Rendimiento) (ha/h)	0,3	0,5	0,7
Consumo (l/ha)	40-55	35-45	30-40

En la actualidad se ha producido un cambio en los aperos dedicados al subsolado del suelo, debido a la utilización de maquinaria innovadora con brazos de forma curva, lamas estrechas, etc., pasándose a llamar descompactador a este tipo de aperos.



Estado del suelo en superficie tras labor de descompactador.



Acción del descompactador en el suelo.

Los descompactadores necesitan un 10% menos de potencia del tractor que los subsoladores trabajando a la misma profundidad. Los descompactadores llevan más anchura de trabajo, dejan el suelo quebrado y más uniforme en superficie y por tanto el consumo disminuye al menos de 4 a 6 l/ha. Además, sobre los descompactadores se puede hacer siembra directa sin necesidad de igualar el suelo en superficie con otra labor.

4.2 Itinerarios de Laboreo. Definición

El describir el amplio abanico de operaciones que se realizan en las labores agrícolas nos podría llevar a una interminable descripción, por lo que nos centraremos en las más interesantes y representativas en la actualidad, siempre desde el prisma del ahorro y la eficiencia energética.

Llamamos Itinerario de Laboreo al conjunto de labores que se suceden sobre una parcela entre el

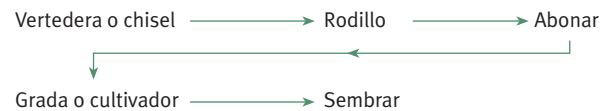
levantamiento del cultivo anterior y la siembra del siguiente.

Utilizando diferentes recorridos que se realizan en los sistemas de laboreo, se pueden hacer unos Itinerarios que representen la realidad en la mayor parte de las explotaciones o bien propuestas y alternativas que puede venir muy bien para nuestro objetivo de disminución del consumo de combustible y de los costes de producción en las explotaciones.

Un itinerario de siembra es una sucesión de labores que pueden estar dentro de cualquier sistema de laboreo, tradicional, mínimo o no laboreo.

A continuación se presentan algunos de los itinerarios de siembra más significativos:

4.2.1 Itinerarios en siembra tradicional (lpp+ls+s)

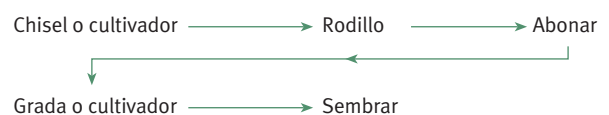


1º- Laboreo primario profundo (lpp): a 20-25 cm de profundidad, volteando la tierra, con arados de vertedera o de discos, o con laboreo vertical, con chisel o cultivador.

2º- Laboreo secundario (ls) o preparatorio de la siembra: tras el laboreo primario se prepara el suelo con vibro cultivadores, grada de muelles, rastras, rulo o con máquinas accionadas por la toma de fuerza (tdf).

3º- Siembra (s): sobre el suelo preparado anteriormente se realiza la siembra.

4.2.2 Itinerarios de siembra con mínimo laboreo (lp+ls+s)

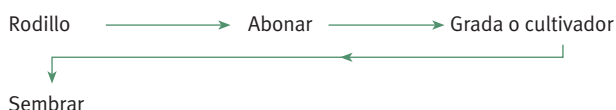


1º- Laboreo primario (lp): vertical a una profundidad de 10-15 cm, sin volteo, con chisel, cultivador o gradas diversas.

2º- Laboreo secundario (ls) o preparatorio de la siembra: tras el laboreo primario se prepara el suelo con vibro cultivadores, grada de muelles, rastras, rulo o con máquinas accionadas por la toma de fuerza (tdf).

3º- Siembra (s): sobre el suelo preparado anteriormente se realiza la siembra.

4.2.3 Itinerarios de siembra con laboreo superficial (ls+s)



1º- El laboreo superficial (ls): se inicia con una labor a una profundidad de 5 a 10 cm con cultivadores, grada de muelles, rastras, rulo o con máquinas accionadas por la toma de fuerza (tdf).

2º- Siembra (s): sobre el suelo preparado anteriormente se realiza la siembra.

4.2.4 Itinerarios de siembra con trenes de siembra (lp+ts)

1º- Laboreo primario (lp): vertical a una profundidad de 10-15 cm, sin volteo, con chisel, cultivador o gradas diversas.

2º- Trenes de siembra (ts): se utilizan conjuntamente equipos de preparación y de siembra.

También se puede hacer una siembra rápida (lp+ls+s) o (ls+s) con trenes de cultivo: en una sola pasada se hace el laboreo primario, el laboreo secundario y la siembra a la vez o reduciendo la pasada a laboreo superficial y siembra.

4.2.5 Itinerario de no laboreo-siembra directa (No lab s-d)

En una pasada sin realizar ningún laboreo se hace la siembra con sembradora específica de siembra directa.

4.3 Itinerarios de laboreo en siembras tradicionales

En el SISTEMA DE LABOREO TRADICIONAL, los itinerarios de labores constan de laboreo primario con labor profunda, seguido de un laboreo secundario con labor superficial, pase de rodillo (que puede ser antes de la siembra o después) y por último en la tercera o cuarta pasada se realiza la siembra.

No obstante, la tendencia actual va reduciendo el número de pasadas y la profundidad y cantidad de tierra removida, hacia lo que se ha dado en llamar SISTEMAS DE MÍNIMO LABOREO.

4.3.1 Laboreo primario - lp

Se llama laboreo primario porque antiguamente era el primero que se hacía con una vertedera para enterrar los residuos de cosecha y ahuecar el suelo. Posteriormente se utilizaron nuevas máquinas para este laboreo primario como el arado cincel o chisel. Ambos aperos son los que normalmente realizan el laboreo primario.

4.3.1.1 Laboreo primario con labor profunda volteando la tierra

Se utilizan arados de vertedera, de discos o de cohecho. El tipo de arado que más se utiliza es el de vertedera 3 a 6 cuerpos.

A finales de los años 80 la utilización de los arados de vertedera fue en recesión, realizándose solamente esta labor en zonas de regadío, secanos húmedos y parcelas de barbecho y retirada.

