

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE INGENIERIA



El Laboreo de los Suelos Agrícolas

Por:

**PEDRO RIVERA GARAY**

MONOGRAFIA

*Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:*

**INGENIERO AGRONOMO EN MAQUINARIA AGRÍCOLA**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Marzo de 1998

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISION DE INGENIERIA**

**DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA**

El Laboreo de los Suelos Agrícolas

**MONOGRAFIA**

Que somete a consideración del H. Jurado Examinador, como requisito parcial para

obtener él Titulo de:

**INGENIERO AGRONOMO EN MAQUINARIA AGRÍCOLA**

Que Presenta:

**PEDRO RIVERA GARAY**

APROBADA

---

Ing. Ramiro Luna Montoya

Asesor Principal

---

Ing. Rosendo González Garza

Coasesor

Ing. Sergio Martínez Medellín

Coasesor

---

Ing. J. Francisco Martínez Avalos

Coordinador de la División de Ingeniería.

Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. Marzo 1998.

## AGRADECIMIENTOS

A DIOS POR HABERME PERMITIDO LLEGAR A CULMINAR UNA META MAS EN MI VIDA.

AL DR. AGUINALDO GARCIA SANTOS POR SUS VALIOSOS CONSEJOS Y GRAN AMISTAD QUE ME BRINDO EN TODA MI CARRERA.

AL ING. RAMIRO LUNA MONTOYA POR SU TIEMPO DEDICADO PARA QUE EL PRESENTE TRABAJO LOGRARA LAS METAS PROPUESTAS, ASI COMO TODA SU DISPONIBILIDAD PARA LA REALIZACION DEL MISMO.

A LOS ING. ROSENDO GONZALEZ GARZA Y AL ING. SERGIO MARTINEZ MEDELLIN POR SU VALIOSA APORTACION, HECHOS AL TRABAJO SIN LA CUAL NO HUBIERA SIDO POSIBLE LA CULMINACION DE ESTE TRABAJO.

AL ING. JESUS RODOLFO VALENZUELA GARCIA POR TODAS LAS FACILIDADES OTORGADAS PARA LA REALIZACION DEL PRESENTE TRABAJO.

UN AGRADECIMIENTO MUY ESPECIAL A UNA PERSONA QUE FUE FACTOR DETERMINANTE Y ESTIMULATIVO PARA LA CONCLUSION DE MI CARRERA A NELLYBETH RODRIGUEZ M. CON CARIÑO Y AMOR MIL GRACIAS.

A TODOS MIS AMIGOS CON LOS QUE CONVIVI DENTRO Y FUERA DE LA UNIVERSIDAD DURANTE TODA LA CARRERA, POR CONTAR ALGUNOS NESTOR (+), OMAR L., PABLO Ñ., ALEXIS C., MARCO ANTONIO H., MARTIN I. A MIS AMIGAS MARIA ELENA ARLENNE. , ANGELICA D., CRISTELA A., NERI MARISOL V.

## DEDICATORIAS

### **A MIS PADRES:**

Sra. BRAULIA GARAY NABOR.

Sr. PEDRO RIVERA HERNÁNDEZ.

CON TODO MI CARIÑO, AMOR Y RESPETO POR HABERME DADO LA VIDA Y SOBRE TODO POR SU GRAN APOYO QUE ME BRINDARON EN TODO MOMENTO COMO TAMBIEN SU GRAN EDUCACION HACIA MÍ, CON LO CUAL LOGRARON GUIARME POR EL CAMINO HACIA LA SUPERACION Y POR DARMEN LA HERENCIA QUE JAMAS PUDE SER HEREDADA; A USTEDES MIL GRACIAS.

### **A MIS HERMANOS:**

MARISELA.

Ma. DEL CARMEN.

Ma. DOLORES.

JOSE LUIS.

ANGEL.

Ma. GUADALUPE.

Ma. DE LAS NIEVES.

ALMA SUSANA.

DULCE ROSARIO.

DIEGO ALFREDO.

QUIENES AL IGUAL QUE MIS PADRES ME BRINDARON SIEMPRE SU AMOR Y CARIÑO, SOBRE TODO CONFIANZA QUE ME ALENTO EN LOS MOMENTOS MÁS DIFICILES PARA LLEGAR AL FINAL Y LOGRAR UNA DE MIS METAS.

## ÍNDICE GENERAL

	Paginas
Agradecimientos.....	i
Dedicatorias.....	ii
Índice general.....	iii
Índice de Cuadros.....	iv
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES HISTORICOS.....	3
JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	6
OBJETIVOS.....	9
REVISIÓN DE LITERATURA.....	10
Importancia del Laboreo de los Suelos. ....	10
Instrumentos Para Realizar las Labores. ....	12
Distintos Tipos de Laboreo.....	13
Labores de Puesta en Cultivo.....	14
Labores Preparatorias.....	16
Inconvenientes.....	20
Profundidad de las Labores.....	23
Epoca de Realización.....	29
Desfonde.....	32
Labores de Renuevo.....	34
Barbecho.....	35

Gradeo o Rastrilleo.....	38
Otras Labores Complementarias.....	42
Labores de Cultivo.....	43
Nuevas Técnicas de Laboreo.....	48
Laboreo Mínimo.....	49
Métodos de Laboreo Mínimo.....	51
Labranza Mínima en México.....	56
Causas de la Poca Difusión del Laboreo Mínimo.....	61
Conclusión.....	63
Laboreo Cero.....	63
Introducción.....	63
Definiciones.....	67
Generalidades.....	68
El Laboreo cero en algunos Estados de México. ....	71
Métodos de no Laboreo.....	80
Ventajas y Desventajas de este Método.....	81
RECOMENDACIONES.....	83
CONCLUSIONES.....	85
BIBLIOGRAFIA.....	88

## ÍNDICE DE CUADROS

Paginas

- 1 .- La tabla numero; (1). Este cuadro nos muestra las labores preparatorias clasificadas anteriormente, según una antigua convención proveniente de otros tiempos pasados.....23
- 2 .- La tabla numero; (2). Este cuadro nos muestra las profundidades de laboreo que se utilizan en la actualidad.....24
- 3 .- La tabla numero; (3). Esta tabla nos muestra el rendimiento de maíz sin labranza vs labranza convencional en varios suelos en Kentucky. (E.S.A.).....69

## INTRODUCCIÓN

En sus condiciones naturales primitivas, el suelo rinde múltiples productos vegetales, pero evidentemente, sin ningún orden comercialmente aprovechable.

El hombre ha descubierto, en el transcurso de los siglos, que aplicando una serie de métodos puede conseguir transformar las condiciones del suelo y adaptarlo para que en él crezcan las diversas especies vegetales en la forma que sea más aprovechable.

De estas técnicas agrícolas, una de las principales es la que se conoce como **laboreo**, que es el conjunto de manipulaciones mecánicas del suelo realizadas con el fin de obtener las condiciones más favorables para acoger al cultivo. La producción vegetal es mucho mejor en un terreno labrado. El laboreo del suelo se convierte así en base indispensable de la producción agrícola, pudiendo considerarla la acción previa a cualquier actividad agrícola, propiamente dicha.

Los suelos agrícolas no sólo constituyen el soporte y fuente de alimentación de las plantas de cultivos. Si no que además son objeto de una serie de acciones por parte de los vehículos y máquinas agrícolas. De cara a su mejor utilización, los diseñadores y usuarios han de conocer la respuesta del suelo a todo tipo de operación mecánica en la que esta implicado.



La mala utilización del terreno de laboreo así como los equipos mecánicos tienen una incidencia negativa en el crecimiento y desarrollo del cultivo, consumo de energía, facilidad de erosión y otra serie de factores no menos importantes.

Mediante el laboreo se pretende crear, reconstruir o mantener en el suelo las mejores condiciones de habitabilidad para las plantas cultivadas, modificando una o más de sus propiedades.

## ANTECEDENTES HISTORICOS

La agricultura surge cuando el hombre primitivo descubre que podía sembrar, hacer crecer las semillas y después recolectar frutos. Esta fue una de las grandes revoluciones en la historia de la humanidad; sin embargo en los siguientes milenios las técnicas agrícolas progresaron muy lentamente. Es a partir del siglo XIX, y sobre todo en nuestra época, cuando dichas técnicas han evolucionado en forma espectacular, lo que a provocado un constante aumento en la producción.

En la década de los treinta, un agricultor de Europa o de América cosechaba de 3 a 4 toneladas de trigo por hectárea de tierra cultivada; en aquel entonces se consideraba que obtener 5 toneladas por hectárea era una verdadera marca. Actualmente, las cosechas de trigo alcanzan, según los años y las regiones, entre 5 y 8 toneladas y una verdadera marca se aproxima a las 10 toneladas.

Este gran adelanto, registrado también en muchos otros cultivos, se debe a los factores: En primer lugar, se ha hecho más común el uso de maquinaria agrícola, cada vez más perfeccionada. En muchas partes del mundo, el tractor ha reemplazado al arado tirado por bueyes o caballos. La maquinaria agrícola ayuda también a que el trabajo se haga más rápido; por ejemplo, una segadora trilladora realiza en un día la labor que antes requería de varias decenas de hombres, para hacerse en el mismo tiempo.

Pero la maquinaria no sería útil si no trabajara en tierras productoras de abundantes cosechas; para ello, se precisan dos condiciones el conocimiento de la naturaleza del suelo que se va a cultivar, y la elección del tipo de laboreo y método de

labranza que se va a implementar. Estos son los otros dos factores que contribuyen al progreso de la agricultura.

No todas las tierras son propicias para los mismos cultivos. Por ejemplo aquellas que tienen más de un 40% de arcilla, retienen la humedad; en tiempo de lluvia, se adhieren a los instrumentos de labranza y cuando hay sequía se agrietan. Estas tierras no son convenientes para el cultivo de cereales pero constituyen, en cambio, grandes praderas adecuadas para la ganadería.

Cuando un agricultor moderno desea conocer la calidad de su tierra, recurre a técnicos agrónomos para que la analicen. Ellos le aconsejan sobre la manera más eficaz de enriquecer su suelo: Ya sea modificando su composición mediante abono, o bien aplicándole ciertos fertilizantes.

En efecto, en cada cosecha los cultivos extraen los elementos nutritivos del suelo y principalmente el nitrógeno, componente indispensable para su crecimiento. Es necesario entonces, restituir periódicamente a la tierra el nitrógeno que pierde, para conservar su fertilidad.

Ciertas plantas como las leguminosas, (alfalfa, garbanzo, soya ), tienen bacterias que en combinación con las raíces, son capaces de formar (fijar) el nitrógeno del aire, de tal suerte que estas plantas enriquecen el suelo en vez de empobrecerlo. Pero en el caso de los otros cultivos, el nitrógeno debe ser restituido por medio de fertilizantes.

El más conocido y el mejor de los fertilizantes nitrogenados es el estiércol del establo, formado por desechos animales y diversas materias vegetales utilizadas como lecho por las bestias. El estiércol puede ser sustituido por fertilizantes químicos, lo cual

también aportan a los suelos, elementos enriquecedores necesarios: potasio, calcio, y ácido fosfórico.

Sin embargo, no basta con disponer del suelo bien adaptado al cultivo deseado: también se requiere que la preparación del suelo sea de buena calidad como también el tipo de laboreo.

## JUSTIFICACIÓN SOCIAL

En todo el mundo el uso agrícola de la tierra está causando graves pérdidas de suelo. Es muy probable, que la raza humana no pueda alimentar una población creciente, si la pérdida de suelos fértiles por el uso agrícola continúe así. Las causas para el uso inadecuado de la tierra son múltiples. En muchos países en desarrollo el hambre obliga a la gente pobre a cultivar áreas, que no son aptas para agricultura o que solo con esfuerzos muy grandes y costosos, como la construcción de terrazas puede ser convertidos en áreas para uso agrícola.

Sin embargo, los daños más graves, porque en mayor escala, se hacen en las grandes extensiones de la agricultura mecanizada. Como ejemplo pueden servir los Estados Unidos de América, que en los años 30 perdieron vastas áreas de tierras fértiles por erosión eólica. Hoy en día los mismos errores en la agricultura causan todavía enormes pérdidas de suelo en todo el mundo.

La erosión se transformó en una amenaza directa al agricultor. Se desarrollaron sistemas y prácticas para controlar la erosión con el fin de conservar el suelo, es decir, de evitar, que el suelo se moviera de un lugar a otro. Evidencias de ésta idea de conservación de suelo con respecto a la erosión hídrica eran cultivos en curva a nivel, camellones o zanjas, también en curva de nivel para evitar, que el agua corriera hacia abajo de pendientes. Se hizo grandes esfuerzos para construir terrazas. Además se recomendó de no dejar la superficie del suelo cubierto, dejar rastrojos o alguna capa de mulch en la superficie, para frenar tanto la energía cinética del viento como del agua. En

suma, se hizo muchos esfuerzos para evitar mecánicamente, que las fuerzas del viento y del agua movieran el suelo.

Con todo esto no se tomó en cuenta, que la erosión no es la causa del problema pérdida de suelo, sino una consecuencia de la forma, como la agricultura, sobre todo la mecanizada, esta tratando a los suelos agrícolas. Como ejemplo puede servir el occidente de Nicaragua. Esta zona con los suelos más fértiles del país siempre ha sido intensivamente cultivado. Desde los últimos 40 años se convirtió en zona aldonera. Con la cultivación, que hasta hoy en día se hace exclusivamente con gradas de discos, aumentaron los problemas de erosión. La solución al problema fueron terrazas, que se construyó siguiendo estrictamente las curvas de nivel. Las terrazas tienen formas irregulares y algunos eran tan pequeños, que un tractor apenas las podía cultivar. Estas terrazas se cultivaron los últimos 20 o 30 años en la misma forma como antes: Con implementos de discos. Para agravar la situación, los tractores tenían que hacer más vueltas en las terrazas debido a las formas irregulares de las mismas. Como consecuencia, todos los suelos del occidente de Nicaragua están hoy en día degradados y compactados. Pero lo que es muy grave, la compactación no permitía la infiltración del agua (Kayombo y Lal. 1994).

Este se está sacando con canales de desagüe, para evitar estancamiento en las terrazas. La consecuencia no sólo son enormes cárcavas, que atraviesan la zona, sino también una rápida bajada del nivel freático.

Esto demuestra, que la pérdida de suelo por erosión es solo una parte del problema. La pérdida de agua, que no llega a infiltrar suficientemente en los suelos agrícolas a largo plazo puede causar problemas aún más graves.

Como consecuencia de esto. Tenemos que cambiar drásticamente nuestra forma de laborar el suelo. La erosión y la pérdida de agua no se combate con medidas de control mecánico, si no que, se combate con una estructura viva y estable del suelo. Solo esto permite, que el agua de lluvia no comience a correr en la superficie, sino infiltre lo más completo posible.

## OBJETIVOS

Recopilar información sobre las diversas labores que se realizan en los suelos agrícolas; Como son:

- a).- El laboreo Tradicional.
- b).- El laboreo Mínimo.
- c).- El laboreo Cero.

Obtener información sobre las técnicas de laboreo aplicadas en la actualidad, como resultado del alto índice de suelos erosionados.

Como resultado de la investigación que se realice en los tres incisos anteriores, Sé tratar de describir las ventajas y desventajas de los métodos de laboreo que se investiguen.

Como resultado de la investigación que se realice se tratara de sacar una conclusión y se darán algunas recomendaciones para mejorar la eficiencia en el campo y tratar de perjudicar al suelo lo menos posible.



## REVISIÓN DE LITERATURA

### IMPORTANCIA DEL LABOREO DE LOS SUELOS

Cuando un suelo soporta un cultivo durante un cierto tiempo su estructura grumosa se pierde. Se vuelve compacto como consecuencia del impacto producido por agua de lluvia, de la acción desflojante del agua de riego, de algunos abonos y de la compactación producida al pisar el suelo el hombre, los animales y las máquinas.

Un suelo compacto, con disminución de la macroporosidad e incluso ausencia, no es el hábitat apropiado para recibir una semilla, base del nuevo cultivo, ni para permitir el crecimiento de un buen aparato radicular.

Por estas causas es necesaria la reconstrucción periódica de la estructura, y el mejor medio para realizarlo es mediante las labores agrícolas. Ahora bien, debemos tener en cuenta que este método no es el único, sino que debe combinarse con otro como por ejemplo los agentes atmosféricos, para que la reconstrucción de la estructura sea perfecta.

Mediante la acción mecánica nunca o casi nunca se consiguen grumos de medidas ideales (1-5 mm), (De diámetro). Pero si primero se rotura mecánicamente y después se exponen a los agentes atmosféricos, especialmente mediante los procesos de hielo - deshielo o inundación - desecación. Se convierten los grandes grumos en una capa superficial mullida.

Además, mediante las labores aumenta la superficie del suelo expuesta a los agentes atmosféricos y se facilita su acción.

Las labores favorecen el intercambio de gases entre el suelo y la atmósfera libre, de modo que las capas profundas, deficientes en oxígeno, puedan oxigenarse.

La infiltración del agua en el suelo también es favorecida por las labores agrícolas. Trabajando el suelo se reduce el fenómeno de escorrentía, se evita que el agua se encharque en la superficie y se crean reservas de agua en las partes profundas del perfil.

Una capa superficial grumosa se seca antes que una compacta; de este modo se reduce la evaporación de las capas profundas húmedas. Así el laboreo reduce indirectamente las pérdidas de agua por evaporación. También elimina la vegetación adventicia que aumenta la evapotranspiración, compete con las plantas cultivadas.

Todos los abonos, excepto los nitrogenados, para manifestar su efecto tienen que incorporarse en la masa arable porque actúan muy lentamente. Este resultado se obtiene distribuyendo los abonos antes de las labores y enterrándolos.

Con las labores profundas se aumenta también el espesor del suelo. Las labores tienen un importante papel en la lucha contra los parásitos, ya que muchos animales quedan enterrados y otros quedan al descubierto sin protección y mueren.

Las características de cada suelo son distintas, así como los climas a que están sometidos los diversos cultivos. En consecuencia el tratamiento a que deben ser sometidos los suelos, concretamente el laboreo, debe adaptarse a cada caso concreto. Por ello existen múltiples instrumentos y sistemas para llevar a cabo todos estos fines.

Bajo este concepto la mejor forma de labranza mecanizada es, no hacer ninguna. Sin embargo, los conceptos de la cero labranza no funcionan en todos los casos. La agricultura significa una intervención en los procesos naturales y por lo tanto tenemos que aceptar, que en algunos casos determinados tenemos que intervenir y corregir. Hasta en la cero labranza se hace una labranza de tal forma que el tráfico en el campo para sembrar, controlar plagas y cosechar. **Tráfico** significa compactación y es una forma de laboreo.

Cada vez, que ocurriera un problema, que requiere una intervención. Que tipo de laboreo se requiere uno se debe preguntar, cual es el problema y como se puede controlar de tal forma que afecte menos al suelo.

## **INSTRUMENTOS PARA REALIZAR LAS LABORES**

Las labores del suelo se efectúan con instrumentos adaptados especialmente para cada función. Así, hay instrumentos volteadores, que mezclan las capas del suelo; instrumentos cortantes, que realizan la disgregación del suelo, pero sin invertir el orden de los estratos. Existen instrumentos mezcladores, y otros especiales y mixtos. En el laboreo podemos distinguir básicamente 6 operaciones: Mezclar, Roturar, Desmenuzar, Voltar, Pulverizar, Compactar. Además tenemos algunas otras operaciones agrícolas, que tienen un efecto directo en el suelo, tales como:

- Control mecánico de malezas.
- Formación de la superficie, camellones, hilerados.

- Cosecha de productos subterráneos- papa, remolacha, maní etc. (Larson, W.E., A. Eynard, 1994.)

Cada implemento de labranza tiene un espacio específico de operaciones, que realizar. El conocimiento de esto y la disponibilidad del equipo adecuado permitirán limitar la intervención al mínimo necesario. Algunas operaciones del segundo grupo no se pueden evitar. Pero la mayoría de las operaciones del primer grupo no son necesarios para la agricultura; esto es especialmente válido para la operación de voltear que significa al mismo tiempo la intervención más drástica en el suelo. (A. Eynard, A. Hadas and J. Lipiec. 1994).

La tracción de estos instrumentos puede ser humano, animal o motora. Hoy en día, los motores mecánicos han desplazado prácticamente a las otras dos formas de tracción.

## **DISTINTOS TIPOS DE LABORES**

Según la sucesión y características, las labores pueden clasificarse, en: labores de puesta en cultivo, labores preparatorias y labores de cultivo o consecutivas.

**Las labores de puesta en cultivo:** Son las que son realizadas cuando va a implantarse por primera vez un cultivo en el suelo en su estado natural.

**Las labores de puesta en cultivo:** Son las que se realizan para mejorar las características del suelo antes de acoger un cultivo. Se hacen en el intervalo de tiempo que transcurre entre la recolección de un cultivo y la siembra del siguiente: Se dividen en: **preparatorias** propiamente dichas, que disgregan el suelo y se realizan con arado;

**preliminares**, que se realizan algunas veces antes de las preparatorias propiamente dichas; y complementarias, que perfeccionan las anteriores.

**Las labores de cultivo:** Tienen lugar después de la siembra y durante el desarrollo del cultivo. Su misión es la de luchar contra las malas hierbas, reducir la evaporación.

## LABORES DE PUESTA EN CULTIVO

Cuando un terreno se encuentra en su estado natural, por no haber sido nunca cultivado o por que hace mucho tiempo que se abandonó su cultivo suele estar cubierto de plantas que han crecido espontáneamente, herbáceas, arbustivas o arbóreas. Para transformar este terreno “virgen” en terreno “cultivable”, puede ser necesario recurrir a operaciones extraordinarias para suprimir los obstáculos que se oponen al normal desarrollo de la actividad agraria.

Estos obstáculos comprenden la vegetación espontanea, las piedras, las rocas etc. que se encuentran normalmente en las praderas, matorrales y bosques. Estos terrenos deben ser sometidos a la operación de **roturación** que, en sentido estricto, es la primera labor que se realiza en un suelo inculto.

En el suelo natural abundan las piedras que además de tener unas características fisicoquímicas no adecuadas para la agricultura, impiden el uso normal de los instrumentos agrícolas y disminuye la superficie cultivable, por ello debe someterse el suelo a la operación de despedregado. Antiguamente, el despedregado se realizaba manualmente, con la siguiente lentitud; en la actualidad, todas las operaciones han sido mecanizadas. Deben extraerse las piedras a todos los niveles, tanto las situadas en la

superficie como las enterradas profundamente para extraer estas últimas deben usarse los escarificadores (**rippers**), que tienen unos potentes brazos de acero inclinados hacia abajo y adelante con la extremidad puntiaguda y recambiable. Posteriormente, se separan las piedras del suelo con los rastrillos recoge piedras, cuyos dientes curvos y robustos se regulan para que actúen a distintas alturas sobre la superficie del suelo.

La vegetación natural que impide el cultivo del terreno puede ser de muy distinta magnitud, desde las etapas matorrales y brazales, hasta los bosques; pero incluso en el caso de prados y pastos naturales, es necesario efectuar una roturación previa al cultivo. Naturalmente, en este último caso, la operación es fácil y se limita al enterramiento de la cubierta herbácea. En otros casos, será necesario recurrir a la extirpación o quema. La extirpación se efectúa con maquinaria especial, similar a los rastrillos recoge piedras.

Hoy en día se utiliza el bulldozer para deforestar. Trabajan por medio de una lámina frontal, en dirección perpendicular o diagonal al sentido de la marcha. Los tocones que hayan quedado en un bosque talado son extirpados también con máquinas especiales.

En algunas ocasiones debe recurrirse a la extirpación, es decir el aplanamiento del terreno. Esto es necesario en caso de fuertes ondulaciones, tal como sucede frecuentemente en zonas costeras y dunosas.

**La roturación:** Propiamente dicha es la labor que finalizará la puesta a punto para el cultivo de un terreno. La modalidad de este trabajo debe adaptarse al ambiente y al tipo de cultivo que se quiere introducir. La profundidad de la roturación, por ejemplo, debe ser la adecuada a las raíces de las plantas que se pretende cultivar. Así, si se quiere

implantar cultivos herbáceos, la profundidad será de 50 o 60 cm, mucho menor que la que sería necesaria si se quisiera cultivar plantas arbóreas.

No se puede caer en el error de pretender roturar indiscriminadamente cualquier tipo de terreno inculto. La tendencia actual está orientada al retorno de la vegetación natural en todas aquellas zonas de altas montañas que anteriormente, por malas orientaciones económicas, habían sido roturadas para ser destinadas al cultivo de cereales, viendo posteriormente, cómo, en poco tiempo, se agotaba la fertilidad acumulada por el bosque o el pasto, y sufrían los efectos de los agentes meteorológicos, de la erosión y del lavado de los suelos.

## **LABORES PREPARATORIAS**

Los trabajos preparatorios a la siembra no siempre se efectúan, pero a menudo son aconsejables, para que la ejecución de las sucesivas labores culturales sean menos fatigosas o mejor hechas, para que el resultado final contemple mejor las expectativas del agricultor.

A menudo, el arrancamiento de los rastrojos con gradas de discos o con cultivadores evitan la excesiva desecación y endurecimiento del suelo arcilloso y se facilita, de este modo la labor de arada. En el caso en que sobre el terreno a preparar haya crecido vegetación abundante que pudiera estorbar a la labor principal, puede ser útil efectuar previamente una extirpación. Así mismo, ciertos residuos orgánicos gruesos, como la paja, tallos de maíz, o del tabaco, sarmientos de vid etc. Son un

obstáculo para la ejecución de la labor principal, por lo que en general resulta muy conveniente proceder a su trituración con maquinas especiales.

Cuando la configuración topográfica del terreno a cultivar sea muy irregular, antes de la labor principal es aconsejable proceder a su **nivelación** con la maquinaria adecuada.

**La nivelación:** Esta labor consiste en nivelar o emparejar la superficie del terreno; se debe de realizar antes de la siembra. Sirve para eliminar pequeñas elevaciones del suelo y tapar los hoyos del terreno. No se trata de grandes acarreos de tierra, sino de obtener un suelo plano y uniforme que permita una buena distribución de la semilla y sobre todo del agua de riego, además permite obtener un desarrollo uniforme de las plantas y evitar los encharcamientos. Se puede hacer con niveladora, cuadro, riel o tablón. En cualquiera de los casos se deberá tomar en consideración la profundidad del terreno para evitar acarreos excesivos de tierra. (Soto, Molina, 1983).

Una técnica de laboreo aún poco conocida es la que consiste en efectuar un corte del terreno medianamente profundo, seguido de un arado a media profundidad que, de este modo, requiere de un esfuerzo muy limitado y da lugar a una formación de terrones muy reducidos. Esta se configura como una típica labor preliminar.

**La labor de arada** es la operación fundamental en la preparación del terreno, y de ella depende en gran medida el éxito de la cosecha.

En el suelo sometido a la acción del arado se encuentran los siguientes elementos: La **pared** vertical cortada por la vertedera, la **banda** o prisma, formada por la tierra; el **surco**, parte vacía producida por el volteamiento de la banda de tierra; la



**zapata**, correspondiente al fondo del surco por donde se ha deslizado el arado, ejerciendo éste una considerable presión.

La labor básica de arada puede ser efectuada de tres maneras distintas: Alomado, Hendiendo y Nivel o llana.

Para efectuar la labor de arada de alguna de las dos primeras formas, disponiendo de un arado ordinario que voltee a la tierra de un solo lado, si se quiere evitar volver “de vacío”, es necesario tener abierto dos surcos distintos, para la ida y la vuelta. En un campo rectangular, para labrar **alomado**, se abre el primer surco a lo largo del eje longitudinal del campo, procediendo después hacia los lados, de tal forma que las paredes verticales de los dos surcos abiertos se contraponen. La banda se vuelve hacia el centro del campo, de manera que, al final, queden dos surcos abiertos a los lados del campo. Con aradas sucesivas efectuadas en esta forma, aumenta la convexidad del campo arado.

Si por el contrario, la labor se inicia a los lados del campo, desplazándose hacia el centro, quedará abierto un doble surco, se trata de la arada **hendiendo**, con un resultado opuesto al anterior respecto a la configuración superficial del terreno.

La labor de arada a **nivel** se consigue volteando la banda siempre del mismo lado, conservando el terreno el perfil original. Esto se hace con un arado ordinario, haciendo “de vacío” el viaje de vuelta, o bien con arados dobles o reversibles, que trabajan en los dos sentidos de marcha.

De entre los factores que influyen en la elección del sistema de arada que se practique, se pueden destacar por su importancia: la naturaleza y exposición del suelo, su avenamiento y el régimen de lluvia. Donde no existe una ordenación intensiva y las

parcelas son de gran superficie y de forma irregular, puede ser útil el sistema **felleberg**, que consiste en abrir con el arado un surco continuo en espiral, partiendo del perímetro del terreno y avanzado hacia el centro, o viceversa.

En terrenos inclinados, se puede hacer la labor de arada de dos formas: Vertical es decir, siguiendo las líneas de máxima pendiente. O bien a través, de seguir las curvas a nivel.

En la arada vertical, la marcha en descenso es fácil, pero el retorno en subida es difícil, y por encima de ciertos límites de pendientes, es imposible, tanto por el esfuerzo necesario como por el peligro de que vuelque el tractor. Por este sistema, la eliminación del agua sobrante es muy fácil, tanto si esta en la superficie, como en el fondo de los surcos, pero comparte también el peligro de erosión. La estabilidad del tractor es la máxima posible, por lo cual en los terrenos con una cierta pendiente, el sistema de arada en vertical está resultando ser el único aceptable.

La arada a través de las curvas a nivel minimiza el escurrimiento de agua, porque los surcos siguen la marcha de las líneas de nivel. Pero la realización de la labor de arado en estas condiciones tienen numerosos inconvenientes: Debe ser hecha siempre volteando hacia abajo, ya que si se hace hacia arriba hay el peligro de que la tierra volteada vuelva a caer de nuevo dentro del surco, y existe el peligro de vuelco, especialmente si el tractor es de ruedas y si las dos ruedas que circulan más abajo lo hacen por dentro del surco.

Realmente, hoy en día es difícil encontrar tractoristas que quieran arar a través de un terreno de fuerte pendiente.

## INCONVENIENTES

**El trabajo de arada**, aunque permite conseguir gran parte de los objetivos que debe tener el laboreo, no puede ser considerado perfecto, debiendo lamentar ciertos inconvenientes, que se hacen más evidentes cuando más profundo es el trabajo.

En primer lugar, puede producirse un **aterronamiento excesivo**: La disgregación de la masa terrosa no es uniforme, y a menudo, cuando el terreno es arcilloso y seco, se forman gruesos terrones. Este aterronamiento no es desfavorable cuando la labor de arado es muy anterior a la siembra. Por el contrario, el aterronamiento grueso constituye un grave problema cuando se debe sembrar poco después de la arada, ya que entonces se hace necesario efectuar otras labores, que son costosas y que además no siempre consiguen disgregar suficientemente todo el espesor de la capa de tierra arada. Estos inconvenientes del excesivo aterronamiento eran muy poco valorados hasta hace pocos decenios. Efectivamente, en el pasado, cuando la fuerza era suministrada exclusivamente por los animales, cuya potencia es limitada, la profundidad de la labor era mucho menor: Para cultivar el trigo se labraba a unos 15-20 cm. Por ejemplo. En estas condiciones, por el poco espesor de la capa de tierra removida. Además, debido también a la limitación de la potencia disponible, era obligado labrear el suelo en “**Tempero**”. O en la justa humedad o próxima a él con lo cual el esfuerzo de tracción es mínimo, y la disgregación de la capa labrada es máxima.

En los últimos tiempos, el laboreo ha tomado una nueva orientación. Al disponer de motores mecánicos de potencia prácticamente ilimitada. Esto ha hecho posible el

laboreo de suelos muy secos, muy lejos de estar en “**Tempero**”, y la profundización del surco, con un notable aumento del aterronamiento.

Puede aparecer, también, una **compactación del suelo** (Formación de la “Zapata”), causada por la reja y el talón del arado que, arrastrándose sobre el fondo del surco cuando carga todo el peso del arado y de la tierra que ésta removiendo, ejerce sobre este fondo una alta presión, comprimiéndolo y provocando la formación de un estrato muy compacto, que limita, en ocasiones de forma muy importante, la penetración del agua, del aire y de las raíces de las plantas hacia las zonas más profundas, Esto da lugar a un acumulo de agua sobre este estrato muy compacto, que limita, en ocasiones de forma muy importante, la penetración del agua, del aire y de las raíces de las plantas hacia las zonas más profundas, Esto da lugar. A un acumulo de agua sobre este estrato compacto, que se desliza hacia las zanjas laterales del campo gracias a la convexidad del terreno, en caso de que se haya arado por el sistema de **alomado**, facilitando por lo tanto el drenaje.

**La inversión de las capas del suelo.** Han sido siempre consideradas favorables para profundidades reducidas por que, según; (Williams, 1989), los estratos superficiales que han perdido su estructura grumosa son sustituidos por aquellos inferiores, que se han beneficiado del positivo efecto restaurador de la estructura que facilitan las raíces, con el consiguiente mejoramiento de todo el perfil. Por otra parte, se realiza un profundo enterramiento de los abonos, de la sustancia orgánica y de las hierbas infestantes sin embargo, aumentando, la profundidad de la labor de arado, se han observado una serie de inconvenientes de cierto relieve: Se llevan a la superficie estratos inferiores que pueden ser inmóviles, anómalos y muy pobres; la flora microbiana previamente

desarrollada cerca de la superficie es llevada a zonas profundas, donde las condiciones de aireación no son las óptimas para su supervivencia.