A. Arados de vertedera y de discos

Los arados de vertedera y de discos son aperos muy complejos por su modo de trabajo, por sus reglajes y sus numerosos equipamientos. Las vertederas pueden ser de diferentes tipos y las rejas tienen una anchura de 25 a 50 cm. Las principales propiedades que tienen este tipo de aperos es que mullen, desmenuzan, y mezclan los restos vegetales enterrándolos en profundidad.



Arado de vertedera reversible de cuatro cuerpos.

El consumo de combustible varía según la profundidad de trabajo, el tempero del suelo, y el contenido del suelo en arcilla y limo. Para ahorrar combustible utilizando este tipo de laboreo el estado del suelo debe estar “a tempero”², resultando entonces un aceptable consumo de combustible tanto en esta labor como en las posteriores labores secundarias.

Las labores de vertedera deben realizarse siempre “a tempero”, consiguiéndose entonces ahorros de combustible superiores al 30%.

El arado ha sido el apero más utilizado por los agricultores así como por los técnicos, ya que es el tipo de apero que con mayor frecuencia se ha utilizado en los controles y análisis de consumo de combustible en diferentes situaciones.

² Tempero: Sazón y buena disposición en que se halla la tierra para los laboreos y la siembra.

La potencia necesaria para poder trabajar con estos equipos es de 20 a 35 CV por cuerpo, según el tipo, el estado del suelo y la profundidad de trabajo.

Según los datos obtenidos en diferentes ensayos y condiciones de trabajo, el consumo de combustible en las labores con arado de vertedera o de discos varía de 15 a 40 litros por hectárea, en suelos fuertes y secos. Cuando el consumo se encuentre por encima de 40 l/ha, es conveniente revisar la labor que se está haciendo: bien realizar la labor a una profundidad menor, 15-25 cm, bien esperar a que mejoren las condiciones del suelo o bien revisar urgentemente el tractor y el arado.

Es necesario remarcar que el estado de estos aperos de labranza y su correcto enganche van a determinar el requerimiento de la potencia demandada al tractor y en consecuencia van a incidir sobre el consumo de combustible.

Un apero bien enganchado al tractor, en buen estado de conservación y con un adecuado dimensionamiento puede llegar a ahorrar un 25 % de gasóleo.

En ensayos realizados en suelos medios con un tractor de 100 CV, arado de vertedera reversible de tres surcos y profundidad de trabajo de 29 cm, el consumo fue de 28,5 l/ha, y en las mismas condiciones, a una profundidad de 26 cm, el consumo fue de 24,1 l/ha. Por tanto, por cada centímetro que se redujo la profundidad de trabajo disminuyó el consumo de combustible en 1,5 litros por hectárea.



Arado de vertedera con rastra de púas.

Utilizando el tractor en la misma labor, con las 4 ruedas motrices, disminuye el consumo de combustible alrededor de un 5% respecto a cuando se usa con 2 ruedas motrices.

En los arados de vertedera el consumo de combustible se puede reducir teniendo en cuenta los puntos siguientes:

- *Hacer la labor “a tempero” y a una profundidad de 15 a 25 cm.*
- *Trabajar con el tractor a una velocidad adecuada, entre el 60 y 80% del régimen nominal. Por ejemplo pasar de 5 a 7 km/h incrementa el rendimiento del trabajo y disminuye el consumo un 10 %, siempre que no se perjudique la labor.*
- *La potencia del tractor debe estar compensada con el apero por que si éste es pequeño se deberá cambiar por uno mayor, añadirle más anchura o si no trabajar a más velocidad.*
- *Correcto enganche, buen mantenimiento del arado y control de la profundidad, aseguran una labor más homogénea y con menor coste.*

B. Arado de cohecho

El laboreo primario también puede realizarse a menor profundidad, ahorrando combustible con el arado de cohecho. Este es un arado compuesto de pequeñas vertederas, de 10” separadas 35 cm, con la posibilidad de realizar trabajos hasta una profundidad de 15-20 cm. Sirven para envolver los restos vegetales que han quedado en superficie con menor profundidad de trabajo que los de vertedera o discos. Llevan mayor número de cuerpos, de 6 a 12, y por tanto mayor anchura de trabajo. La potencia necesaria por cuerpo es de 10 a 15 CV.



Arado de cohecho fijo de ocho cuerpos.



Labor con arado de cohecho.

Este tipo de arado de cohecho está teniendo gran aceptación debido a la menor necesidad de potencia que el tradicional, 10 CV menos por cuerpo. Puede trabajar a mayor velocidad y al realizar la labor más superficial el consumo de combustible disminuye de 5 a 10 l/ha.

4.3.1.2 Laboreo primario sin volteo

Atendiendo a un criterio de ahorro y reducción de costes de producción, el laboreo primario también puede realizarse sin voltear la tierra y a menor profundidad de trabajo, con aperos que realicen un laboreo vertical. Son muchos los ensayos que han mostrado este tipo de labores como muy competitivas en reducción de costes y horas de trabajo frente a los laboreos tradicionales profundos con volteo. Progresivamente el volteo de la tierra va perdiendo adeptos, quedando reservado a situaciones muy concretas, para envolver gran cantidad de residuos o en suelos pesados y húmedos.

Las máquinas que se emplean en este tipo de labores se componen de un bastidor cruzado por 2, 3 ó 4 travesas que soportan los brazos, que terminan en unas rejas que rompen o trabajan el suelo de forma vertical. Los aperos más utilizados son chisel, semichisel y cultivador, que también se utilizan en mínimo laboreo.

Para realizar labores sobre el rastrojo con estos aperos el suelo puede estar más seco que en el caso de la vertedera. La velocidad de trabajo será más rápida, 8 a 14 km/h, con el fin de agrietar el suelo al máximo por la vibración de los brazos y realizar mejor la mezcla de residuos con la tierra.

La profundidad recomendada de trabajo es de 10-15 cm. Cuando haya en superficie gran cantidad de rastrojo estos aperos no son los adecuados, siendo necesario para mezclar el rastrojo con la tierra realizar 2 ó 3 pasadas cruzadas en ángulo de 20º y profundizar en la labor por encima de los 15 cm.

La potencia que deberá realizar el tractor por brazo de chisel varía de 8 a 12 CV dependiendo del tipo de apero y del suelo, y para los cultivadores es necesaria una potencia de 3 a 8 CV por brazo.