Respecto al **enterramiento de los abonos y de las sustancias orgánicas**, debe tenerse presente que un instrumento volteador como es el arado no siempre puede asegurar una mezcla íntima de los abonos con toda la masa del suelo. Lo que puede conseguirse mediante este instrumento es la localización de los abonos en el fondo del surco (En el caso de volteamiento completo de la banda o bien a lo largo de estratos inclinados correspondientes a los planos de posición de las sucesivas bandas).

Esta localización puede considerarse ventajosa para los abonos minerales, porque crea una zona de máxima concentración en los fenómenos de fijación y de insolubilización de los iones por parte del terreno son atenuados.

En cambio, en el caso del estiércol y del abono vegetal, puede presentar ciertos inconvenientes: Un clima frío y húmedo, la acumulación de sustancia orgánica mal descompuesta puede provocar durante la estación húmeda, un ambiente reductor, asfixiante Para las raíces, y en el periodo seco representa un obstáculo que se opone a su expansión y profundización.

A todos estos inconvenientes de naturaleza agronómica, debido a la gruesa unión terreno tractor representada por el arado, que determinando una baja adherencia, limita notablemente la utilización de la fuerza de tracción.

La constatación de todos estos defectos ha estimulado la investigación en busca de una máquina de laboreo perfecta, que sustituyese al arado. Algunos constructores se han inspirado en el concepto, extremadamente racional, de añadir al arado una serie de dispositivos para remover y disgregar, sin levantar el suelo del fondo del surco de arada

para conseguir las ventajas de arada profunda, pero sin sus relativos inconvenientes. A este grupo pertenece toda la serie de nuevos instrumentos, basados en diversos principios de funcionamiento, como los arados rotativos fresadoras.

Ninguno de los nuevos procedimientos propuestos, a excepción de las fresadoras, se han empleado en la práctica con una difusión y utilización apreciable, por diversos motivos: La desconfianza de los agricultores frente a las innovaciones que se enfrentan a las tradiciones sólidamente enraizadas; escaso interés de los fabricantes en cambiar radicalmente sus ciclos de producción; complejidad y en consecuencia mayor fragilidad y menor duración, de las nuevas máquinas; escasa versatilidad de aplicación ya que los nuevos instrumentos sólo trabajan bien en determinadas condiciones y en determinados tipos de suelos. El arado por el contrario, es simple, sólido, y a pesar de los notables defectos que posee, se adapta mejor que cualquier otro instrumento o a la enorme heterogeneidad de condiciones que caracterizan a la agricultura.

## **PROFUNDIDAD DE LAS LABORES**

Las labores preparatorias eran clasificadas anteriormente, según una antigua convención proveniente de otros tiempos, en esta forma:

<b>SUPERFICIALES</b>	<b>&lt; 15 cm</b>
<b>MEDIAS</b>	<b>15-25 cm</b>
<b>PROFUNDAS</b>	<b>&gt; 25 cm</b>

Recientemente, se ha sentido la necesidad de revisar estos límites, habiendo sido propuesta la siguiente clasificación:

<b>SUPERFICIALES</b>	<b>20 cm</b>
<b>LIGERAS</b>	<b>20-25 cm</b>
<b>MEDIAS</b>	<b>25-40 cm</b>
<b>PROFUNDAS</b>	<b>40-60 cm</b>

Efectivamente, en los últimos lustros, pudiendo disponer de motores de potencia prácticamente ilimitada, se ha ido configurando la tendencia a efectuar las labores preparatorias lo más profundamente posible.

Ha habido siempre un desacuerdo entre los agrónomos sobre la conveniencia técnica del laboreo profundo. Algunos sostienen que los laboreos que sobrepasan los 25-30 cm. de profundidad son inútiles o, en todo caso, no remunerativos, especialmente en climas áridos.

Otros, en cambio sostienen que el laboreo profundo, e incluso profundísimo, es siempre conveniente.

Esta divergencia de opiniones, todas ellas basadas no solo en consideraciones teóricas, sino también sobre resultados experimentales, son justificadas por la diferencia de condiciones climáticas, edáficas y del cultivo en las que han trabajado los distintos

investigadores. Trataremos ahora de examinar cómo y por qué la profundidad del laboreo debe variar en base a cuanto se ha expuesto respecto a los objetivos de las labores preparatorias.

En el suelo removido, las raíces penetran con mucha mayor facilidad que en los que son firmes; las plantas de raíz pivotantes se expanden mejor, en cualquier terreno, pero las raíces débiles tienen la absoluta necesidad de encontrar el terreno suelto. Es lógico que cuanto más profundamente se labra, tanto mayor es la penetrabilidad de las raíces en el suelo y la masa de tierra a disposición de cada una de las plantas. Algunos autores objetan que cerca del 90% en peso de la raíz se distribuye en los primeros 25 cm. de suelo y por ello no vale la pena alcanzar una profundidad mayor para favorecer el desarrollo de la pequeña parte de raíz remanente. Pero también es verdad que la parte más activa de la raíz en la absorción de agua y sales nutritivas no son las raíces gruesas y leñosas, sino las pequeñas raíces periféricas y profundas, ricas en pelos radiculares y escasamente dotadas de potencia perforante, por ello, puede considerarse que la remoción de las raíces proporciona a la planta mejores condiciones nutritivas.

Naturalmente, la profundidad óptima de laboreo varía con la especie cultivada. Las plantas con aparato radicular capaz de un gran desarrollo vertical (Como en el caso de la alfalfa, la remolacha, el algodón etc.) se benefician más del laboreo profundo que las plantas con raíces fasciculadas relativamente superficiales (Como el trigo y Las Gramíneas presentes).

La profundidad del laboreo, además de su influencia sobre el desarrollo de las raíces, tiene importantes repercusiones sobre el balance hídrico del suelo. En un terreno labrado profundamente, el agua penetra y circula más fácilmente hacia capas profundas.



Aquí debe hacerse sin embargo una distinción: Los terrenos ligeros, tanto los que están compactos como los que han sido removidos tienen una elevada permeabilidad y escasa capacidad hídrica; los terrenos pesados, en cambio, tienen una baja capacidad de infiltración y en ellos se obtienen importantes ventajas del laboreo profundo, que la aumentara de manera notable. También debe hacerse otra distinción referente ésta al régimen pluviométrico: hay zonas en los Estados Unidos que tienen suelos arcillosos y limosos en los cuales la experimentación ha demostrado la inutilidad del laboreo profundo. Sin embargo, las condiciones en las cuales se obtuvo en dicho país tuvieron lugar bajo un clima de tipo árido o semiárido, pero con precipitaciones bien distribuidas, ya que (2/3) o más de las mismas se producen en el ciclo estival de la cosecha. Es obvio que en estas condiciones, sería inútil almacenar en el fondo la poca agua disponible, ya que el agua cae sobre los cultivos cuando están ya en condiciones de utilizarla inmediatamente, y sería en cambio perjudicial facilitar la percolación. Por otra parte, si en los climas áridos las lluvias que caen son insuficientes para saturar el poro de un estrato del suelo no muy grande, sería un esfuerzo inútil realizar labores profundas para aumentar la reserva hídrica del terreno.

Las condiciones climáticas mediterráneas, por el contrario, se caracterizan, por una pluviosidad abundante, pero extremadamente irregular, que se concentra predominantemente en la estación de otoño e invierno. Los cultivos que desarrollan su ciclo en el período primavera- verano (maíz, remolacha, etc.). Debido a las escasas lluvias que caen en esta temporada, y por las altas temperaturas que estimulan una mayor transpiración, necesitan importantes cantidades de agua, que cuando el agricultor

no puede suministrar con el riego, debe tratar de almacenarla en el suelo durante el período lluvioso, labrando el terreno mas profundamente.

Las plantas de ciclo Otoño - invierno (trigo, cebada, avena, etc. ) completan su desarrollo en un período lluvioso, por lo que no tienen necesidad de esta gran reserva de agua en el terreno, y no exigen por ello labores muy profundas. Estos cultivos sin embargo, pueden también percibir el efecto beneficioso del laboreo profundo, porque contribuye a sanear los estratos superficiales del terreno de la excesiva imbibición, ya que el agua libre percolante tiende a almacenarse en las capas profundas dejando espacios libres en el área en las capas superficiales.

(Baldoni y Candura. 1991) Efectuaron un experimento que demuestra una mejoría de las cosechas cuando se profundiza en la labor de arado.

Este efecto beneficioso puede explicarse por una serie de factores tales como: el mejor avenamiento (Es decir, mejor encharcamiento), en invierno; menor cantidad de malas hierbas; mejor rebrote vegetativo en la época estival, debido a una mayor disponibilidad hídrica; mejor desarrollo del aparato radicular.

Anteriormente se habían utilizado métodos tales como la alternancia de las labores superficiales ordinarias (realizadas generalmente con una pareja de bueyes y destinadas a los cereales), con labores periódicas más profundas, realizadas cada 2-4 años, en beneficio de aquellos cultivos que por su ciclo biológico y la morfología de su raíz se adaptan mejor a las labores profundas. Estas labores (profundas) se efectúan a unos 30-40 cm. De profundidad, con una pareja de bueyes.

Actualmente, gracias a los potentes motores de que se dispone, no se puede, hacer una clara distinción entre las labores ordinarias y las periódicas. En el caso de los

terrenos arcillosos, es común arar a 30-40 cm. Lo que actualmente se debate en sí puede ser conveniente profundizar hasta 50-60 cm. En las labores preparatorias de los cultivos de escarda.

Sí se pretende profundizar demasiado, aumentan los costos, pero sobre todo es posible que se presenten inconvenientes, que pueden anular las ventajas (como por ejemplo, cuando se llevan a la superficie estratos del subsuelo que son inadecuados, al menos inicialmente, para la germinación de la semilla y el desarrollo de la planta). En estos casos, la sección de profundizar debe tomarse después de una cuidadosa reflexión y un minucioso examen del perfil del suelo y el subsuelo.

Se aconseja adoptar, por lo menos, tres precauciones; **Una profundización progresiva** de la labor de arado, no aumentando más de unos 5 cm. Por año; con ello se consigue que los posibles efectos indeseables que puede parecer lo hagan de una forma paulatina, sin llegar a perjudicar el campo de una forma irreversible o de costosa recuperación. En segundo lugar se aconseja el empleo del **arado repunteador o subsolador**. Finalmente conviene **labrar muy profundamente con un cortador** y voltear con una labor de arado sólo una parte (ésta es la técnica que los ingleses denominan **sub-soiling**.)

La experimentación ha demostrado que para obtener el máximo beneficio del laboreo profundo es necesario cuidar particularmente la fertilización del suelo en profundidad.

## ÉPOCA DE REALIZACIÓN

Se pueden diferenciar las labores preparatorias en otoñales, primaverales y estivales, según la época en que se realicen.

Las labores preparatorias deben ser hechas, evidentemente, en el intervalo de tiempo que transcurre entre la cosecha de un cultivo y la siembra del siguiente. Si este intervalo es breve, el agricultor no tiene ninguna posibilidad de escoger la época, por que está obligado a labrar en este corto periodo de tiempo. Pero si, al contrario, el intervalo es largo, tiene amplias posibilidades de escoger el mejor momento para realizar las labores.

Intervalos breves separan, por ejemplo, la cosecha de un cultivo de escarda de la siembra del siguiente cereal otoñal - invernial (Trigo, por ejemplo). El cultivo de escarda, que puede estar constituido por maíz, remolacha, tomate, etc., no deja libre el terreno más que en otoño, pocas semanas antes del momento adecuado para la siembra del trigo, por lo que las labores tienen que ser realizadas forzosamente en otoño e intervalos largos se encuentran, en cambio, entre la cosecha del trigo, que se efectúe a principios del verano, y la siembra en la primavera siguiente de un cultivo de escarda o de un prado. En este caso, se dispone de un largo período de ocho a nueve meses para realizar cada una de las labores necesarias.

Cuando se dispone de tiempo, se plantea la elección del mejor momento para labrar. Obviamente, no puede darse una respuesta general válida para cualquier circunstancia. Es necesario adecuarse a cada caso particular, considerando los diversos

factores tales como el tipo de suelo, los objetivos primordiales del laboreo, las condiciones de laboralidad.

En general, los suelos pesados, de grano fino deben ser labrados con una mayor anticipación a la siembra que los ligeros. Esto se debe a una serie de factores: Los suelos pesados alcanzan más difícilmente que los ligeros el estado estructural, exigiendo para ello la prolongada intervención de los agentes atmosféricos. Será, por tanto, necesario labrarlos lo más pronto posible, de forma que puedan exponerse durante más tiempo a la acción del calor estival, de las lluvias y de las heladas invernales.

En los suelos ligeros, sueltos, donde la aireación es intensa, la materia orgánica está sometida, durante el buen tiempo, a un activo proceso de mineralización que anula o reduce de forma importante la eficiencia de la fertilización orgánica. Por eso será de la máxima importancia no enterrar demasiado pronto el estiércol sí no se quiere correr el riesgo de perder una parte de él. De esto se deriva, que en estos terrenos, la labor con la que se realiza el enterramiento de la materia orgánica no deberá ser hecha en verano, sino que es preferible hacerla en otoño o en primavera.

Sí el laboreo tiene como finalidad primordial la simple disgregación del suelo para crear un buen lecho de siembra, podrá ser hecho en cualquier momento, siempre y cuando se disponga de los instrumentos adecuados para conferir la justa esponjosidad y el suelo no sea demasiado húmedo.

Si con el laboreo se pretende acumular reservas hídricas en el suelo, será indispensable realizarlo antes de que se inicie el período lluvioso. Es decir, deberá realizarse en verano u otoño, para recoger las lluvias de otoño o invierno.

Sí tiene que labrarse un suelo infestado por malas hierbas, que se desea destruir, es necesario tener la precaución de realizar las labores en el periodo más seco y cálido, con lo cual se asegura la desecación de la vegetación adventicia. De otro modo, en un suelo húmedo infestado, tendría lugar una reactivación de la actividad vital de las hierbas espontáneas que favorecerían una nueva infestación. Otro elemento que determina el momento adecuado para el laboreo es la condición de la laborabilidad del terreno. Sí un suelo está demasiado seco, la tenacidad es elevada y el esfuerzo de tracción requerido sería entonces muy alto, a veces prohibitivo. Si está demasiado húmedo, es plástico y las partículas minerales, en lugar de disgregarse, tiende a empastarse y a comprimirse bajo la acción del instrumento de laboreo. Por ello es más oportuno labrar cuando el suelo presenta el contenido de agua que hace mínima la cohesión y la plasticidad, condiciones en que se consigue la máxima eficiencia del instrumento disgregador. Este estado óptimo del suelo se denomina **tempero o sazón**. Por lo tanto, sólo debería realizarse las labores cuando el suelo está en tempero. A veces, sin embargo, las circunstancias reales imponen la transgresión de esta norma fundamental. Es evidente que en los suelos de grano fino, más plásticos y tenaces, el límite máximo y mínimo que confiere el tempero. Están muy cercano uno de otro, y por ello este estado ideal es más difícil de obtener que en los suelos de textura gruesa, los cuales pueden ser labrados con facilidad en cualquier momento.

En general, un laboreo efectuado en un suelo demasiado húmedo produce daños más graves que en el que se hacen en un terreno demasiado seco.

En zonas con un clima templado - cálido, debe tomarse la precaución de no labrar nunca el suelo arcilloso inmediatamente después de las escasas lluvias estivales. En efecto, la

mezcla de los estratos superficiales húmedos con los profundos secos da lugar a un fenómeno de naturaleza no muy bien conocida, que se manifiesta con una inmediata esterilización del suelo, que puede persistir de uno a tres años. La especie que más se resiente del daño ocasionado por este fenómeno es el trigo, que en un suelo afectado, crece retrasadamente, se hace menos denso y es atacado con facilidad por el mal de pie y la invasión de las malas hierbas. Según algunos autores, la causa proviene probablemente de una modificación de la flora bacteriana del terreno, con un anormal predominio de los microorganismos desnitrificantes, que producirían “Hambre” de nitrógeno. Según otros autores, se debería a un anormal desarrollo de la flora fungia que, además de entorpecer el normal desarrollo de la habitual flora bacteriana, dejarían, el terreno productos de desecho que serian tóxicos. Otros consideran que el suelo pierde nitrificantes. La última teoría dice simplemente que se favorece el desarrollo de las malas hierbas. De cualquier modo, la consecuencia más evidente es el bloqueo de la nutrición nitrogenada de las plantas, obviamente de características muy graves.

## **DESFONDE**

Este termino define las labores preparatorias especiales que se efectúan para la implantación de cultivos arbóreos, con una profundidad que oscila entre 85 y 130 cm.

El desfonde se denomina real o total sí se hace en toda la superficie a cultivar cuando se quieren implantar cultivos especializados. Se conoce como parcial si el trabajo comprende solo una parte de la superficie sobre la cual se requieren cultivar los árboles. El desfonde parcial puede ser de zanja o de hoyo.

- En el primer caso, es desfondada una faja de suelo, correspondiente a la hilera de plantas, de 1.50 a 3 cm. (O bien de 0.50 a 1m. según el cultivo).
- En el segundo tipo, se abren hoyos aislados, correspondientes a los puntos donde se plantarán los arboles.

La profundidad del desfonde es variable, y esta en relación con la naturaleza del suelo y con la de los cultivos. Cuando más compacto es el terreno, más profundo debería ser el desfonde. Aunque ya dijimos que el desfonde se practica especialmente para la implantación de cultivos arbóreos o arbustivos, también se puede realizar para cultivos herbáceos, y en este caso, la profundidad será de unos 50-60 cm. El desfonde total es ciertamente el mejor en las plantaciones densas, y cuando el suelo es árido o el subsuelo poco favorable. Solo para distanciar entre las plantas superiores a 10 mts. En suelos sueltos y profundos, puede ser preferible el desfonde parcial.

Los potentes motores que se disponen actualmente hacen fácil el desfonde total.

La época de ejecución del desfonde se establece teniendo en cuenta que debe transcurrir un cierto periodo de tiempo entre la labor y la plantación de los árboles, para dar tiempo a que los agentes atmosféricos puedan mejorar la estructura y el estado de oxigenación del suelo. Por eso en los suelos arcillosos se suele dejar pasar algunos meses. En general, para realizar la plantación arbórea en primavera, el desfonde se hace el verano anterior.

El trabajo de desfonde se hacía antes a mano con la laya, el azadón y la pala. Por eso se tendía a hacer el desfonde parcial, ya que era muy lento, fatigoso y costoso.

El desfonde en zanjas a mano puede ser hecho a zanja abierta, cuando la tierra excavada se acumula a los lados de la trinchera, poniendo aún lado la superficial y a otro



la profunda, o a zanja rellena, cuando la tierra excavada sirve para rellenar la zanja a medida que el trabajo va realizándose.

Hoy en día se hace casi exclusivamente el desfonde mecánico: El desfonde total con instrumentos específicos, los gigantes arados de desfonde; el desfonde en zanjas, con excavadoras de diversos tipos (de brazo basculante, de grúa, etc.). Los hoyos se hacen con taladro y con hélices de acero movido por la toma de fuerza del tractor. En suelos resacos, el desfonde en hoyos puede hacerse con explosivos.

## LABORES DE RENUEVO

El renuevo es un laboreo profundo que constituye la normal preparación del suelo para los cultivos también llamados de renuevo, y que son plantas que desarrollan su ciclo en los meses estivales. Se consideran labores preparatorias por que lo dejan en buenas condiciones de porosidad y limpio de malas hierbas. Entre los cultivos de renuevo están el maíz y cereales afines, las leguminosas de semillas, la patata, la remolacha, cáñamo, lino, girasol y el tomate entre otros.

El término **renuevo** proviene de la tradición, y significa que este laboreo renueva el suelo mediante la periódica inversión de los estratos, llevando a la superficie los profundos que han reposado durante un periodo de la rotación y trasladando a la profundidad las capas superficiales, depauperadas por los sucesivos cultivos.

Aunque la profundidad de ejecución tiende a diferir cada vez menos, la distinción entre labores ordinarias y de renuevo es todavía válida hoy en día, sobre todo en lo referente a la fertilización con estiércol. Como se verá más adelante, el aumento de

fertilidad inducido por el estiércol se fundamenta en el mejoramiento del estado físico químico, y biológico del suelo y este mejoramiento profundo no se agota en un solo cultivo, sino que permanece en beneficio de los sucesivos. De ahí el lógico carácter cíclico de estas labores. Tal periodicidad, además de ser impuesta por la limitada disponibilidad de estiércol, es además aconsejable por las exigencias nutritivas de los diversos cultivos. Así por ejemplo, los cereales otoño-invernales no exigen aportaciones directas de estiércol, pero se aprovechan en gran manera de la fertilización permanente.

Las labores de renuevo pueden realizarse en verano, otoño o invierno; dependiendo de la naturaleza del terreno. Generalmente, en los terrenos compactos es preferible realizar la labor en verano o a principios de otoño o en invierno; debido a la dificultad de encontrar después en invierno o en primavera, las condiciones adecuadas de temporo y con el fin de dejar el suelo removido todo el invierno para que esté expuesto a la acción de los agentes atmosféricos. Es aconsejable realizar la labor de renuevo en primavera en los terrenos muy ligeros y sueltos, donde un aterronamiento muy anticipado de la materia orgánica conduce a una rápida e intempestiva mineralización. La labor de renuevo se hace con instrumentos volteadores.

## **BARBECHO**

En realidad, más que de una verdadera labor, se trata de una serie de labores, que pretenden mantener removido y desprovisto de vegetación un suelo que no se cultiva durante un año agrario completo. Se denomina también barbecho desnudo, y es una antiquísima práctica agrícola, que consiste en producir, en dos años, una sola cosecha,

generalmente de cereales, que se benefician de las precipitaciones acumuladas. Es una practica posible ventajosa de donde la lluvia de un año es suficiente para que el suelo alcance la capacidad de campo. De este modo, en los terrenos dotados de una buena capacidad de retención, se puede esperar acumular algunos centenares de metros cúbicos de agua por hectárea. El barbecho desnudo era una práctica muy extendida en el pasado; incluso hoy en día en regiones que son particularmente áridas, pero caracterizadas por una agricultura primitiva. Efectivamente, durante este "reposeo labrado", el suelo aumenta su grado de fertilidad, no solamente por su enriquecimiento en agua, sino también por otros aspectos: Mayor cantidad de nitrógeno y fósforo que se convierte en disponibles gracias a la intensificación de la actividad bacteriana, mejoramiento del estado estructural, buena limpieza de hierbas infestantes de parásitos. Sin embargo, junto a estos aspectos positivos, deben ser considerados también los inconvenientes, destacando el que durante el año de barbecho se produce una destrucción acelerada de la materia orgánica, sin ningún aporte, por lo cual el balance humico presenta un grave déficit. Por otra parte, el terreno, desnudo durante tanto tiempo, está más expuesto a la erosión. Estas consideraciones justifican la disparidad de opiniones sobre la eficiencia real del barbecho como método para aumentar la productividad de los suelos áridos.

La forma más racional de barbecho es la que consiste en una serie de labores hechos según el siguiente esquema: arado profundo al inicio de la estación lluviosa es decir, generalmente en otoño, seguida de labores superficiales repetidas, (gradeo y escardas) durante la primavera y el verano siguiente cada vez que el suelo se presenta

cubierto de hierba o cuando se ha formado una capa compacta, para controlar las malas hierbas y reducir la pérdida de agua por evaporación.

En algunas regiones se practica el barbecho en forma algo distinta: la labor profunda que se debería efectuar al inicio del otoño. Se realiza cuando la estación lluviosa ya ha empezado para permitir el pastoreo invernal sobre el terreno en el que a crecido la vegetación espontánea. Es evidente que, de esta manera, no se asegura la constitución al máximo de las reservas hídricas necesarias.

Además del barbecho desnudo hasta aquí descrito, durante el cual está excluido cualquier cultivo, en las regiones donde la pluviosidad invernal no es demasiado escasa, existe también el barbecho semillado, o cubierto, durante el cual se efectúa un cultivo otoñal-primaveral de escarda de cosecha precoz, denominado cultivo barbechero (habas, guisantes, patatas.). Es evidente que de este modo se reducen muchos los beneficios citados y que el término de barbecho pierde su significado original reduciéndose a indicar las ordinarias labores preparatorias del suelo entre el cultivo barbecho y los siguientes cultivos de cereales.

**Voltear:** El mejor implemento para esta operación es el de arado de vertedera. Sin embargo las necesidades de meter materiales de la superficie dentro del suelo y llevar horizontes profundos a la superficie son muy limitadas. El argumento, que el arado controla malezas no es válido, cuando se aplica la aradura cada año: de esta forma se lleva la misma cantidad de semilla de malezas a la superficie que incorpora. El uso del arado se justifica en situaciones de limitada fuerza de tracción y con equipos sencillos para la siembra, que necesitaban una superficie limpia del suelo. (Taylor, J.H 1994).

**Mezclar:** Esta operación se puede hacer con implementos como el arado de cincel o un cultivador pesado. En algunas circunstancias puede ser justificada, por ejemplo para facilitar la descomposición de rastrojo. La profundidad de mezcla es generalmente poca, alrededor de 10 cm. (Reynolds, R. 1994).

## **GRADEO O RASTRILLO**

Es la labor complementaria que se hace con la grada o rastrillo, con el objetivo principal de reducir las dimensiones de los terrones, rompiéndolos y desmenuzándolos, e igualar el suelo y hacerlo más mullido. Otras importantes acciones de gradeo son las de reducir o enterrar las malas hierbas, enterrar superficialmente los abonos herbicidas, y los antiparasitarios, además de cubrir la semilla en la siembra al voleo.

Para obtener el máximo de eficiencia es necesario realizar el gradeo en el momento oportuno: con el terreno demasiado seco, la labor es fatigosa e ineficaz por que los terrones no se desmenuzan bien; con el suelo demasiado húmedo, se produce compactación y empastamiento. En general, si hay tiempo entre la arada y la siembra, se debe esperar a que los agentes atmosféricos hayan creado líneas de fractura en los terrenos. Los gradeos invernales de los suelos destinados a ser sembrados en primavera son el mejor medio para crear con poco esfuerzo un lecho de siembra perfecto.

Sí la aradura se hace, en cambio, poco tiempo antes de la siembra, es aconsejable gradear inmediatamente después de la aradura, antes de que los terrones, por desecación, se endurezcan. La profundidad de gradeo es variable, pero generalmente limitada a un máximo de 15-20cm.

Las labores más enérgicas y profundas son las que se hacen con gradas de discos, las cuales, si son de mucho peso, consiguen incluso desmenuzar los terrones endurecidos. Regulando adecuadamente la angulación de los semiejes, se obtiene un mezclado del suelo muy enérgico.

El gradeo con gradas de bastidor rígido, especialmente si el de tipo oscilante, es óptimo para la nivelación superficial del suelo, con allanamiento y desmenuzamiento de los terrones. La profundidad es limitada a 5-15 cm, según el peso y las dimensiones del instrumento y la inclinación de los dientes. Este tipo de labor sirve también para extirpar y reunir las malas hierbas con las raíces superficiales y los rizomas llevados a la superficie por el extirpador. El gradeo más ligero, con acción de nivelación y desmenuzamiento limitado a pocos centímetros de profundidad es el que se hace con gradas de cadena, que son adecuadas para enterrar las semillas más diminutas.

En general, para obtener el desmenuzamiento deseado es necesario actuar con cautela, adoptando el instrumento más adecuado a las circunstancias e incluso, a menudo, empleando diversos instrumentos, empezando por los más ligeros. Por esto es conveniente que en una explotación bien organizada se dispongan de varios tipos de gradas.

**Roturación:** Esta operación se hace mejor con el Paraplow que permite roturar el suelo sin hacer ninguna de las otras operaciones. En situaciones de suelo compactado por maquinaria o de suelo con una estructura no estable esta operación abre suficientes poros en el suelo para permitir la infiltración del agua. Sin embargo, el efecto residual de la roturación varía mucho dependiendo de las características del suelo y los tratamientos siguientes (Kayombo y Lal, 1994).

**Extirpación:** La labor hecha con el extirpador es principalmente la de desmenuzar la parte inferior de las capas del suelo aradas, reduciendo el aterronamiento y la cavernosidad y por otra parte, llevar a la Superficie. Las malas hierbas, gruesas raíces y rizomas profundos, donde se desecarán.

Para obtener el máximo de eficiencia es necesario actuar con cautela y en el momento oportuno. El extirpador es un instrumento enérgico, que debe usarse con extrema prudencia en los suelos arcillosos húmedos. Para destruir alguna mala hierba con una labor de extirpación intempestiva, se puede destruir en pocos momentos una estructura creada lentamente por los agentes atmosféricos y colocar la semilla en un pésimo lecho. En este caso, en los suelos de estructura delicada podría ser útil sustituir la extirpación por un herbicida químico total.

**Desmenuzamiento:** Las azadas giratorias, fresas, instrumentos para la preparación del terreno, se emplean también para perfeccionar la labor hecha por el arado. Su acción de trituración y desmenuzamiento de los terrones es mucho más enérgica y exagerada que la de las gradas y los extirpadores. Efectivamente, los terrones que a veces escapan a la acción de los instrumentos cortantes, generalmente soportan el movimiento rotativo de las paletas. Pero si los terrones son excesivamente grandes y duros algunas veces ni tan solo las fresas consiguen vencer su cohesión.

La azada rotativa permite obtener un lecho de siembra extremadamente desmenuzado, aunque a veces este instrumento tiene el defecto de producir un desmenuzamiento excesivo. Efectivamente, la pulverización de los estratos superficiales significa la demolición de los agregados estructurales y la consecuente formación de un

estrato superficial fangoso e impermeable, al sobrevenir las primeras lluvias, que se transforman después en una costra.

**Pulverización:** Esta operación fue necesaria para preparar la cama de semilla. De esta forma tiene sentido solamente en una capa superficial muy delgada. Por ningún motivo se justifica la pulverización de horizontes roturados como se hace con la grada de discos. Hoy en día existe la tecnología para sembrar la mayoría de los cultivos agrícolas sin necesidad de pulverizar la cama de semilla. Solo en muy pocos casos en hortalizas sobre todo, se requiere todavía una preparación fina de la cama de semilla. (Friedrich, FAO/AGSE, 1995.).

**Compactación:** Esta operación necesaria después de una labranza profunda realizada poco tiempo antes de la siembra. Se compacta el suelo para garantizar el contacto capilar al agua subterráneo. En menor escala se compacta en el proceso de la siembra después de meter la semilla la hilera para asegurar el contacto de la semilla al agua. (Theodor F. 1995).

Muchas de estas operaciones resultaron de la deficiencia técnica para sembrar. Definitivamente ninguna de estas operaciones crea una estructura ideal en el suelo.

Con la grada de discos se está haciendo siempre todas las cinco operaciones al mismo tiempo, aunque no tan completamente como lo hace la vertedera, se mezcla se rotura, se pulveriza por la rotación del disco del horizonte de roturación y se compacta el horizonte debajo de los discos. El resultado a largo plazo en un suelo degradado con una fuerte compactación debajo.



## OTRAS LABORES COMPLEMENTARIAS

Además de las labores complementarias hasta aquí descritas; existen otras cuyo uso esta menos extendida, pero cuyos fundamentos deben conocerse.

**El allanamiento de la superficie:** Es una labor que se efectúa tanto en los terrenos ordinarios como en los sumergidos como el arrozal, con el objetivo de nivelar y hacer uniforme la superficie del suelo previamente arado y sometido, o no a la labor de extirpación.

**La escarificación:** Consiste en hendir el suelo con escarificadores arados subsoladores desprovistos de la vertedera (Aperos), los primeros, provistos de las púas muy robustas. Y los segundos de estrechas rejas que hienden y remueven la tierra dejándola en su sitio sin volteo.

De esta manera aumenta el espesor del estrato disgregado. La escarificación puede ser realizada al mismo tiempo que la arada mediante instrumentos compuestos (arados topos) o bien, una vez que ha terminado la labor de arado con un escarificador adecuado.

**El rulado** es una operación complementaria que trata, esencialmente, de perfeccionar el desmenuzamiento de los terrones superficiales, además de asentar el suelo removido, demasiado suelto y aireado, que como ha podido comprobarse a menudo, da lugar a una irregular profundidad de la siembra.

El rulado no tiene su plena eficiencia si previamente no se nivela el terreno con la grada y si el terreno no está en adecuadas condiciones de humedad. En terreno seco, el rulo, aunque sea muy pesado, es ineficaz; pero en terreno húmedo puede tener efectos

perjudiciales, por lo cual debe proscribirse absolutamente esta práctica en tales condiciones.

En los suelos ligeros, el rulado bien realizado favorece la descomposición de los abonos orgánicos (estiércol pajoso, abono verde), y es muy aconsejable esta labor en el caso de que la fertilización orgánica, cuando se haya llevado a cabo, hubiera sido enterrada, con la labor de arada, poco tiempo antes de la siembra.

En algunos cultivos (maíz, tomate, etc.) la siembra se realiza, en ocasiones, en el fondo de los surcos abiertos con el arado mediante la operación denominada **surcado**.