La capacidad de trabajo mejora con la forma y el estado de la reja, su ángulo de ataque y el estado del suelo. El mayor agrietamiento del suelo es favorecido por la velocidad de trabajo, con rejas anchas y realizando una segunda pasada.

A. Chisel

El arado cincel o chisel tiene un menor consumo de combustible por hectárea que la vertedera. Existe una gran variación de aperos llamados chisel y su comportamiento en el campo es diferente según el tipo de suelo y su estado en el momento de la labor.

El consumo del chisel puede oscilar de 10 a 18 l/ha, teniendo en cuenta una profundidad de trabajo de 13 a 15 cm, un 60% menos que la vertedera.

Un tractor de gran potencia, 200 CV, con un chisel de 4 metros de anchura, consume 6 l/ha más de gasóleo que con un chisel ajustado a su potencia de 5,5 metros de anchura y además la capacidad de trabajo por hectárea de este último es un 35% mayor.



Laboreo con chisel.

La velocidad mínima de trabajo debe ser por lo menos de 6 km/h. El incremento de la velocidad de 6 a 8 Km/h en el trabajo supone incrementar la capacidad de trabajo en un 25%, pasando de 1,2 ha/h a 1,5 ha/h y un ahorro de combustible de 2-3 l/ha. La utilización de chisel con brazos curvados también disminuye el consumo de combustible en un litro por hectárea.

B. Cultivador y Semichisel

En el caso de utilizar el cultivador o el semichisel para la realización de labores, la profundidad de trabajo es menor que con el chisel de 5 a 10 cm, y el consumo oscila de 6 a 14 l/ha.



Cultivador de brazos.

La tecnología debe estar presente en los nuevos aperos que se compran debido a la mejor calidad del trabajo y

al ahorro de combustible. Un ejemplo son las nuevas rejas para cultivadores pesados que mueven más tierra y mezclan mejor los residuos.

En zonas semiáridas o áridas donde las producciones de cereal están por debajo de los 3.000 kg/ha, es necesario disminuir las labores y reducir los costes de laboreo, por tanto se realizará la siembra de cereales con mínimo laboreo o siembra directa, ya que son más baratas, más rápidas y el ahorro de combustible es de 10 a 15 l/ha respecto a la vertedera.

Teniendo en cuenta diversos estudios y ensayos realizados, se puede decir que en estos casos los itinerarios con mínimo laboreo o no laboreo son más rentables económicamente que el laboreo con vertedera.

C. Gradadas de discos

Las gradadas de discos son herramientas polivalentes que pueden ser utilizadas en labores sobre el rastrojo anteriores a un laboreo primario, y también para hacer un laboreo superficial de suelo que mezcle los restos vegetales con la tierra, nivelando y desmenuzando el suelo para a continuación hacer la siembra.



Labor de grada de discos.

Los tipos de gradadas que se utilizan en agricultura, según las características de su construcción, son tres: las más antiguas fabricadas en un solo tramo, las de dos tramos que pueden colocarse en V y las más modernas que se fabrican en cuatro tramos y para el trabajo se disponen en forma de X.

El peso de las gradadas es muy importante para conseguir una mayor penetración de los discos en el suelo. Éstos pueden ser de diferentes tipos y tamaños. En suelos arcillosos o secos se trabajará con discos de menor cavidad y menos acanalados. La profundidad de trabajo puede ir de 5 a 15 cm. La penetración aumenta con discos acanalados y con el aumento del ángulo de ataque.



Discos atacando el suelo.



Grada de discos con forma de X.

La potencia necesaria depende del tipo de suelo y del tipo de grada, no obstante, como media se puede calcular de 25 a 35 CV por metro de anchura de trabajo.

El consumo por hectárea varía de 6 a 8 l/ha, con un equipo de tres metros y medio de anchura, a una profundidad de 8 cm y con una capacidad de trabajo de 25 a 50 minutos por hectárea. Si las gradadas son pesadas y la profundidad de trabajo es de 15 cm el consumo asciende hasta los 14 l/ha.

4.3.1.3 Consumos en Laboreo primario

El consumo de combustible es muy diferente según las diversas máquinas. En estudios realizados en España, que comparan diferentes aperos con el rendimiento de trabajo y el consumo por hectárea, resultan diferencias entre labores primarias de más de 20 l/ha y en labores secundarias de 2 a 3 l/ha.

Las labores primarias consumen más del 50% del combustible total que se realiza en la explotación.

La siguiente tabla compara aproximadamente la potencia, rendimientos y consumos en laboreos primarios.

Apero (nº de cuerpos) Profundidad	Potencia necesaria (CV/ por cuerpo)	Rendimiento de trabajo (ha/h)	Consumo por hectárea (l/ha)
Suelo ligero - fuerte			
Subsolador (3) - 45 cm	20 - 40	0,70 - 0,30	35 - 48
Vertedera (3) - 25 cm	20 - 35	0,90 - 0,55	20 - 33
Arado de cohecho	10 - 15	2,00 - 1,00	12 - 22
Chisel (11) - 15 cm	8 - 12	2,25 - 1,20	10 - 18

4.3.2 Laboreo secundario - ls

Este laboreo se llama así porque va detrás del primario, pero tiene gran importancia debido a que tiene que dejar el suelo en muy buenas condiciones para que las semillas germinen correctamente.

Las máquinas que se emplean en este tipo de laboreos son muy numerosas. Comenzando por las arrastradas, tenemos las gradas clásicas, vibro cultivadores, gradas, rastras y el rulo o rodillo que es muy empleado en las zonas secas para asentar el terreno antes o después de sembrar. Otros aperos más modernos son los accionados por la toma de fuerza (tdf): gradas alternativas, gradas rotativas, cultivadores rotativos.



Cultivador y rulo liso trasero para asentar el suelo.

Actualmente estos aperos (accionados a la toma de fuerza) se utilizan solos o en conjunto con la sembradora, formando un tren de siembra que mejora la calidad de la siembra y además ahorra una o dos pasadas de tractor, reduciendo el consumo y el tiempo de trabajo.

Sin embargo, los aperos arrastrados no accionados por la toma de fuerza, en buenas condiciones de trabajo, tienen menor coste, incrementan la capacidad de trabajo por hora y necesitan menos potencia. Así puede reducirse la potencia del tractor entre 20 y 40 CV trabajando la misma anchura.