**El apelmazamiento:** Se aplica en los arrozales implantados sobre terrenos permeables y con el objetivo de disminuir el consumo de agua; se usan los rulos apelmazadores.

## LABORES DE CULTIVO

Las labores de cultivo son las que se realizan después de la siembra, para asegurar el mejor desarrollo de las plantas cultivadas, mediante las siguientes acciones: mejoramiento de la adherencia del suelo a la semilla para que germine mejor; lucha contra las hierbas infestantes; mantenimiento de un suelo suelto, con las siguientes ventajas para la penetración del aire y del agua; economización del agua, reduciendo las pérdidas por evaporación; modificación del ritmo de desarrollo de las plantas cultivadas; posibilidad de realizar el riego con determinados sistemas.

El rulado puede ser hecho inmediatamente después de la siembra, o después de la aparición de las nuevas plantas. Después de la siembra sirve para asegurar el íntimo

contacto del suelo con la semilla (y así facilitar la absorción de agua por parte de ésta) y favorecer la absorción de agua por capilaridad de los estratos inferiores, que son más húmedos, al lecho de siembra. Esta acción es particularmente útil, incluso indispensable, en el caso de la siembra que se realizan en el período cálido (siempre primaveral tardía), con semillas pequeñas o de forma irregular (como las de la remolacha) o que necesitan absorber mucha agua para germinar (como la soja).

El rulado de cultivo ya nacidos, a veces, es aconsejable al final del invierno para comprimir el suelo de los pastos o de los cultivos de cereales como el trigo, levantados por los hielos invernales. De este modo se restablece un íntimo contacto entre el suelo y las raíces superficiales recién formadas con las favorables repercusiones sobre la radiación y el crecimiento vegetativo, a menudo espectacular de los cultivos.

Con el rulado de los cereales se puede frenar un desarrollo vegetativo excesivamente precoz y frondoso y favorece la radicación.

En el caso de las plantas cultivadas en líneas, la labor de cultivo más típica (efectuado después del nacimiento de las plantas cultivadas en líneas) la labor de cultivo más típica (efectuado después del nacimiento de las plantas) es la escarda consiste en remover superficialmente el suelo que hay entre una fila de plantas y otras, con máquinas escardadoras o a mano con azadón o azadillas.

Los efectos beneficiosos de la escarda son múltiples, pero existe un notable desacuerdo sobre su importancia relativa. Con esta labor se consigue, por ejemplo, una reducción de la evaporación que permitía la escarda al acelerar la formación de un estrato seco superficial que anticipaba la entrada del suelo en la fase de evaporación

lenta, Este razonamiento era el motivo de que se dijera que una escarda valía como un riego.

Hoy en día se piensa que este factor no es muy importante, debido a la baja conductividad hídrica que adquiere el suelo en su superficie cuando se deseca. Aun en ausencia de remoción mecánica. De todas maneras, la escarda puede, en ciertos casos, reducir la evaporación cerrando las hendiduras formadas en el suelo arcilloso, a través de las cuales se dispersan en la atmósfera importantes cantidades de agua.

En muchos casos, el objetivo principal de la escarda es destruir las malas hierbas, que compiten con las plantas cultivadas por el agua, los elementos nutritivos, etc. cuando la escarda no ha podido efectuarse en el momento oportuno y la competición de las malas hierbas ha provocado un daño superior a las ventajas colaterales de esta labor, la lucha química es más eficaz; sin embargo, realizada en el momento adecuado, la escarda puede ser igual o más efectiva que un herbicida.

Uno de los efectos más inmediatos es la mejora de la aireación, aumentando la capacidad para el aire y favoreciendo un intercambio gaseoso más intenso entre el suelo y la atmósfera, gracias a la rotura de la eventual costra superficial y la recuperación del estado estructural. De esta manera, se aumenta la oxigenación de las raíces y la microflora nitrificante. De este hecho obtienen ventajas muy particulares los cultivos de escarda del ciclo primavera - verano como la remolacha, tomate, maíz, etc.

La escarda, al conseguir la recuperación de una estructura suelta, favorece la infiltración del agua proveniente de las lluvias y el riego.

Un problema que actualmente todavía no está resuelto es. Sí en ausencia de malas hierbas (caso que se controla hoy en día a menudo gracias a los herbicidas) se

debe hacer o no la labor de escarda. Se puede considerar que en los suelos sueltos, bien airados y que no forman costra, ni grietas, el efecto beneficioso de la escarda se limita al control de las malas hierbas, y es por tanto inútil practicarla en ausencia de éstas. En cambio en las condiciones opuestas, con aireación insuficiente y estructura inestable, la escarda debe efectuarse independientemente de la presencia o no de malas hierbas.

La profundidad de la escarda no debe ser ni demasiado exigua ni excesiva (para no dañar el aparato radicular); en general, se efectúa a 5-6 cm.

Las escardas a mano se hacen con escardillas o azadas pequeñas y a máquina con cultivadores o extirpadores. Estos están normalmente constituidos por un bastidor portautensilios, unidos o remolcados, sobre el que se montan diversos tipos de rejas, dientes, azadillas, cuchillas, etc. que son las que realizan la labor, actuando al mismo tiempo en varias entrelineas. Estas piezas pueden ser fijas o rotatorias.

La ejecución de la escarda a máquina presupone la siembra en filas suficientemente distanciadas un mínimo de 45cm reducible a 40cm. Si se usan tractores con neumáticos estrechos.

En los frutales, con la escarda a lo largo de las líneas de árboles, es útil el empleo de instrumentos cultivadores provistos de un instrumento especial, que se desvía al encontrarse un obstáculo.

**El gradeo** también puede hacerse como labor de cultivo, si se efectúa a continuación de ciertas intervenciones muy superficiales sobre un cultivo sembrado tan espeso que no puede ser escardado. Con el gradeo se consigue enterrar las semillas muy diminutas sembradas sobre un cereal, favorecer al enraizado de los cereales, romper la

costra las malas hierbas más pequeñas y superficiales y erradicar el musgo de un prado. El gradeo así entendido se realiza con gradas de cadena o gradas de púas.

**El recalce aporcado** consiste en acercar al pie de la planta una cantidad más o menos importante de tierra. Su práctica está reservada a cierto cultivo y con ella se pretende proteger, de los daños de las heladas durante el invierno. En el caso del cultivo de la alcachofa, lúpulo y la vid (al menos en sus primeras edades), así como también de los tubérculos y raíces carnosas muy diversas especies (patata, remolacha, zanahoria, etc.) y de los daños de las heladas tardías primaverales a los cultivos precoces de patata.

Se consigue, también mejorar el enraizamiento al favorecer artificialmente una mayor profundidad de las raíces y la emisión de nuevas raíces adventicias, así como asegurar un mejor anclaje de las plantas al suelo y por lo tanto, una mayor resistencia al encamamiento.

En el caso de las hortalizas, el recalce se realiza con el desarrollo vegetativo avanzado, lo cual se consigue un bloqueo que mejora la apeticibilidad y por lo tanto, el precio.

Con esta labor se evita, al mismo tiempo, la difusión de ciertas enfermedades, como la peronospora de la patata y se hace posible el riego por infiltración lateral. Sea cual sea el tipo de aporcado, trae como consecuencia un aumento de la superficie expuesta a la atmósfera y por lo tanto, de las pérdidas de humedad por evaporación. En las regiones secas, esto justifica la lógica práctica de siembra en el fondo del surco para obtener, una vez realizado el recalce, la nivelación de la superficie.

El aporcado puede ser echo a mano con la azada, o bien con arado a tracción dotado de doble vertedera.

**Escarificado:** El escarificado es una labor cultural más energética y eficaz que el gradeo, que se realiza en los prados permanentes para disgregar superficialmente el terreno no cultivado y asegurar la necesaria aireación a los aparatos radiculares y la penetración del agua y de los abonos esparcidos en cobertera.

La escarificación tiene interés no solo en los prados prolíficos, sino también en los monolitos de varios años de duración, como sucede con la alfalfa, en cuyo cultivo, al segundo o tercer año el suelo está demasiado endurecido para poder ser eficazmente aireado con el gradeo.

En los prados así tratados, se producen activos recambios gaseosos con modificaciones de la reacción (que tiende hacia la acidez) y exaltación de la actividad microbiana más útil, oxidante y fijadora de nitrógeno.

Los **escarificadores** consisten en un bastidor que lleva los órganos de trabajo en forma de largos cuchillos afilados que, a diferencia de las gradas, pueden llegar hasta 30 cm. de profundidad.

## NUEVAS TÉCNICAS DE LABOREO

A pesar de las importantes funciones del laboreo es innegable que este no está exento de inconvenientes. Por citar solamente los más importantes: se produce un enorme consumo de energía (especialmente grave en una época de crisis energética); se acentúa la oxidación de la materia orgánica con la consecuente disminución del suelo a los agentes erosivos, hasta que se forme una nueva cubierta vegetal; en caso de laboreo

intempestivo, empeora el estado estructural; se provoca un desperdicio del agua del suelo por evaporación acelerada por su remoción.

Se puede añadir que la introducción de los herbicidas químicos ha reducido sensiblemente la importancia del laboreo como medio de destruir las malas hierbas.

Estas condiciones han impulsado la investigación de nuevas técnicas basadas en la sustitución, reducción o eliminación de las labores tradicionales. Estas nuevas técnicas fueron bautizadas por autores anglosajones como **minimum tillage, zero tillage (o no tillage) y sold seeding**, y son las que nosotros conocemos como laboreo mínimo, laboreo nulo y siembra bajo cubierta de rastrojo, respectivamente.

## **LABOREO MINIMO**

Es un sistema de labranza utilizando la cantidad mínima de operaciones necesarias para producir un rendimiento aceptable de cosecha que se cultiva. Puede haber solamente una operación de labranza previa a la siembra, aunque ya no se use mucho, los sistemas de arar-sembrar, y sembrar en huellas de las ruedas son ejemplos de sistema de labranza mínima que utilizan un arado de vertedera. El uso de un arado de cincel y la labranza de faja puede ser ejemplo de labranza mínima que no involucran el uso de un arado de vertedera según el sistema específico.

Esta técnica que requiere el menor número posible de manipulación del suelo a fin de que la preparación del lecho de siembra, la germinación de la Semilla y la producción de un cultivo sean satisfactorias.



Estos objetivos pueden alcanzarse eliminando las labores que se consideren menos necesarias, según las condiciones y el tipo de cultivo. Citaremos algunos ejemplos: En un suelo labrado, libre de plantas herbáceas y sin materia orgánica o abono que enterrar la aradura puede ser sustituida por una labor menos energética, como el gradeo; para la preparación del suelo se pueden adoptar instrumentos de laboreo (por ejemplo, fresa) que den pronto, con una sola pasada, un lecho de siembra aceptable: siempre que sea posible, debe evitarse la escarda de los cultivos eficazmente librados de malas hierbas; limitar las labores a los estratos más superficiales.

Combinando las distintas labores de modo que se reduzca al mínimo el número de pasadas de las máquinas sobre el suelo, se consigue también, reducir al mínimo las labores. Esto se realiza montando trenes de instrumentos.

Se fabrican actualmente máquinas autopropulsadas supercultivadoras, que realizan al mínimo tiempo y con notable eficiencia la fresa: la siembra, el abono y la destrucción de malas hierbas.

Estas nuevas técnicas que pueden dar óptimos resultados en determinados suelos y para determinados cultivos, no son sin embargo generalizables así, mientras en los suelos de consistencia media y en climas bastante lluviosos no se han encontrado diferencias relevantes entre estas nuevas técnicas y las tradicionales, en los terrenos arcillosos, pesados, secos, la técnica tradicional basada en la arada profunda es superior.

Como término descriptivo “**laboreo mínimo**” Es confuso tiene diferente significado de acuerdo a los propósitos que tenga el laboreo o el grado en que se realice las operaciones del mismo. Una definición formal del “laboreo mínimo” podría ser: laboreo reducido únicamente a aquellas operaciones oportunas y necesarias para

producir un cultivo tratando de evitar el perjuicio del suelo. El adelanto que se ha logrado más recientemente en la reducción del laboreo al punto óptimo, es el no-laboreo.

Si se hace la comparación de laboreo convencional de hace una década con el de hoy en día, un agricultor que use herbicidas para reducir las carpidas, practica una forma del mínimo laboreo.

## **MÉTODOS DE LABOREO MINIMO**

A continuación se describen otros métodos de laboreo reducido, usados actualmente en las principales zonas productoras de grano del mundo.

### **Arado y siembra en una operación**

En los primeros años que se intento reducir el laboreo, este método se uso en numerosos establecimientos y sobre varios tipos de suelos. Para su aplicación era necesario disponer de una potencia relativamente grande, las condiciones de humedad del suelo. Para su aplicación era necesario disponer de una potencia realmente grande, las condiciones de humedad del suelo en el momento de la siembra eran más criticas que lo común y a veces, una sequía después de la siembra producía una disminución importante de los rendimientos era necesario además carpir para controlar las malezas y suavizar la superficie y en algunos suelos, la rugosidad superficial causa problemas en el manejo de las máquinas. Se necesitaron enganches especialmente adaptados para la

maquinaria y surgieron serios problemas para realizar las operaciones en el momento oportuno en estaciones de siembra muy seca y muy húmeda.

Se redujo el número de desplazamientos sobre el terreno, la mano de obra y los costos de las operaciones con maquinaria. Tanto la erosión eólica como la hídrica se redujo significativamente al sembrar en hileras siguiendo el contorno. En algunos suelos se redujo la compactación.

### **Arado y siembra en dos operaciones**

Este método produjo igual beneficios y tuvo las mismas desventajas que la técnica de arada y siembra en una sola operación. Por otra parte, es necesario realizar un desplazamiento más sobre el terreno.

### **Siembra en la huella de la rueda en suelo arado o en suelo arado y rastreado**

Para su realización es necesario disponer de sembradoras especiales o adaptar las máquinas existentes. Por lo menos una de las grandes fábricas de maquinaria agrícola produce sembradoras de cultivo en hileras adaptables a siembra con laboreo convencional, sin laboreo o en la huella de la rueda. Con este método el tiempo oportuno para sembrar es un poco más amplio que con los métodos de arar y sembrar en una o en dos operaciones. A veces es posible reducir el costo de la maquinaria, la mano de obra, el número de desplazamiento sobre el terreno y la erosión a nivel inferior que el laboreo convencional. Las condiciones de humedad en el momento de la siembra son perceptiblemente menos críticos que para los dos métodos anteriores nombrados.

### **Siembra con sistema lister o lister modificado**

Esta técnica se practica en zonas más áridas usadas para cultivar carpidos. Ya que este método se caracteriza principalmente por hacer surcos en la tierra su uso no es tan adecuado para realizar rotaciones con otros cultivos como otros métodos. Se requiere mayor potencia que para los sistemas de no laboreo y el equipo especial que se usa tiene adaptabilidad limitada. Los rastros y profundidad de siembra. Constituyen problemas y el ajuste de la sembradora es muy difícil. Los surcos formados por las operaciones de siembra pueden producir una sedimentación excesiva sobre la semilla, si a continuación cae una lluvia fuerte.

Se producen los desplazamientos sobre el terreno y la erosión producida por el viento y el agua. La compactación puede ser mínima, pero sin embargo los costos son mayores que los correspondientes a muchos otros métodos. En la mayoría de los casos, los residuos de la cosecha se dejan sobre o cerca de la superficie, pero con esta técnica de siembra. No se puede obtener los máximos beneficios que con otros tipos de coberturas de paja u otro tipo de material vegetal.

### **Siembra en fajas trabajadas**

Este método difiere de la mayoría de los métodos de siembra sin laboreo en el ancho y la profundidad de las bandas de suelo preparadas. Se puede efectuar la siembra en fajas trabajadas con las sembradoras disponibles en el comercio, con lister modificado o con las que preparan las fajas con rotovador. La siembra en fajas trabajadas es notoriamente más económica que la siembra convencional o la realizada con arado y cincel y requiere menos potencia; sin embargo el costo operativo es mayor

que en los sistemas de no-laboreo. La superficie del suelo puede dejarse con surco irregular. No se puede aprovechar todos los beneficios de la cobertura de paja del rastreo: la humedad del suelo requerida en el momento de la siembra puede ser algo más crítica y puede perjudicarse la estructura del suelo por el manejo inadecuado de las sembradoras con rotovador. Se puede reducir el número de pasadas sobre el campo. Si las filas están a nivel o aproximadas, se puede disminuir significativamente la erosión y aumentar la infiltración.

### **Siembra con carpidor de campo**

Este método no elimina el arado, pero puede eliminar los problemas de compactación producidos por las disqueadas y rastreadas. Los requerimientos de potencia y las inversiones en maquinaria son apenas inferiores a las de labranza convencional y el sistema de arado cincel.

### **Siembra con arado cincel**

Este método de “laboreo mínimo” esta ganando adeptos aunque se encuentra en segundo lugar luego del laboreo convencional en cuanto a costos de operación, número de manipulación del suelo, inversión en maquinaria, caballos de fuerza requeridos y necesitados de laboreo. Algunos agricultores aran con cincel en otoño y luego cincelan y siembran en primavera; otros proceden a las practicas de siembran con un carpidor de campo se deben desmenuzar los residuos vegetales para permitir una labor eficiente del arado cincel y el carpidor de campo. Si los campos cincelados quedan demasiado

suelos, la emergencia, de las plantulas y el porte serán pobres. Los suelos tardan más en calentarse que un cultivo convencional.

Las ventajas de este sistema consisten en la reducción de la erosión por el viento y el agua y el aumento de la infiltración. Para aquellos agricultores que sienten la necesidad de trabajar frecuente y profundamente el suelo este método es practico por que elimina el uso del arado de vertedera y junto con él los problemas inherentes a la compactación y a la estructura del suelo. Los sistemas de cincel- siembra y de cincel y siembra sustituyen la potencia requerida, la inversión en maquinaria, la mano de obra las numerosas manipulaciones del suelo por los beneficios que se obtienen en los residuos de los cultivos para cubrir y proteger el suelo. Para aquellos que sostienen la necesidad de incorporar los fertilizante y la cal en profundidades debe hacerse notar que con el arado cincel sólo se consigue una incorporación superficial.

### **Siembra con avión**

Es posible sembrar arroz, maíz, sorgo, pasturas y granos finos con aviones de uso agrícola y realizar algún laboreo después de la siembra. Se han podido establecer con éxito cultivos de cereales y pasturas sembradas con avión sin laboreo.

### **Siembra sobre cobertura de rastrojo**

Estos sistemas permiten utilizar totalmente los residuos del cultivo, reducen enormemente la erosión eólica e hídrica y requieren tal vez mayor cantidad de desplazamiento a través del terreno que cualquier otro sistema. Actualmente casi todos

están adaptados a las zonas más secas de las regiones denominadas cinturón de maíz y cinturón de trigo. En los estados Unidos de Norte América. Comúnmente se usa una variedad de implementos especiales para la mayoría de las operaciones realizadas en el manejo del rastrojo. Estos implementos ayudan en el manejo de los residuos de los cultivos, dejándolos sujetos a la superficie del suelo o cerca de ella en forma mecánica. Los barbechos químicos están constituyendo un elemento fundamental en los sistemas de cobertura de rastrojo, lo que trae aparejado que estos sistemas se asemejen en algo al no-laboreo.

## **LABRANZA MÍNIMA EN MÉXICO**

Entre tantos métodos de labranza que mencionan hoy en día, los agricultores no encuentran una respuesta a la incógnita de ¿Cual es el que debe aplicar en sus tierras? La realidad es que cualquiera, pues la respuesta dependerá de las condiciones de trabajo, el clima y los tipos de cultivos, pero la decisión final siempre será la que cada agricultor tome y compruebe que es la ideal para él.

### **SONORA**

Un ejemplo de esto es el Sr. Carlos Valenzuela Obregón y el Ing. Jorge Humberto Castro Campoy, ambos de Cd. Obregón, Son. , Quienes después de varios años de experiencia, fueron ajustando su sistema de labranza hasta llegar a lo que hoy consideran el sistema ideal para su región. “Desde hace tiempo me propuse obtener el

mejor rendimiento de grano. En base a un óptimo económico y con el menor número de pasadas de tractores”, dice el Ing. Castro.

### **Objetivos**

Para lograr su objetivo en cuanto al menor número de pasadas se refiere, este productor diseño un arado de cincel modificando, al cual le agrego un bote fertilizador y unas rejas surqueadoras en los cinceles traseros. Con este implemento y de una sola pasada, este agricultor rotura el suelo a una profundidad de 30 centímetros, fertiliza en banda y posteriormente vuelve a levantar el mismo surco para regar y después realizar la siembra en tierra venida.

Todo esto lo logro en una sola pasada y gracias a las adaptaciones que hizo a su implemento. Actualmente y con esta máquina, este productor tiene la cuarta siembra que realiza sobre el mismo surco, para ello, se han olvidado del arado y del subsuelo y después de la trilla procuran dejar no más de tres toneladas de paja por hectárea sobre el terreno.

### **Mejores rendimientos**

Con este tipo de labranza, dice el Ing. Castro, no se les han caído los rendimientos de grano por hectárea, ya que los han mantenido y en algunos casos hasta se han incrementado.

Por otro lado, el Sr. Valenzuela adoptó su arado de cinceles que tenía, para realizar en una sola vuelta 5 operaciones diferentes. La primera operación, comenta, es roturar el terreno hasta 30 centímetros de profundidad en el área donde van a formarse las raíces del cultivo.



Otro paso es la aplicación de fertilizantes en banda con la fórmula 11-52-00, justo en el surco y que anteriormente aplicada al voleo generando una pérdida considerable de fertilizante.

En la tercera operación que el Sr. Valenzuela realiza en la misma pasada, elimina los terrones que pueden haber en el terreno con un cultiparcker que le agregó a su arado de cincel. En la cuarta operación aplica, en el mero corazón o centro del surco, amoniaco que proviene de un tanque adaptado en el frente del tractor y por último con los cinceles traseros del arado va dejando nuevamente el surco formado para dar el riego de presiembra.

Después del riego y cuando la tierra da punto, este productor procede a sembrar, fertilizar y levantar el surco con una máquina que tiene adaptada para hacer esas tres funciones en una sola pasada también.

Con esto el Sr. Valenzuela concluye que a donde llegó. Fue a lograr el establecimiento del cultivo con tan sólo dos pasadas de tractor por el campo.

### **Menos fertilizante**

Además de reducir de 12 pasadas que hacían tradicionalmente a dos este agricultor dice que otro beneficio que encontró fue él poder incrementar la eficiencia con la que aplica los fertilizantes, ya que antes aplicaba 120 kilogramos de la fórmula 11-52-00 y ahora sólo utiliza 80 kilos sin afectar los resultados.

Además, en cuanto al amoniaco, ahora aplica 40 por ciento menos de lo que normalmente aplicaba. Una tercera pasada opcional de maquinaria que este agricultor realiza sobre sus tierras es una cultivada posterior al primer riego de auxilio, pero sólo la hace si tiene algún problema de malezas y de pasada aprovechan para aporcarle tierra

a las plantas. “Con este sistema de barbecho logro eliminar por completo el uso de herbicidas en mis cultivos”, dice el Sr. Valenzuela, “Ya que los trabajos mecánicos que realizamos en el terreno son suficientes para controlar las malezas”. En cuanto a ahorro se refiere, el Sr. Valenzuela dice que al haber adaptado sus implementos para la labranza mínima reducen sus costos de producción entre 400 y 600 pesos por hectárea, además de que así puede realizar la siembra en forma oportuna.

El no sembrar en forma oportuna y desfasarse en las fechas de siembra, comenta el Sr. Valenzuela, puede repercutir en una baja de rendimiento del cultivo de hasta 2 toneladas que en el caso del maíz representa alrededor de 1800 pesos por hectárea que se dejan de ganar.

### **Ahorros Inmediatos**

Por otro lado, el Ing. Castro hace una comparación de lo que le costaría preparar sus tierras con los dos tipos de labranza. “Para la labranza tradicional hago un rastreo de 75 pesos, un barbecho de 150 pesos 2 rastreos para desmoronar los terrones con un costo de 75 pesos por cada uno, una nivelación del terreno con un costo de 80 pesos y un cinceleo de 100 pesos; mientras con el sistema de labranza mínima sólo doy una pasada que cuesta 100 pesos”. Comenta este productor.

Con esta diferencia en la preparación del terreno el Ing. Castro obtiene un ahorro aproximado por concepto de preparación de 450 pesos, esto sin contar el tiempo que invirtió ni el desgaste de la maquinaria.

El Sr. Valenzuela por su parte, dice que para poder trabajar con labranza mínima de la forma que él lo está haciendo es necesario controlar la cantidad de rastrojo que queda en la superficie del terreno y evitar que estos pasen de tres toneladas por hectárea.

Según él, un nivel superior de rastrojo causaría amontonamiento de los mismos en los implementos y no los dejaría trabajar bien en su caso específico “Esto no quiere decir que estoy en contra de la labranza de conservación, sino que es necesario adecuarla a mis condiciones de trabajo”.

Con esto explica que el hecho de remover los rastrojos no impide que mejoren sus suelos e incrementar la materia orgánica, sólo lo que tiene que hacer en forma moderada, además el tener entre el 30 y 40 % de rastrojo sobre la superficie es suficiente para detener la erosión en sus tierras.

Esta erosión, comenta el Sr. Valenzuela, es muy visible al momento de dar un riego, por que el agua que pasa a los drenes en un terreno trabajado en forma tradicional sale de color café por la gran cantidad de partículas de suelo que va arrastrando al mar y el campo del agricultor se va quedando sólo con arena y piedras. En cambio en un terreno que tiene más del 35 % de rastrojo sobre la superficie, el agua de riego sale limpia al dren y entonces el terreno se conserva.

Además de controlar la erosión, dice el Sr. Valenzuela que los problemas de compactación de sus tierras también se han eliminado, ya que al monitorear sus suelos con equipo especial, han notado que los suelos se compactan más donde dan doce pasadas que donde dan sólo dos como en el caso de ellos y con esto proporcionan a las plantas un mejor ambiente para el desarrollo de su raíz lo que contribuye a que tengan un crecimiento más vigoroso.

## **CAUSAS DE LA POCA DIFUSIÓN DEL LABOREO MÍNIMO**

¿Por que razón los métodos de mínimo laboreo no fueron aceptados a pesar de que las ventajas físicas y económicas eran plenamente visibles? Una lista de estos métodos y sus principales problemas realizada por los agricultores que usan el laboreo “mínimo” será útil para comprender los problemas ocurridos.

### **Se necesita romper la tierra, arando o cincelandó**

Esta es la practica de laboreo más cara, en términos de fuerza y mano de obra requeridos ya sea con arados de vertederas o cincel.

Prácticamente todos los métodos de laboreo mínimo tienen que iniciarse con tierra arada y las operaciones de laboreo reducido que involucran solamente disquedadas no les llamaba la atención a los agricultores.

### **El riesgo de erosión del suelo, si bien se redujo, todavía resultaba altamente desfavorable**

Esto sobre cargaba el trabajo en un momento en que ya lo está de por sí. La probabilidad de afectar siembras tardías en primavera húmedas, aparecía como una desventaja, para los agricultores. Las condiciones de humedad del suelo en el momento de la siembra eran más críticas realizando el laboreo mínimo. Exceso de humedad que interrumpían la siembra y condiciones de sequía asentadas que reducían la germinación, era motivo de gran preocupación para los agricultores.

**No se elimina la compactación del suelo**

Varios métodos de laboreo mínimo producían una alteración considerable en el perfil del suelo.

**Se necesitaba un equipo especial**

Y solamente era posible usarlo con el sistema para el cual habían sido diseñados. El equipo que se usaba para métodos como arado- siembra, arada y siembra ó siembra en la huella de la rueda, ofrecía poca o ninguna posibilidad de adaptación para las siembras convencionales.

**Estos sistemas de laboreo mínimo dejaban generalmente la superficie del suelo muy irregular**

Aumentando los costos de la maquinaria y las pérdidas en la cosecha. Los granos dejados en el terreno germinaban y competían con el cultivo siguiente. Se realizaron muchos informes acerca de los problemas especiales presentados en las cosechas realizadas durante estaciones húmedas y con sementeras sueltas.

Él procediendo de los problemas y las características indeseables de estos sistemas, ellos sirvieron de instrumento para promover entre agricultores e Investigadores una sólida apreciación de lo practico adaptable y flexible que resulta el concepto de no laboreo. Estos comienzos fueron peldaños en el proceso de evolución del laboreo, haciendo que la transición hacia el no - laboreo resulte más ordenado más comprensible y más fácilmente aceptable para todos.

## CONCLUSIONES

Como se puede observar, nuestros dos entrevistados han ajustado su sistema de laboreo para lograr mayores rendimientos, menores costos y mejor calidad de sus suelos.

Después de modificar sus implementos de laboreo, estos agricultores levantan sus cosechas con tan sólo 4 pasadas de maquinaria incluyendo la trilla y de esta forma reducir la compactación y los costos de producción.

En lugar de adaptarse a algún sistema determinado, han adaptado con éxito el sistema de labranza mínima a las condiciones de trabajo de sus terrenos agrícolas. (El surco, 1995).

## LABOREO CERO

### Introducción

Desgraciadamente no existe ningún implemento mecánico, que crea una estructura estable del suelo la labranza mecanizada solo puede destruirla. Por lo tanto necesitamos una concepción diferente a la labranza y sobretodo conocimientos profundos sobre la forma de intervención, que estamos ejerciendo con cada uno de los equipos.

Naturalmente existen diferencias entre diferentes tipos de suelo con respecto a la susceptibilidad de una pérdida de estructura. Pero una estructura estable y óptima tanto para el crecimiento de las plantas como para asegurar una buena infiltración de agua minimizando así pérdidas de suelo por erosión se logra solo por procesos biológicos como la creación de humus en el edáfeno. (Reynolds, R. 1995).

Los capítulos previos desarrollaron, que el suelo necesita la labranza para crear una estructura ideal - al contrario, hay que limitar las intervenciones mecánicas en el suelo al mínimo posible. Sin embargo, algunas operaciones relacionadas a la cultivación no se pueden evitar, tales como la siembra, operaciones de cultivación, fertilización, control de plagas y cosecha. Inevitablemente estas operaciones son intervenciones que llevan a la compactación del suelo. Algunos suelos pueden curarse porci mismos, otros no. En todos estos casos los operadores de maquinaria deben estar conscientes de esta situación, de tal forma, organizando él trafico sobre el campo para minimizarlo y evitar pasadas no necesarias. La selección de equipo apropiado como tractores de oruga de hule (Erbach, 1994), llantas blandas de baja presión(Vermeulen y Perdok, 1994) y la selección del tiempo apropiado para entrar al campo ayuda a minimizar los efectos negativos sobre el suelo (Larson Etal.1994).

Una forma muy interesante para evitar compactaciones no necesarias en el suelo es el tráfico controlado. En la forma ideal todos los equipos que usa el mismo agricultor deberían trabajar sobre el mismo ancho. De este modo se establecen zonas muy compactadas pero muy limitadas en el campo, que sirven para él trafico. En el resto del área el suelo jamás estaría compactado, que se refleja en requerimientos de labranza muy reducidos (Teylor, 1994). Sin embargo, este sistema requiere muchas veces un cambio total del equipo de una finca y una disciplina de los operadores de maquinaria.

### **Agricultores pequeños**

Debido al hecho, que los efectos más desastrosos sobre el suelo resultan de altas velocidades de trabajo y de implementos accionados por la toma de fuerza, estos

problemas son menos pronunciados en sistemas de tracción animal. Además la intervención en el suelo con la tracción animal es muy limitada en términos de profundidad.

Esto no significa que no exista erosión o degradación de suelo en sistemas de tracción animal. Solamente, que el origen de estos problemas es menor, el mal uso de la técnica o el uso de la técnica equivocada, sino más bien el hecho, que la forma de cultivar la tierra no es la adecuada. Si se quita la vegetación de una ladera para establecer un cultivo poco importante como se hace. Porque inevitablemente va a causar erosión.

Existen equipos para siembra directa para tracción animal en sistema de cero labranza. Pero en muchos casos estos equipos son demasiado caros o sofisticados para justificar la compra por un campesino que cultiva para su subsistencia.

### **Agricultores mecanizados**

Para el agricultor mecanizado el concepto de una labranza más dirigida dentro de una agricultura conservacionista significa la necesidad de tener acceso a implementos de acción más específica es decir en la mayoría de los casos, que necesita más implementos. Solo agricultores en situaciones especiales, que cultiven solamente un rango muy limitado de cultivos, pueden en algunos casos salir con un rango muy reducido de equipos, limitándose básicamente a sembradoras, aplicadoras de fertilizante y otros agroquímicos y cosechadoras. Otros agricultores siempre van a querer o necesitar algún equipo de labranza. En este caso también hay que ver el aspecto de seguridad. El



agricultor en situaciones de tiempo adverso u otras ocasiones debería estar preparado para hacer la intervención necesaria (Gogety, 1995).

Mientras un agricultor actualmente por ejemplo solo tiene un arado de discos y una grada de discos, puede resultar, que necesita un subsolador o paraplow, un arado de cincel, un arado de vertederas y otros equipos dependiendo del tipo de suelo y clima (Reynolds, 1995). Muchos de estos equipos probablemente no van ni siquiera a usar cada año. De este modo significaría, que el agricultor a primera vista tendría una carga más alta de inversiones en maquinaria.