Existen gran cantidad de aperos e implementos que pueden engancharse al tractor para la preparación superficial del suelo. La regulación debe ser la apropiada para cada uno de ellos.

A continuación se dan unas pautas sobre la regulación y puesta a punto de cada grupo, cuando estos aperos se emplean solos para realizar una labor.

La utilización de diversos implementos es muy interesante para controlar la profundidad de trabajo, desmenuzar más el suelo y asentarlo, dejando un buen lecho de siembra para realizar ésta en las mejores condiciones.

Para reducir el consumo de combustible en la realización de las labores secundarias con estos aperos es necesario:

- Buen tempero del suelo.
- Profundidad de trabajo recomendada de 5 a 8 cm.

- Correcto mantenimiento (cambio de dientes rotos o desgastados).
- Utilización de rodillos o ruedas para controlar la profundidad de trabajo.
- La velocidad de trabajo recomendada es de 8 a 12 km/h.

A. Vibro cultivadores, rulos y gradas de dientes no accionados por la toma de fuerza

En general son máquinas de mayor anchura de trabajo que las de laboreo primario. Todas ellas están constituidas de un bastidor en el que se disponen 3 ó 4 líneas de dientes, a excepción de los rulos que van en una o dos líneas. Pueden trabajar independientemente o en un tren de siembra (en este caso son de menor anchura de trabajo y los dientes van en dos líneas).



Equipo combinado, chisel y discos.

La potencia necesaria para trabajar con los vibro cultivadores varía de 18 a 25 CV por metro de anchura de trabajo. En las gradas es de 15 a 20 CV por metro, y en los rulos se necesitan de 10 a 15 CV por metro de anchura.

El consumo medio de gasóleo con estas máquinas varía de 5 a 10 l/ha (con el rodillo disminuye a 4-5 l/ha). Así se reduce el consumo respecto a las accionadas por la toma de fuerza en 6-7 l/ha, como se verá posteriormente.

B. Máquinas que trabajan a la toma de fuerza

Los aperos que trabajan a la toma de fuerza son de varios tipos: gradas alternativas y rotativas, y rotocultivadores o fresadoras.

En las gradas alternativas la tierra pasa entre los dientes de las dos barras que se mueven horizontalmente de un lado a otro. Las gradas rotativas se componen de una caja donde se encuentra un eje que pone en movimiento los piñones de cada rotor de eje vertical y los dos dientes realizan el trabajo sobre el suelo. La diferencia con la fresadora es que ésta tiene un eje horizontal donde van unidos todos los dientes o azadillas.

Los equipos accionados por la toma de fuerza utilizan más potencia que los arrastrados, pero a su vez son más agresivos con el suelo. La potencia necesaria para trabajar con las gradas alternativas es de 15 a 25 CV por metro de anchura de trabajo, mientras que en las rotativas y en los rotavatores es de 25 a 35 CV por metro.



Grada rotativa de ejes verticales.

El consumo medio de las gradas rotativas y rotavatores varía de 15 a 24 l/ha, y en las gradas alternativas el consumo desciende entre 5 y 8 l/ha.

En todos los aperos existen un elevado número de complementos que deben conocerse para obtener la mejor preparación del suelo.



Sembradora de gran anchura de trabajo plegada.

Para reducir el consumo de combustible en la realización de las labores secundarias es necesario:

- *Correcto mantenimiento (engrasado y cambio de dientes rotos o desgastados).*
- *Utilización de los rulos o ruedas para controlar la profundidad de trabajo.*
- *Regular las revoluciones de la toma de fuerza (las gradas alternativas deberán trabajar a 540 r/min, mientras que los demás aperos podrán trabajar desde las 150 a las 500 r/min). Considerar que a más revoluciones más consumo.*
- *Buen tempero del suelo.*
- *Profundidad de trabajo recomendada 6 a 10 cm (a menor profundidad menor consumo).*
- *La velocidad de trabajo recomendada es de 4 a 7 km/h.*

4.3.3 Siembra después del laboreo secundario- s

La técnica más empleada en la siembra es hacer esta labor después de la preparación del terreno con laboreo secundario. Se puede emplear una sembradora mecánica o neumática que posicione homogéneamente la misma cantidad de semilla y enterrarla en el suelo a la misma profundidad.

La potencia necesaria por metro de anchura de trabajo es de 15 a 20 CV. En las sembradoras más pesadas y con grandes tolvas para la semilla, se precisan de 25 a 30 CV.

La sembradora es una máquina de precisión que no hace consumir al tractor mucho combustible y en muchos itinerarios se esta incluyendo en la misma pasada que el laboreo secundario.

En el caso de las sembradoras convencionales monograno o chorrillo, el consumo de combustible oscila de 3 a 6 l/ha.

La velocidad de siembra debe ser de 5 a 9 km/h, siendo poco interesante ir a más velocidad porque la cantidad de gasóleo que se ahorra es muy escasa y el riesgo de sembrar mal es elevado.

4.3.4 Consumos en laboreo secundario y siembra

La siguiente tabla compara aproximadamente la potencia, rendimientos y consumos en laboreos secundarios y siembra.

Apero (anchura en m) Profundidad	Potencia necesaria (CV/m de anchura)	Rendimiento de trabajo (ha/h)	Consumo por hectárea (l/ha)
Suelo ligero - fuerte			
Cultivador (3 m) - 10 cm	5 - 8	2,00 - 3,00	6 - 14
Grada de discos (3 m)	25 - 35	1,20 - 2,25	10 - 14
Grada rotativa (3 m)	30 - 40	1,00 - 2,15	15 - 24
Grada alternativa (3 m)	15 - 20	1,80 - 2,85	6 - 14
Rulo (4 m)	5 - 8	2,50 - 4,50	4 - 5
Sembradora convencional (3 m)	15 - 20	1,10 - 2,25	4 - 7
Sembradora SD (3 m)	25 - 35	1,10 - 2,25	6 - 11
Sembradora monograno	15 - 20	1,10 - 2,50	3 - 6

4.4 Itinerarios de laboreo con trenes o equipos de siembra

Los itinerarios de laboreo clásicos que realizan una labor por pasada se van reduciendo al lograr, con las innovaciones tecnológicas, poder hacer 2 ó 3 labores en una sola pasada.