Además a estos otros cambios en el parque de maquinaria del agricultor serán necesarios. No obstante se trata de un sistema de labranza reducida o de cero labranza que adopta el agricultor un efecto siempre va a ser una cantidad más alta de residuos en la superficie. Esto trae como consecuencia que la tecnología de siembra tiene que ser adaptada lo que significa muchas veces la compra de nuevas sembradoras para los respectivos cultivos (cultivos en hileras y cereales). Para cultivos en hileras nuevas cultivadoras que permiten el control mecánico de malezas con la presencia de residuos en la superficie será otro requisito necesario.

Estos son cambios importantes y sobretodo caros y riesgosos para el agricultor. Sin asistencia técnica específica y algunos otros incentivos será muy difícil llegar a un proceso de cambio.

El sistema de labranza nula elimina toda labranza normal. La labranza nula ha sido adoptada exactamente para el maíz en el sudeste. El procedimiento está utilizado menos extensamente en los extremos sureños y occidentales de la zona de maíz en los

E.U.A. La práctica se está extendiendo a otras áreas y otros cultivos, inclusive la soya y los granos pequeños.

La siembra aérea de los granos finos (trigo, Cebada, etc.) sobre cultivos en pie como maíz, sorgo, soja u otros, es un perfeccionamiento avanzado del no- laboreo posibilitando ambas producciones sin ningún tipo de laboreo, la del cultivo en hileras continuadas por la del grano fino.

Al realizar cultivos sin laboreo, es necesario las otras prácticas de manejo aceptadas y recocidas tales como la fertilización, la elección del suelo, el control de malezas e insectos, la elección de variedades y el momento de la siembra. No existe ningún método de laboreo que garantice buenos resultados, si se omiten o se usan inadecuadamente el resto de las practicas de producción comprobadas, sin embargo, las pruebas obtenidas por estaciones experimentales y la experiencia de numerosos agricultores demuestran como aumentan las diversas ventajas obtenidas por los métodos de no-laboreo, cuando estas reglas básicas de producción de cultivos son aplicadas tan cuidadosamente como en otros sistemas de laboreo.

### **Definiciones**

Enunciando simplemente, el no- laboreo consiste en sembrar cultivos en suelos previamente no preparados abriendo una ranura, surco o banda estrecha solamente del ancho y la profundidad suficiente para obtener una cobertura adecuada de la semilla. No se realiza ninguna otra preparación de suelo. El laboreo es innecesario gracias al uso de los herbicidas para controlar la maleza y los pastos indeseables, permitiendo que la energía química sustituya la mayor parte de potencia del tractor. (John Deere. 1981).

La siembra sin labranza, labranza nula o siembra en ranuras son los nombres de un procedimiento de siembra que no se requiere labranza ninguna excepto la que se hace por una reja en la área inmediata de la hilera del cultivo. (S.H. Phillips y H.M. Young. 1987).

El laboreo cero menciona Thompson, es donde se dejan los residuos sobre la superficie y en el suelo no se realiza ninguna labor de cultivo, por otra parte, el sistema de labranza convencional que por cierto la definición ha cambiado a través de los años, se trabaja dejando parte del suelo en su lugar y otra porción se mueve, para posteriormente con la ayuda de la máquina se inicie la siembra; a este tipo de cultivo también se le conoce como labranza mínima. (Dr. Curtís Thompson. 1995).

## **GENERALIDADES**

El maíz de labranza nula puede sembrarse en zacate, el rastrojo de un cultivo anterior, o en una capa protectora de centeno, cebada, u otro cultivo de protección que haya sido matado por un herbicida debido a que no hay ninguna labranza preliminar, por lo común se corta una ranura en la superficie del suelo frente del abridor de semillas de la sembradora, Una reja acanalada o algún otro dispositivo puede ser utilizado para realizar una cantidad limitada de la “labranza”. Si sea necesario para obtener un ambiente mejor para la semilla.

<b>RENDIMIENTO DE MAÍZ SIN LABRANZA VERSUS LABRANZA CONVENCIONAL EN VARIOS SUELOS EN KENTUCKY. (E.U.A.)</b>				
<b>TIPO DE SUELO.</b>		<b>KG/ (Bu/A)</b>		
		<b>No. De años.</b>	<b>Sin labranza.</b>	<b>Convencional.</b>
1. -	Marga Sed. Muaré.	10	8410 (134)	8225(131)
2. -	Marga Sed. Criare.	5	9100 (145)	7660 (122)
3. -	Marga Sed. Tilsit.	5	7090 (113)	7090 (113)
4. -	Marga Sed. Allegheny.	3	10100 (161)	10045 (160)

Es posible dedicarse a la producción de cultivos sin laboreo con menor inversión en maquinaria y menos requerimiento de potencia que cualquier otro método de labranza. Además como en el no-laboreo los riesgos de erosión se reducen significativamente, existe la posibilidad de dedicar para la agricultura, tierras con pendiente demasiado pronunciadas como para utilizar en la producción convencional de granos. Las practicas de no-laboreo, correctamente usadas, permiten desarrollar una cobertura del suelo muy eficaz.

El laboreo con cobertura de paja de rastrojo es sumamente eficiente si se controlan las malezas con herbicidas; sin embargo, se deben realizar algunas operaciones de laboreo para controlar las malezas y mantener una cobertura de paja

protectora del suelo. Se pueden facilitar los sistemas de laboreo de cobertura de paja de rastrojo, con una distribución uniforme de los residuos de los cultivos sobre la superficie del terreno.

El barbecho de verano es un sistema de manejo de cultivo en el cual se deja transcurrir uno o dos años entre cultivos sucesivos. Durante ese largo periodo se mantiene una cobertura de paja compuesta por vegetación y residuos de cosecha, muertos químicamente ó mecánicamente, a los efectos de favorecer la acumulación de nutrientes y agua en el suelo este sistema esta muy difundido en la zona triguera del noroeste y en la región de las grandes llanuras de Norte América.

En el caso específico del Oeste de Kansas el costo de labranza cero en la agricultura es más alto que el convencional, ya que se tiene que invertir en el uso de herbicidas, sin embargo, los beneficios se observaron en un 25 % de incremento de la cosecha del sorgo.

(Curtis Thompson, 1995.) Añadió que el costo de las sembradoras, específicamente para trigo, en los Estados Unidos van desde los 30 a los 70 mil dólares.

La erosión eólica constituye un grave problema para los suelos en barbecho. Sin embargo, el barbecho se considera esencial en zonas de poca pluviosidad, debido a que permiten almacenar el agua en el suelo para el cultivo siguiente. El barbecho en sí mismo no puede producir aumento en los rendimientos.

Aplicando el no-laboreo, los equipos y las técnicas de siembra de hoy en día permiten que todos los residuos queden sobre la superficie prácticamente intactos, reteniendo la humedad y reduciendo la variación diurna-nocturna de las temperaturas del suelo. Por lo tanto la mayoría de los beneficios de los diversos sistemas de cobertura de

paja y rastrojo se transfiere junto con este nuevo concepto, a medida que éste se aplica en otras zonas agrícolas.

El menor número de desplazamientos sobre el campo se traduce directamente en menores costos y en menor daño de la estructura del suelo por la compactación de la maquinaria y por el laboreo excesivo. El no laboreo también reduce los riesgos de la erosión eólica e hídrica, la sedimentación y la contaminación del aire.

Por lo tanto el no laboreo, provee las bases para un sistema de manejo del suelo más especializado, permitiendo el uso del sistema de cultivo nuevo y diverso. A su vez reduce la erosión por viento y por agua, mejora, la retención del agua en el suelo, baja los costos del cultivo y generalmente mejora los rendimientos.

Los problemas más significantes asociados con la producción sin labranza son el control de insectos y malezas y los rendimientos reducidos en algunos casos. Actualmente, los herbicidas e insecticidas representan el único método práctico de control. Sin embargo, los programas integrados de control de plagas puede que ayuden a reducir el requerimiento de pesticidas en el futuro además, hay en camino investigaciones para controlar maneras de evitar la reducción del rendimiento.

## **EL LABOREO CERO EN ALGUNOS ESTADOS DE MEXICO**

Agricultores progresistas han encontrado que pueden incrementar considerablemente sus rendimientos y bajar sus costos al poner en práctica. Sistemas de labranza más eficientes.

Aunque gran parte de los agricultores permanecen muy escépticos a cambiar de sistema de labranza por temor a fracasar o por creer que la forma en que trabajan es mejor y que les ha dado buenos Resultados toda la vida, Hoy en día cada vez son más los productores que se convencen de que al dejar la labranza tradicional para trabajar con mínima labranza o de conservación, les proporciona grandes beneficios a su economía y a sus tierras.

## **NAYARIT**

### **Cambios completos.**

El Ing. Toribio Gutiérrez Flores de Compostela, Nay. Explica que en la zona sólo tiene 28 días para sembrar el maíz, ya que el temporal de la zona no les permite más tiempo y para sembrar 170 hectáreas bajo estas condiciones y con el sistema de labranza requerían de 6 ó 7 tractores más 3 o'4 sembradoras, lo cual incrementaba considerablemente, el costo de producción. Para sembrar en ese periodo una superficie considerable de tierras sin tantas complicaciones, este productor optó por la labranza de conservación en función de la preparación del terreno. Al no barbechar el terreno, tiene dos meses más durante los cuales su ganado podía permanecer pastoreando el rastrojo del maíz. (El surco. No.4, 1994).

### **Técnicas Modernas**

“Con la labranza tradicional movía mucho las tierras y las dejaba casi pulverizadas”, dice el Ing. Gutiérrez. “Además con la precipitación tan fuerte que tenemos al inicio del temporal se pierde parte del suelo por que el agua que corría con el exceso de lluvia se lo llevaba”.

Para este agricultor ha sido importante incluir otras alternativas de mejoramiento de suelo junto con su programa de conservación. Entre las alternativas incluye el mantener un control permanente del P.H del suelo. Para controlar la acidez realiza un análisis del suelo por cada 5 hectáreas y aplica la cal necesaria en los lotes que marcan un P.H bajo o ácido.

### **Resultados Inmediatos**

Gracias al esfuerzo que el Ing. Rodríguez ha dedicado ala labranza de conservación ha logrado obtener un éxito total con el sistema. Aunque en el primer ciclo sus rendimientos fueron iguales que con la labranza tradicional, los costos los redujeron en un 20% con esta reducción logró promediar entre 1,800 y 2,000 pesos el costo por hectárea lo que le proporciono un ahorro de 400 pesos. “Este ahorro es el más significativo al multiplicarlo por las 170 hectáreas que siembro comento este productor”.

## **JALISCO**

Los suelos agrícolas del estado de Jalisco, el Dr. Curtís Thompson señalo que éstos son muy pesados, es decir tienen más arcilla, por lo que no tienen el potencial para le erosión eólica, sin embargo, por las pendientes que forman en los terrenos del Estado puede existir un potencial alto para la erosión hídrica. "Si se utiliza una labranza mínima en los suelos de Jalisco, seria posible que parte del residuo vegetal ayudara a minimizar la erosión del suelo, empero, con el período largo de sequía en este lugar, no es muy conveniente echar mano de esta clase de sistema". (Curtís Thompson. 1995).

Don Fidel Becerra Mendoza, de Tototlán Jal. Comenta que el no-tenia conocimiento de la labranza cero hasta que unos técnicos le fueron a proponer el



cambio. Inicialmente se sembraron 15 hectáreas. A manera de prueba. Posteriormente lo visito un técnico extranjero que trabajaba en FIRA. El cual le explico muy detalladamente como operaba la labranza cero. Este técnico le inspiro mucha confianza y lo convenció a tal grado de que decidió cambiar todo el área de siembra a este sistema.

### **Técnicas Modernas**

Los cambios realizados de fondo para trabajar con el sistema de labranza de conservación. Dice don Fidel fueron la eliminación del uso del arado y rastra, la elaboración del análisis del suelo cada ciclo y la adaptación de una sembradora para que pudiera sembrar sobre todo los residuos de la cosecha que iban quedando en la superficie del terreno. Este productor eliminó el paso del arado y la rastra por que estas practicas son muy caras y elevan considerablemente sus costos de producción. Con los análisis de suelos pudieron evaluar los daños que habían causado a sus tierras durante todos los años que tuvieron quemando los rastrojos, además de que, con los resultados que estos arrojaban, comenzaron a fertilizar adecuadamente sus cultivos en base a las recomendaciones de los técnicos y comenzaron a aplicar potasio el cual niquiera conocían.

### **Resultados Inmediatos.**

Don Fidel Becerra logró ahorros importantes al momento de iniciar el trabajo con la labranza de conservación. Este productor logró reducir sus costos en 500 pesos por hectárea.

La ventaja de don Fidel. Fue que desde un principio, aumento considerablemente sus rendimientos de maíz, “ Anteriormente solo lograba producir 5 toneladas de maíz por hectárea en los años buenos, Pero desde que cambié ala labranza de conservación

subí mi promedio a 8.5 Toneladas”. Añade que el incremento se debió ala cubierta de rastrojo que tiene en el suelo, además de que ahora los trabajos los realiza con mayor precisión. Éste promedio lo obtuvo en las 120 hectáreas que siembra, pero hubo partes donde levantó hasta 10.5 toneladas por hectárea. (EL SURCO. No. 4, 1994).

## TAMAULIPAS

### **Labranza cero**

El Señor Eliphalet Gómez, gusta de experimentar en su rancho de valle hermoso Tamaulipas, en fechas recientes puso en practica la técnica de Cero labranza y le está dando excelentes resultados.

“ En la región, los agricultores en general dan muchas labores a los campos y se pueden ver la mayoría de las parcelas completamente limpias de malezas. “ Cuando se supo que en mi campo había dejado los residuos del cultivo anterior y que además sembré encima de ellos, se me vio con malos ojos. Sin embargo, en la segunda siembra que hice, los más incrédulos empezaron a darse una vuelta por el rancho y comprobaron que aún tratándose de sorgo de temporal, estaba más vigoroso y cargado de grano que otro sorgo sembrado en forma convencional justo enfrente de mi campo”.

Si se toma en cuenta que el área en que siembra el señor Gómez, solo tuvo 55 mm. De precipitación en dos lluvias; a pesar de esto, su sorgo se desarrollo en magnificas condiciones. Según explica él, bajo los residuos de la cosecha anterior aún existía humedad, no así en el sorgo sembrado en forma convencional.

Por otra parte, en algunos lugares del Valle de Río Bravo los suelos tienden a erosionarse por los vientos. Esto sucede básicamente en las áreas de temporal, después

de las cosechas. En las orillas de las cercas, donde por obligación se deben poner barreras vegetales protectoras, el viento acumula hasta un metro o más de arena. Al dejar la cubierta de residuos del cultivo y rastrojos de malezas, se evita la erosión y el escurrimiento del agua.

“Otra ventaja que ofrece esta practica. Es que mejora la estructura del suelo. Las raíces de los cultivos anteriores, al podrirse; dejan túneles por donde penetra el aire y los nutrientes. Asimismo, se protegen los microorganismos de la capa arable. Las lombrices, por ejemplo, ya existen otra vez en mis terrenos y no las veía desde que desmonté para hacer la primera siembra”.

En cuanto al análisis comparativo de costos explica este productor que ahora ellos controlan las malezas con herbicidas, pero su costo es similar al que hacían para controlarla mecánicamente. Lo que sí recomienda el Señor Gómez es la asesoría de un especialista, para poder aplicar el herbicida específico para cada maleza sin perjudicar el cultivo.

Por último, dijo el Señor Gómez que en este sistema se utiliza una sembradora especial que ya existe en el mercado. Y agregó que en cada nueva siembra, la semilla se deposita en medio de los dos surcos anteriores. Por lo demás, asegura que la práctica da buenos resultados. Según dice este productor, la sembradora especial le ha prometido lograr altos, rendimientos en la zona temporalera de Río bravo. (EL SURCO. No.6, 1995).

## SONORA

### **Recuperación del suelo y eficiencia.**

Estos agricultores han descubierto que la labranza de conservación además de mejorar el suelo, reduce los costos y ahorra agua y fertilizantes entre otras cosas.

La labranza de conservación es el hecho de no aumentar los residuos de cosecha ni manipularlos con barbecho, ni rastreo, sino por el contrario hay que dejarlos sobre la superficie del suelo” dice el Señor Carlos Valenzuela Obregón, agricultor de Cd. Obregón Sonora. El objetivo de dejar los residuos sobre la superficie del terreno, dice este productor, es el evitar la erosión de los suelos, guardar la humedad y mejorar el nivel de materia orgánica de las tierras.

Bajo este principio nació la inquietud del Señor Valenzuela por cambiar la labranza de conservación. Pero además, este sistema le interesa como una forma de abaratar el costo de producción e incrementar los rendimientos de los cultivos.