4.4.1 Laboreo secundario y siembra en una pasada – (ls+s)

Estos equipos de siembra combinados son interesantes porque ahorran una o dos pasadas con laboreo secundario y favorecen la entrada al campo en condiciones de más humedad que si se ha realizado anteriormente un laboreo secundario. El inconveniente de estos equipos es que son caros y necesitan tractores más potentes.

El consumo de combustible en la utilización de estos equipos está comprendido entre 15 y 21 l/ha, lo cual produce un ahorro respecto a las dos pasadas de 5 a 6 l/ha.

Los trenes de siembra se componen normalmente de una grada, que puede ser de muelles o accionada por la toma de fuerza, a continuación una rastra para desmenuzar e igualar el terreno un poco, un rodillo para asentar el suelo y la sembradora. Para poder llevar este equipo se necesita una potencia del tractor de 30 a 50 CV de potencia por metro de anchura de trabajo.



Tren de cultivo grada rotativa + sembradora + rulo.



Tren de cultivo grada de discos + sembradora + rulo.

El rendimiento o capacidad de trabajo de estos equipos dependiendo de la anchura de trabajo y la velocidad, es de 1,3 a 2,5 ha/h.

4.4.2 Laboreo primario, secundario y siembra en una sola pasada – (lp+ls+s)

La realización de las tres labores en una sola pasada se llama “siembra rápida”. Consiste en llevar en un mismo equipo, o repartido entre la parte delantera y trasera del tractor, la máquina que puede hacer el laboreo primario con brazos de subsolador, desfondador, chisel o discos. A continuación van las máquinas que realizan el laboreo secundario como las que hemos citado en el caso anterior y la sembradora. Estos equipos de siembra rápida son muy caros y necesitan tractores de gran potencia (de 40 a 60 CV por metro de anchura) para poder trabajar correctamente.



Tren de cultivo con grada rotativa + rulo packer y sembradora.

También hay equipos de siembra rápida menos sofisticados, que necesitan menor potencia del tractor, son más baratos, y se realiza la labor cuando el suelo tiene una buena estructura y no está compactado. Éstos son equipos que han suprimido el trabajo profundo y realizan un laboreo más superficial directamente sobre el rastreo con equipos de laboreo secundario, seguidos de la sembradora. Algunos agricultores se hacen este tipo de equipos utilizando máquinas existentes en la explotación (gradas, cultivadores, sembradoras) o los compran usados.



Equipo de “siembra rápida”.

El rendimiento o la capacidad de trabajo depende de la anchura de los equipos y de los componentes del mismo, pero puede rondar de 0,8 a 2 ha/h. Este trabajo se realizará a una velocidad de 6 a 10 km/h.

El consumo de combustible es elevado, con equipo de laboreo profundo de 24 a 28 l/ha y sin laboreo profundo de 16 a 22 l/ha. Si comparamos estos resultados con las cantidades consumidas realizando las labores separadas (chisel + grada + rodillo + sembradora) el consumo desciende de 6 a 12 l/ha.



Sembradora de chorrillo con rejas.

4.5 Itinerarios de siembra sobre no laboreo

El itinerario más rápido para hacer la siembra es el no laboreo, ya que no se hace ningún trabajo sobre el suelo y la siembra se hace en una sola pasada.

Para el éxito de este itinerario es muy importante que el suelo tenga una buena estructura, sembrar con el suelo seco y emplear la máquina apropiada.

En los más de 20 años que se lleva realizando esta técnica en España, se tienen datos que demuestran que el rendimiento medio de trabajo es de 1,1 a 3,5 hectáreas a la hora, dependiendo de la anchura de trabajo de la sembradora (3, 4, 5 ó 6 metros) y de la velocidad de trabajo.

4.5.1 Con sembradora de siembra directa. No lab-sd

El itinerario más moderno y menos costoso es la realización de la siembra sobre suelo sin laboreo, o sea la llamada siembra directa.

Para llevar a cabo este tipo de siembra se utiliza una sembradora específica de siembra directa, con el fin de mover solamente el suelo que se necesita en la línea de siembra para enterrar la semilla a la profundidad adecuada.



Sembradora de siembra directa monograno.



Sembradora de siembra directa de chorrillo.

Hay gran cantidad de marcas y modelos de sembradoras para hacer siembra directa sobre no laboreo. Las menos pesadas y con sistemas de siembra de discos necesitan una potencia por metro de anchura de 25 a 30 CV. Las sembradoras más pesadas de rejas o con discos abridores y sembradores necesitan de 30 a 50 CV por metro.

Otro dato importante es el índice medio de potencia empleado por hectárea. Según experiencias realizadas en España, en la agricultura tradicional este índice es de 2 a 3 CV/ha, y en el caso de la siembra directa, es inferior a 1 CV/ha.

El consumo de combustible en siembra directa esta comprendido entre 7 y 15 l/ha. Comparando este consumo con los itinerarios de laboreos primarios el ahorro es de 30 a 60 l/ha en el caso 1 de laboreo tradicional, y de 20 a 30 l/ha en el caso 2 de laboreo secundario y siembra.

5 Evolución de los sistemas de laboreo. El caso de Navarra

La evolución de los sistemas de laboreo en Navarra es un claro ejemplo de cómo los agricultores están ya aplicando en gran medida los criterios de reducción del laboreo en sus explotaciones, obteniendo como consecuencia ahorro y eficiencia en el uso del gasóleo en sus tractores, aunque todavía quede mucho camino por hacer.

Las primeras reducciones de laboreo que se realizaron en Navarra se iniciaron hace más de 35 años, en la siembra de cebada de ciclo corto en los meses de invierno, enero o incluso febrero, periodo en el que el número de días disponibles para la siembra con buen tempero era muy reducido. Algunos agricultores comenzaron a dejar la vertedera y a realizar una labor superficial con cultivador, y de este modo pisaban menos el terreno al limitar el número de pasadas. Además avanzaban más rápido aprovechando el poco tiempo disponible para hacer una buena siembra, gastaban menos gasóleo y por tanto les costaba menos dinero y al final el resultado del cultivo era el mismo o incluso mejor. Posteriormente a esta técnica se le llamó Mínimo Laboreo.

Más tarde, en los años 80 y especialmente en los secos semiáridos de Navarra, los agricultores cerealistas fueron aumentando la superficie de sus explotaciones y necesitando por tanto más horas disponibles para labrar la tierra para la siembra de los cereales de otoño. En esa época del año, al final del verano y comienzo de otoño, a menudo las lluvias se hacen esperar y la labranza en seco resultaba muy cara o incluso imposible de realizar a tiempo. En ese contexto se introdujo un nuevo apero, el arado cincel o chisel y con ello se inició el verdadero declive del arado de vertedera. Esto permitió alargar los periodos de laboreo, al necesitar menos tempero y trabajar incluso en suelo seco, reducir el consumo de gasóleo, y por tanto el coste de producción, y poder labrear más superficies en menos tiempo, llegando de ese modo a realizar las siembras de otoño a tiempo.

En los últimos años en Navarra la labor de vertedera ha ido quedando reclusa a los secanos frescos, zona donde el régimen de lluvias es elevado y gracias a ello se puede labrar con buenos temperos, siendo además necesario garantizar un buen drenaje de los suelos e incorporar gran cantidad de residuos del cultivo anterior. También siguen labrándose las parcelas de barbecho o de retirada, al poder hacer esta labor en primavera con muy buenos temperos y por tanto con poco gasto energético y económico.



La aparición de los equipos combinados de siembra se produce ya en los años 90 como consecuencia, por una parte, de una necesidad de reducir el tiempo dedicado al laboreo en las grandes explotaciones dotadas además de tractores más potentes, y por otra, en un intento de evitar el efecto negativo de la lluvia entre la preparación de la tierra y la siembra (con los equipos combinados, “parcela preparada, parcela sembrada”). Con el resultado añadido de un ahorro energético y económico.

En 1984 el ITG Agrícola inicio los ensayos de laboreo, en parcelas de los agricultores, comparando el No Laboreo (Siembra Directa) con el Laboreo Tradicional, que los agricultores realizaban, y con el Laboreo Reducido (Mínimo Laboreo), como una opción intermedia, con el fin de conocer las posibilidades de esta nueva técnica.

Los resultados obtenidos en los 4 primeros años de ensayos demostrativos favorecieron la introducción

del No Laboreo en las explotaciones agrícolas de Navarra a partir del año 1988. Este año se compraron 2 sembradoras de siembra directa por parte de los agricultores y se sembraron 265 hectáreas.

El No Laboreo se extendió rápidamente por los Secanos Frescos y Semiáridos de Navarra. Pero es a partir del año 1990, año muy seco y con muy bajos rendimientos en producción, cuando muchos agricultores comprobaron que sin laboreo se obtuvo mayor producción que en los laboreos. También favorecieron la introducción del No Laboreo las negativas expectativas sobre las pérdidas de renta que promulgaba la entrada de la reforma de la Política Agrícola Comunitaria (PAC) para el año 1992.

En 1991 los agricultores de la zona Semiárida adquieren más de 20 sembradoras de siembra directa y la superficie sembrada se incrementó hasta las 2.550 hectáreas. Esta progresión continúa los años siguientes hasta 1995, que se siembran 9.130 hectáreas con 60 sembradoras de siembra directa.

Sin embargo en los Secanos Frescos se produce rápidamente un retroceso de la siembra directa como tal,



iniciándose modificaciones con laboreos superficiales de 4-5 cm de profundidad antes de la siembra. La finalidad de estas labores era igualar el suelo, borrando las rodadas con el suelo compactado por las pasadas de las diferentes aplicaciones de fertilizantes, herbicidas, recolección y empacado.

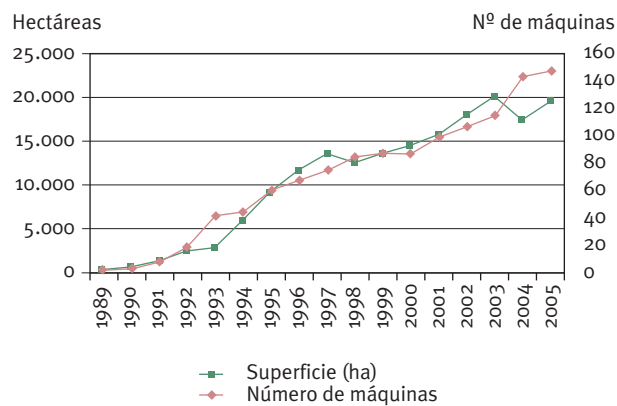
En determinadas campañas en las que la llegada temprana de las lluvias no ha permitido hacer la Siembra Directa en buenas condiciones, los resultados de la siembra tradicional han sido más favorables. Esto ocurrió principalmente en el otoño de 2003, en el que muchos agricultores dejaron de hacer No Laboreo (se puede ver en la gráfica de superficies) y movieron el suelo con chisel o cultivador.

El año 2005 sembraron en Navarra más de 140 máquinas de siembra directa, la mayor parte en propiedad aunque también hubo casos de alquiler de la máquina o de la labor completa. La superficie sembrada se sitúa en los últimos años entre las 18.000 y las 20.000 ha, lo que representa un 10% de la superficie de cultivos herbáceos de secano.

El laboreo más utilizado en la actualidad en Navarra es el laboreo vertical (chisel y cultivadores) utilizado sobre un 60 % de la superficie total cultivada, le sigue el laboreo con volteo (vertedera y cohecho) con un 30% y finalmente la siembra directa con un 10 %. Estos cambios han favorecido una disminución significativa de costes energéticos y económicos (encuestas ITGA).

En regadío la introducción del No Laboreo se inicia el año 2002, después de los ensayos y demostraciones realizados por el ITG Agrícola desde el año 1999. En el primer año se compraron dos sembradoras, al año siguiente 11 más, llegando el 2005 a las 19 sembradoras monograno de siembra directa utilizadas en Navarra, principalmente en la siembra de maíz. Se sembraron más de 1.800 ha que representan más del 10% de la superficie de maíz.