### **Menos pasos**

Como hay que pisar el terreno lo menos posible para no compactar y dejar los rastrojos sobre la superficie, prácticamente las labores de campo, se reducen a siembra, cultivo mecánico, cosecha y desvare. Contrario a lo que los demás productores opinan, este agricultor está realizando la labranza de conservación en un terreno con riego por surco y aunque faltan algunos detalles por resolver, el sistema está trabajando en la totalidad del terreno.

Los pasos de éste sistema se limitan con dar un riego después de trilla. Posteriormente se aplican 2 litros de Faena disuelta en 2 kilos de sulfato de Amonio por hectárea. Esta tiene por objeto controlar de forma eficiente la primera tanda de malezas

que es la más problemática, por último antes de sembrar desvaran los rastrojos del cultivo anterior. Tan pronto de punto la tierra se siembra y pasan las cultivadoras, para levantar el surco y no volver a entrar al terreno hasta que se efectúe la cosecha.

“ Con la labranza de conservación tenemos una reducción de costos del orden del 30% al 35 %, por el hecho de trabajar la tierra y entrar directamente con la siembra “ Dice el Ing. Javier García Leyva asesor del grupo de validación de tecnología de la unión de crédito de agricultores del Yaqui, a la cual pertenece el Sr. Valenzuela. También hay un ahorro en el costo del agua, ya que bajo éstas condiciones pueden eliminarse hasta dos riegos de auxilio al evitar la pérdida de humedad por evaporación y por lixiviación.

Otro ahorro importante que ofrece el sistema, señala el Ing. García, se obtiene con la fertilización y aunque ellos todavía no lo tienen cuantificado, este se presentará al colocar el fertilizante en banda, más cerca de la planta y en el sitio localizado con esto se podrá aprovechar los efectos residuales y bajar la dosis de fertilización.

Para el técnico, la importancia de la labranza de conservación no radica solamente en la reducción de costos, sino en el mejoramiento del suelo, el cual se logra, en gran parte, al dejar los rastrojos en la superficie del terreno. (EL SURCO, No.2, 1994).

## **CHIHUAHUA**

### **Terrenos Agotados**

El Lic. Eduardo Barba de la ciudad de Cuauhtémoc, Chih. Este productor decidió cambiar a ésta técnica cuando comenzó a ver un daño muy severo en suelo.

“Después de 9 años de estar sembrando maíz y aplicar Amoniaco Anhidro, causamos un deterioro muy fuerte en el suelo.” Dice éste productor.

“ Como consecuencia comenzamos a tener descontrol del P.H del suelo. También tuvimos problemas para la asimilación del fertilizante y dificultad para la emergencia de las plantas.”

Según el Lic. Barba, antes de adoptar el nuevo sistema tenía muchos problemas para hacer nacer el maíz. Esto se debía a que la capa superficial del suelo estaba completamente deteriorada, al grado de que los terrones no se podían deshacer. Estos problemas de producción hicieron reflexionar al Lic. Barba el cual optó por cambiar a la labranza de conservación. Después de 4 años de dejar los rastrojos en el campo ha observado una recuperación del terreno, ya que ahora tiene 3 % de M.O. en los primeros 10 cm. Del suelo en comparación con el 0.05 cm. Que tenían antes. Lo ideal, dice el Lic. Barba, sería llegar a un 4% ó 5 % de M.O. Ya que esto traería un ahorro mayor de fertilizante.

Los ahorros que ha logrado con el nuevo sistema este productor dice: que su costo de producción de maíz es de 1,100 pesos por hectárea. En cambio, con el sistema de labranza convencional sus vecinos tienen costos de 1,800 a 2,500 pesos por hectárea además, el Lic. Barba agrega que también hay ahorro al usar mucho menos la maquinaria y reducir el desgaste de la misma.

Aunque ambos entrevistados realizaron su cambio de labranza convencional a labranza cero. Ninguno de ellos recomienda hacer ese cambio tan radical, ya que es muy riesgoso para el productor. Lo más recomendable dice el Lic. Barba es cambiar primero

a labranza mínima e ir incorporando un poco de rastrojo en el suelo. Posteriormente cuando el terreno haya mejorado se puede adoptar la labranza cero.

La mayoría de las tierras agrícolas en México presentan cierto grado de erosión y de acuerdo con los productores entrevistados es posible recuperarlas por la labranza de conservación. Así se mejora la eficiencia y se pueden reducir los costos de producción.

## **METODOS DE NO LABOREO**

### **1.- No-laboreo.**

No requiere un laboreo previo. Excepto la que se hace por un disco o una reja, no más de 7cm. de profundidad. El control de malezas se efectúa con herbicidas.

### **2.- Laboreo en bordos.**

La siembra en bordos permanece sobre los residuos. Se afirma el surco cada año. El control de malezas se realiza combinando escardas tratando de mover lo menos posible el residuo y los herbicidas.

### **3.- Labranza en franjas.**

Se trabaja 1/3 de la superficie del suelo. Se deja sin trabajar hasta antes de la siembra. Se cambian escardas y herbicidas para controlar malezas.

### **4. Labranza en plano.**

Se trabaja la superficie total del suelo. Control de malezas mediante escardas mecánicas o con herbicidas.

## **VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ESTE MÉTODO**

### **VENTAJAS**

- 1.- La capa de protección superficial, dejada en el lugar al sembrar el cultivo, proporciona protección contra erosión por viento y agua.
- 2.- Se requiere menos pasos a través del campo. Así que se puede producir más hectáreas de cultivo con el mismo equipo.
- 3.- Menor perjuicio para el suelo causado por las maquinas.
- 4.- Mayor oportunidad de siembra y cosecha.
- 5.- Hay un ahorro del 75 por ciento aproximadamente, del combustible total utilizado para la labranza.
- 6.- Reducción de ciertos riesgos climáticos.
- 7.- Ahorro de dinero. La labranza de conservación reduce considerablemente los costos de operación en comparación con la labranza convencional.
- 8.- Ahorro en humedad y suelo. Ayuda a mantener un mayor contenido de humedad y reducir considerablemente la erosión por viento y agua.
- 9.-Ahorro en recursos. Además de ahorrar dinero en equipo y costos de operación, permite tener rendimientos iguales o mejores.
- 10.- Ahorro en tiempo. Se realizan menos pasos en el campo y las operaciones necesarias se hacen mas rápidamente.
- 11.- Menos costo de combustible.
- 12.- Menos inversión de capital en equipo.
- 13.- Menos costos de reparación y menos tiempo de maquinaria ociosa.



14.- Aumento en el contenido de materia orgánica y mejora de la estructura del suelo a través del tiempo.

15.- Los residuos del suelo protegen de los eventos de secado y calentamiento por el sol y el viento.

16.- Mejor infiltración del agua.

### **DESVENTAJAS**

1. Por ser tecnología nueva, no existe experiencia suficiente.
2. Se requiere de equipo especializado.
3. Puede haber aumento de malezas perennes.
4. Puede ser necesarios más agroquímicos.
5. No es recomendable para todo tipo de cultivos.
6. No es aplicable para todo tipo de suelos.

## RECOMENDACIONES

La baja redituabilidad por el precio de los granos básicos y la preocupación por proteger el ambiente, han aumentado el interés hacia la labranza de conservación (L. C). Los ensayos en la L. C. se iniciaron hace 30 años. En los 60 y los 70 el concepto se afianzo, pero no así la tecnología, en los 90 la tecnología ha alcanzado a los conceptos haciendo la conversión hacia la labranza de conservación relativamente libre de riesgos.

La conversión de la agricultura convencional, hacia la labranza de conservación puede ser el mayor cambio que los agricultores harán en su vida. Existen siglos de experiencia en labranza convencional que la labranza de conservación no posee. El adoptar los siguientes pasos hará la transición más redituable y más segura.

### **1. - paso**

- a).- Capacitase para mejorar las operaciones de campo con labranza de conservación.
- b).- Asista a seminarios y demostraciones.
- c).- Obtenga asesoría de productores con experiencia.
- d).- Inicie utilizando prácticas y procedimientos bien probados.
- e).- Prepárese anímicamente para los cambios en conceptos.

### **2. - Paso**

- a).- Prepare la parcela.
- b).- Haga un muestreo de la fertilidad de suelo y determine problemas de compactación.
- c).- Lleve un registro de la localización y los resultados de los muestreos.

- d).- Nivele sus terrenos y corrija problemas de drenaje.
- e).- Establezca practicas de conservación adicionales en caso de ser necesario.
- f).- Ubique en el terreno las áreas con problemas de malezas.
- g).- La transición del laboreo tradicional al laboreo de conservación en toda la finca requiere de dos o tres ciclos anuales de cultivo.

### **1.-Primer Ciclo**

- 1.- Corrija los problemas de compactación y fertilidad detectados.
- 2.- Adecue su equipo agrícola y seleccione variedades de semilla de emergencia vigorosa.
- 3.- Controle adecuadamente las malezas.
- 4.- Modifique su trilladora para distribuir de manera uniforme el residuo durante la cosecha con un desparramador de paja.
- 5.- Para evitar la recompactación de los terrenos, use trafico controlado, llantas más anchas y evite el paso de camiones durante la cosecha.

### **2.-Segundo ciclo**

- 1.- Rote los cultivos y continúe las prácticas utilizadas en el primer ciclo adecuándolas a las peculiaridades de su operación y objetivos de su parcela.

## CONCLUSIONES

Cuando servicios de extensión hacen validaciones de nuevos métodos de labranza incluyendo cambios en los equipos. El sector privado de los distribuidores y productores de implementos deberían ser involucrados. Esto aseguraría, que los implementos requeridos para un cambio de tecnología estarán disponibles comercialmente.

Normalmente estos impulsos para cambios y desarrollo tecnológico deberían ser inducidos por el sector comercial directamente. Desafortunadamente en muchos países el sector no es suficientemente profesional, para tomar este liderazgo tecnológico. La realidad tecnológica en muchos países inhibe también ese tipo de iniciativa comercial. Por lo tanto los distribuidores y productores ofrecen con un mínimo de inversión equipos no conocidos que los agricultores compran sin promoción especial. Esto lleva a un círculo vicioso de modo que el agricultor solo compra, lo que conoce y el sector comercial también solo ofrece lo que el agricultor conoce. Los mecanismos deben ser identificados para salir de este estancamiento tecnológico.

Los tractoristas normalmente no son entrenados y raras veces tienen habilidades de ajustar implementos de labranza en la forma correcta. La falta de profesionalismo, ajustes incorrectos de equipos entre otros agravan también con equipos tradicionales los efectos negativos. Un ejemplo es el deseo de muchos tractoristas de trabajar con altas velocidades sacrificando a veces calidad de trabajo y causando una pulverización no necesaria. En muchos países no existen capacidades para entrenar un operador. De este

modo estaría difícil introducir nuevos equipos que requieran una capacitación especial del personal operador.

Otro aspecto que afecta los suelos y que depende de la capacidad del tractorista, es el tráfico en el campo y métodos para reducir al máximo posible compactaciones causadas por máquinas agrícolas en el campo.

Esto comienza por el tipo de llantas y las precisiones usadas y llega hasta la organización del trabajo para evitar vueltas no necesarias. Muy importante es también la consciencia sobre los efectos del tráfico y compactación en los suelos apenas roturados. En este sector se encuentran frecuentemente errores que resultan en compactaciones serias y consecutivamente en una reducción consecutiva de infiltración de agua.

Soluciones para un entrenamiento adecuado y sostenible de tractoristas son determinantes para mejoras en este sector.

Las posibles soluciones a los problemas mencionados se encuentran en formas de uso compartido de maquinaria e implementos, sea entre varios agricultores o en forma de contratistas. Esto no solo llevaría a una carga de inversión menor a cada agricultor, sino facilita también la actualización del equipo al desarrollo tecnológico y la capacitación adecuada de sus operadores especializados.

También en este sector soluciones adecuadas para la situación de cada país o región deberían ser desarrolladas y evaluadas.

La conservación del suelo y también la conservación del agua lleva a problemas no solamente técnicos. Para llegar a cambios reales en el campo, hay que ofrecer al agricultor la tecnología adecuada en una forma integral cubriendo todos los aspectos del sistema de cultivos. La única forma para establecer esta oferta sostenible existe a través

del sector comercial. Sistemas de incentivos y sobre todo una capacitación en nivel de comerciantes y productores de maquinaria, agricultores y operadores son necesarios para lograr esto. Sistemas innovativos para el uso de la maquinaria son necesarios para aliviar la carga económica al agricultor. Estos aspectos que son determinantes para cambios en sistemas de cultivación del suelo requieren aportes por la parte de la ingeniería agrícola en forma integrativa.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- García Fernández J y García del Caz R. 1976, Maquinaria agrícola, Impreso en México por Marcombo S. A., Barcelona España.
- 2.- Bower, W. 1977, Manejo de Maquinaria. Fundamentos del Funcionamiento de Maquinaria. John Deere. E. U.
- 3.- Harris A.G. 1977 Maquinaria Agrícola Editorial Acribia, España.
- 4.- Hunt Donnell, 1988, Manual de Maquinaria Agrícola, Editorial Limusa, México D. F.
- 5.- Manual para Educación Agropecuaria, 1985, Organización del Taller Rural, 1ª, Edición, Editorial Trillas, México D. F.
- 6.- Ortiz Cañavate J, y Fernández L. J., Técnica de la Mecanización Agrícola, Tercera Edición, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid España.
- 7.- Shippen J. N. 1987, Maquinaria Agrícola Básica, Editorial Acribia, Zaragoza España.  
Smith Harris P. 1979, Maquinaria y Equipo Agrícola, Ediciones Omega S. A. Barcelona España.

- 8.- Soto Molina S. 1983, Introducción al estudio de Maquinaria Agrícola, Editorial Trillas, México D.F.
- 9.- Stone Archie A. 1976, Maquinaria Agrícola, Editorial Continental S.A. México D.F.
- 10.- José Cuerda. 1984, Fundamentos de la Agricultura, Editorial Océano, S.A.
- 11.- CONACYT. 1988, Al Descubrimiento de la Tecnología, Primera edición. , Editorial Limusa, S.A de C.V.
- 12.- John Deere. 1981, Conservación en la agricultura, Editorial Deere & Company, Moline, Illinois.
- 13.- S. H. Phillips y H. M. Young (h). 1987, Agricultura sin Laboreo, Tercera edición. , Editorial, Hemisferio Sur S. R. L. Agropecuaria.
- 14.- Dr. Curtís Thompson. 1995, La Labranza Cero Y Convencional En la Agricultura, (Conferencia en la Facultad de Agricultura y Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Guadalajara (UAG)).
- 15.- Erbach, D.C. (1994): Benefits of Tracked Vehicles in Crop Production; in: B.D. Soane and C. van Ouwerkerk (Eds.): Soil Compaction in Crop Production, Amsterbam 1994.



16.- Gogerty, R. (1995): When One Tillage System Isn't Enough; The Forroww  
100(4):37-38

17.- Kayombo, B. and R. Lal (1994): Responses of Tropical Crops to Soil  
Compaction; in: B.D. Soane and C. van Ouwerkerk (Eds.): Soil Compaction in Crop  
Production, Amsterdam 1994.

18.- Larson, W.E., A. Eynard, A. Hadas and J. Lipiec (1994): Control and Avoidance of  
Soil Compaction in Practice; in: B.D. Soane and C. van Ouwerkerk (Eds.): Soil  
Compaction in Crop Production, Amsterdam 1994.

19.- Reynolds, R. (1995): New Ways to Break Old Ground; Deere & Company,  
Moline/Illinois, USA.

20.- Taylor, J.H. (1994): Development and Benefits of Vehicle Gentries and Controlled  
Traffic Systems; in: B.D. Soane and C. van Ouwerkerk (Eds.): Soil Compaction in Crop  
Production, Amsterdam 1994.

21.- Vermeulen, G.D. and U.D. Perdok (1994): Benefits of Low Ground Pressure Tyre  
Equipment; in: B.D. Soane and C. van Ouwerkerk (Edit.): Soil Compaction in Crop  
Production, Amsterdam 1994.

22.- El Surco. (1995): Labranza Mínima a su Gusto. Edición Mexicana; Año 100; No. 4, Artículo 16.

23.- El Surco. (1995): Aprende a Conservar el Suelo. Edición Mexicana; Año 100; No. 6, Artículo 20.

24.- El Surco. (1994): Algunas Ventajas de la Siembra Directa. Edición Mexicana; Año 99; No. 3, Artículo. 8.

25.- El Surco. (1994): Recuperando Suelos y Eficiencia. Edición Mexicana; No. 2. Año 99. Artículo. 20.

26.- El Surco. (1995): El Manejo Mínimo del Suelo. Edición Mexicana; Una Practica que se Extiende; No. 2. Año 100. Artículo 9.

27.- El Surco. (1995): Labranza de Conservación. Edición Mexicana; No. 1. Artículo No.16.