Crecimiento del No Laboreo en Navarra



En conclusión:

- La reducción del laboreo es un hecho bien asumido por los agricultores, especialmente por los más profesionales, dotados además de tractores más potentes y maquinaria diversa y bien dimensionada, lo que les permite elegir la mejor solución técnica y económica en cada caso.
- El laboreo profundo con volteo queda reducido a situaciones muy concretas: suelos con necesidad de drenaje o bien necesidad de envolver gran cantidad de residuos, ambas frecuentes en Secanos Frescos de alta pluviometría.
- La utilización de equipos combinados de aperos permite reducir el número de pasadas sobre la parcela y consecuentemente un ahorro energético y económico.
- La Siembra Directa es el sistema más interesante energética y económicamente, claro que no siempre es posible: en zonas con muchos días de lluvia nos podría obligar a sembrar en malas condiciones o cuando el suelo ha quedado pisado por las máquinas en su tránsito por la parcela en condiciones de humedad excesiva. Cuando la siembra directa no es posible como tal, los mínimos laboreos serán normalmente los más interesantes.



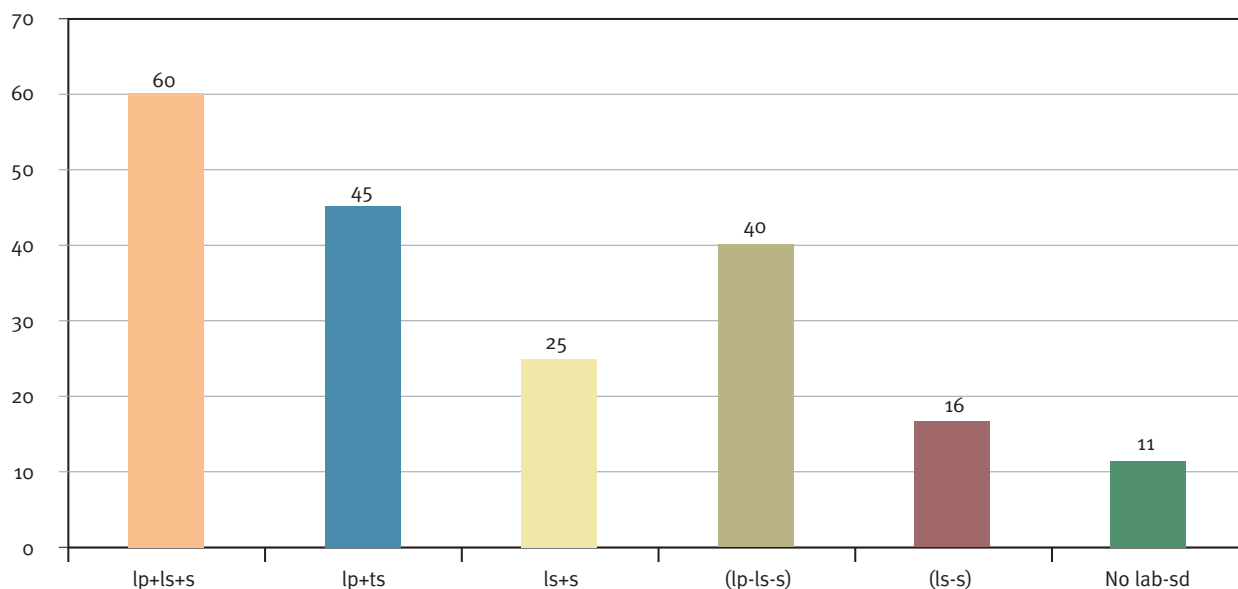
SISTEMAS DE LABOREO AGRÍCOLA

RESUMEN de Consumos de Gasóleo según los Itinerarios de Laboreo

ITINERARIOS DE LABOREO		Potencia necesaria (CV/m de anchura)	Capacidad de trabajo (Rendimiento) (ha/h)	Consumo por hectárea (l/ha)	Coste de la labor (€/ha)
Nombre	Descripción	Suelo ligero - fuerte			
1 Primario Profundo	lpp+ls+s	25 - 40	2,20 - 3,00	45 - 75	94 - 120
2 Primario	lp+ts	30 - 40	1,60 - 2,20	35 - 55	85 - 98
3 Secundario	ls+s	20 - 30	1,40 - 2,00	20 - 30	45 - 65
4 Tren Primario	(lp-ls-s)	35 - 45	1,20 - 1,50	35 - 45	60 - 80
5 Tren Secundario	(ls-s)	25 - 40	0,50 - 1,30	12 - 20	45 - 60
6 Siembra directa	No lab-sd	30 - 40	0,28 - 0,90	7 - 15	35 - 65

No incluidos: tratamientos, fertilización, recolección y transporte

Consumo de gasóleo según itinerarios (l/ha)
(Sin tratamientos, fertilización ni recolección)



Significado de los itinerarios:

- 1: lpp+ls+s: 3 pasadas, laboreo primario profundo + laboreo secundario + siembra
- 2: lp+ts: 2 pasadas, laboreo primario + tren de siembra
- 3: ls+s: 2 pasadas, laboreo secundario + siembra
- 4: (lp-ls-s): 1 pasada con tren de cultivo (laboreo primario + secundario + siembra)
- 5: (ls-s): 1 pasada con tren de cultivo (secundario + siembra)
- 6: No lab-sd: 1 pasada con sembradora de siembra directa

RECOMENDACIONES

Manejo del tractor

- ✓ Hacer un correcto mantenimiento del tractor.
- ✓ Controlar la presión de inflado de los neumáticos.
- ✓ Utilizar las 4 ruedas motrices y el bloqueo diferencial.
- ✓ Disminuir las revoluciones del motor siempre que se pueda.
- ✓ Trabajar al 70-80% del régimen máximo del motor y con una caída de 150 a 200 r/min para los trabajos de tracción.
- ✓ Utilizar el enganche delantero para labores.

Manejo de las labores

- ✓ Hacer un buen mantenimiento de las máquinas y aperos.
- ✓ Contrapesar el tractor según las diferentes operaciones.
- ✓ Ajustar el tractor al apero: enganche y anchura de los aperos.
- ✓ En los laboreos aumentar, siempre que se pueda, la velocidad de trabajo.
- ✓ Controlar la profundidad de trabajo con ruedas o rulos. No profundizar en Vertedera más de 25 cm, en Chisel más de 15 cm y en Cultivador más de 10 cm.
- ✓ Utilizar equipos combinados para evitar pasadas, disminuyendo el coste y el consumo de combustible.

Elección del itinerario o sistema de laboreo

- ✓ Seleccionar el itinerario más adecuado para la explotación e inicialmente probarlo en parcelas diferentes, siendo conscientes de las diferencias que existen entre ellos respecto al consumo de combustible, coste económico y de tiempo en la explotación.
- ✓ En secanos semiáridos con producciones medias habituales por debajo de 3.000 kg/ha (cereal), preferir los sistemas de mínimo laboreo o “no laboreo” con siembra directa.
- ✓ El itinerario con “no laboreo” ahorra más de 50 l/ha de gasóleo comparado con laboreo tradicional de vertedera en muchos casos.
- ✓ El mínimo laboreo tiene unos consumos de combustible algo más elevados que el no laboreo, pero inferiores en un 30% a la vertedera.
- ✓ En la mayor parte de suelos y de zonas de España el mínimo laboreo y el no laboreo son más rentables económicamente que el laboreo tradicional.

CONCLUSIONES

Para sacar el máximo rendimiento en las labores agrícolas con el menor consumo de combustible es necesario:

- ✓ Elegir el itinerario de laboreo más eficiente, preferir mínimos laboreos o incluso siembra directa siempre que sea posible.
- ✓ Limitar al máximo el número de pasadas de laboreo utilizando equipos combinados.
- ✓ Trabajar con el suelo en buenas condiciones.
- ✓ Utilizar los aperos adecuados al tractor, con un correcto enganche y control de profundidad del apero. Para ello es importante conocer la potencia necesaria para cada apero y controlar su profundidad de trabajo (ahorro del 10 al 15% del consumo).
- ✓ Seleccionar la relación de cambio que permita la mayor velocidad haciendo el trabajo correctamente.
- ✓ Correcto inflado de los neumáticos, no es el mismo en suelo duro y llano que sobre suelo movido, pasando una grada o sembrando.
- ✓ Utilizar la tracción delantera y el bloqueo diferencial en los laboreos disminuye el consumo de combustible.
- ✓ Utilización de contrapesos, cuando sea necesario, pero quitarlos para otros trabajos.

Con la utilización de estas medidas el consumo de combustible disminuirá en un alto porcentaje, siendo la conducción más cómoda y mayor el rendimiento de trabajo.

El agricultor debe actuar como un gestor de una empresa, analizando las alternativas que se presentan en relación con la mecanización en su explotación.

Ejemplo:

- ✓ Seguir utilizando la maquinaria disponible optimizando su uso.
- ✓ Adquirir nueva maquinaria adaptada al tractor de la explotación y los itinerarios de trabajos previstos.
- ✓ Alquilar determinados trabajos.
- ✓ Formar asociaciones o agrupaciones para el uso más eficiente de la maquinaria en común.

Bibliografía

- ARNAL ATARÉS, P. “Análisis económico de distintos sistemas de laboreo”. Revista “El Campo”. Julio-Septiembre 1990.
- ARNÓ SATORRA, J., TORREDEMÉR TOMÁS, A. “Anàlisi de la despesa i eficiència energètiques del Parc Català de Maquinària Agrícola”. Resum de l'informe de l'ETSEA. Universitat de Lleida. Mayo 2001.
- ARVALIS. “Choisir ses outils du travail du sol á la récolte”. Enero 2004.
- BOTO FIDALGO, J.A., PASTRANA SANTAMARÍA, P., SUÁREZ DE CEPEDA MARTÍNEZ, M. “Ahorro y Eficiencia Energética en la Agricultura”. Consumos energéticos en las operaciones agrícolas en España. Número Especial. IDAE.
- BOTO FIDALGO, J. A. “La mecanización agraria”. Universidad de León. 2000 (agotado).
- DE BENITO MUÑOZ, A., SOMBRERO SACRISTÁN, A. “Evolución de compactación del suelo en laboreo de conservación en un experimento de larga duración”. Actas Congreso Internacional sobre Agricultura de Conservación. Córdoba. Noviembre 2005.
- GIL RIBES, J., PEREA TORRES, F. “Mecanización de la Agricultura de Conservación: comparación de consumos de gasóleo y tiempos de trabajo”. Congreso Internacional sobre Agricultura de Conservación. Noviembre 2005.
- HERNÁNDEZ MARTOS, J. L. “Agricultura de Conservación: Una revisión a la rentabilidad energética”. Actas Congreso Internacional sobre Agricultura de Conservación. Córdoba. Noviembre 2005.
- IDAE. Documento nº 1: “Ahorro de Combustible en el Tractor Agrícola” de la serie “Ahorro y Eficiencia Energética en la Agricultura”. Abril 2005.

- MÁRQUEZ DELGADO, L. “*El consumo de combustible en condiciones reales de campo*”. Agrotécnica. Noviembre 2004.
- MÁRQUEZ DELGADO, L. “*Ahorrar combustible con la utilización racional de los tractores*”. Samatec. Diciembre 2004.
- ORTIZ-CAÑAVATE, J. “*Tractores, Técnica y Seguridad*”. 2005.
- PÉREZ DE CIRIZA GAINZA, J. J. “*Datos de ensayos realizados en Navarra durante 15 años*”. Actas II Encuentros Mediterráneos sobre Siembra Directa. Túnez. Enero 2004.
- PÉREZ DE CIRIZA GAINZA, J. J. “*Experiencias y resultados sobre sistemas de laboreo en Navarra*”. Jornada sobre Agricultura de Conservación UPNA. Noviembre 2003.
- TAPIA, A. “*La necesaria innovación agraria*”. Actas Congreso Internacional sobre Agricultura de Conservación. Córdoba. Noviembre 2005.



Títulos publicados de la serie
*Ahorro y Eficiencia Energética
en la Agricultura:*

Nº Especial: *Consumos Energéticos en las Operaciones Agrícolas en España.* 2005

Tríptico promocional: *Medidas de Ahorro y Eficiencia Energética en la Agricultura.* 2005

Nº 1: *Ahorro de Combustible en el Tractor Agrícola.* 2005

Nº 2: *Ahorro y Eficiencia Energética en Agricultura de Regadío.* 2005

Nº 3: *Ahorro y Eficiencia Energética en Instalaciones Ganaderas.* 2005

Nº 4: *Ahorro, Eficiencia Energética y Sistemas de Laboreo Agrícola.* 2006



c/ Madera 8, 28004 - Madrid
Tel: 91 456 49 00 Fax: 91 523 04 14
comunicacion@idae.es
www.idae.es



P.V.P.: 6 € (IVA incluido)