



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

Descripción y Características de la Maquinaria y  
Equipo Agrícola Utilizado en el Sistema de  
Labranza de conservación

Por:

**José Alfredo Sánchez Cruz**

**M O N O G R A F I A**

Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:

**INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio de 2004



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA**

Descripción y Características de la Maquinaria y Equipo Agrícola Utilizado en el  
Sistema de Labranza de Conservación.

Por:

**José Alfredo Sánchez Cruz**

**MONOGRAFIA**

Que somete a la Consideración del H. Jurado Examinador como Requisito  
Parcial para Obtener el Título de:

**INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA**

Aprobada por el Comité de Tesis  
Presidente del Jurado

---

**Ing. Ramiro Luna Montoya**

Asesor

Externo del INIFAP

Sinodal

---

**Ing. Marco Antonio Reynolds Chávez**

---

**M.C. Tomas Gaytán Muñiz**

Coordinador la División de Ingeniería

---

**M.C. Luis Edmundo Ramírez Ramos**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2004

## *AGRADECIMIENTOS*

A Dios por darme ese hermoso detalle de la vida, por permitir vivir rodeado de grandes personas, por guiarme por el buen camino y por haberme permitido terminar mi carrera

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” mi Alma Mater por cobijarme en su seno y por darme la oportunidad de realizar uno de mis objetivos primordiales, el de convertirme en un profesional. Te tendré en el corazón por siempre.....

A todos los Ingenieros que durante toda la carrera me impartieron clases, por los conocimientos adquiridos y que dejaron huella en mí, los cuales me ayudaran en el ejercicio profesional.

Al Ingeniero Ramiro Luna Montoya por su apoyo brindado para realizar bajo su asesoría el presente trabajo de investigación, además, por brindarme su amistad durante toda mi estancia en la Universidad.

Al Ingeniero Uriel Serna Fernández porque lo considero un gran amigo, quien con sus sabios consejos y regaños me ayudaron a terminar mi carrera como universitario.

Al Ingeniero Marco Antonio Reynolds Chávez, que con sus conocimientos sobre el tema del trabajo de investigación pudo ayudarme a terminar la Monografía, y además, por brindarme su amistad desde su llegada a la Narro.

Al Dr. Martín Cadena Zapata por sus conocimientos que me brindo en varias materias y por ayudarme en la realización de este trabajo.

A Yuri Zumaya, por los grandes momentos inolvidables que pasamos juntos, los cuales tendré presentes en mi vida. Eres una persona especial....

A mis amigos Nadia Escamilla, Miguel Ángel Gutiérrez, Víctor Hugo Zetina, Eddy Balan, Miguel Ángel Chan, Inés Antonio, Adaluz

De Paz, Edgar Villatoro, Juan Alberto Pérez; por los momentos buenos o malos pero siempre juntos. En realidad son parte de mi familia.

A Maria de los Ángeles porque en el corto tiempo de conocernos estoy convencido de su gran amistad, por eso estará siempre en mis buenos pensamientos. Agradezco mucho tu amistad...

A Javier Cepeda (†) un compañero que Dios lo llamó y no lo dejó terminar su carrera junto a nosotros. Pero nos demostró ser una gran persona durante el tiempo que compartimos juntos.

A todos mis compañeros de la carrera y en especial a los de mi generación, por todos los buenos ratos que pasamos en la Universidad.

### *DEDICATORIA*

#### **A MI MADRE:**

*Concepción Cruz de la Rosa*

Con todo mi agradecimiento. Por darme la vida, tu amor, tus cuidados, tus sabios consejos, tus regaños, tu confianza, por enseñarme a ser una persona de bien, una persona humilde y por darme la gran oportunidad de haber estudiado una carrera universitaria. Sé que nunca voy a poder pagar por todo lo que haz realizado por mi, pero estoy convencido que la culminación de mi carrera es para ti una gran satisfacción por todo el esfuerzo realizado. Es por eso que este insignificante trabajo lo dedico a mi IDOLO....QUE ERES TÚ MAMÁ....

**A MI TIO:**

*Martín Antonio Magariño Domínguez (†)*

Estoy muy agradecido por todo el apoyo que me brindaste. Los consejos de padre que solías darme me dieron mucha fuerza y determinación para terminar la carrera, aunque ya no estas con nosotros se que estas muy orgulloso de ver a tu sobrino convertido en un profesionalista. Gracias por todo.....FLACO....

**A MI HERMANA Y CUÑADO:**

*Claudia Sánchez Cruz y Martín Ibarra Anaya*

Por brindarme siempre su amistad, su apoyo, su cariño y que siempre me alentaron para seguir adelante para conseguir mi meta, y por todo eso, los llevare en mi corazón. Les deseo todo el éxito del mundo en sus vidas.

**A TODA MI FAMILIA:**

Que desde tan lejos siempre me apoyaron y me dieron ánimos para alcanzar mis objetivos, para no decaer por algún problema que se me presentara.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS</b> -----	v
<b>DEDICATORIA</b> -----	vi
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> -----	1
<b>1.1. Antecedentes</b> -----	2

<b>1.2. Justificación</b>	4
<b>1.2. Objetivos</b>	5
a) Generales	5
b) Específicos	5
<b>II. GENERALIDADES SOBRE LABREANZA DE CONSERVACIÓN</b>	7
<b>III. MAQUINARIA Y EQUIPO PARA LABRANZA DE CONSERVACIÓN</b>	10
3.1. Equipo de tracción animal para la preparación de la cama de siembra	10
3.1.1. Arado andino	11
3.2. Equipos de tracción motriz para la preparación de la cama de siembra	12
3.2.1. Multiarado	12
3.2.2. Características del Multiarado	13
3.2.3. Nivelación del Multiarado	14
3.2.4. Ajustes	14
3.2.5. Reglas de operación	15
3.2.6. Ventajas obtenidas con el uso del Multiarado	16
3.3. Arado-Delta	17
3.4. ParaPlow	18
3.4.1. Condiciones de uso	20
3.4.2. Ventajas del ParaPlow	20
3.5. Arado de cinceles	21
3.5.1. Características del arado de cinceles	22
3.6. Arado Vibrocultivador	23
3.6.1. Características del arado Vibrocultivador	24
3.7. Equipo de siembra manual	25
3.8. Equipo de siembra directa con tracción animal	25
3.8.1. Yunticultor	27
3.8.2. Características del Yunticultor	27
3.8.3. Multibarra	28
3.8.4. Características de la Multibarra	29
3.8.5. Sembradora de espeque rotativo de siembra directa	30
3.9. Equipos de siembra directa con tractor	31
3.9.1. Características de las sembradoras de siembra directa	31
3.9.2. Sembradoras mecánicas para labranza de conservación	32
3.9.3. Ajustes de la sembradora mecánica	33
3.9.4. Sembradoras neumáticas de precisión	36
3.9.5. Características de una sembradora neumática	37
3.9.6. Impacto (solución de problemas)	38
3.9.7. Comparación de los distribuidores neumáticos y mecánicos	38
3.9.8. Elementos principales de una sembradora de conservación	40
3.9.9. Problemas en el uso de las sembradoras de conservación y soluciones alternativas	45

3.10. Equipo para el manejo de residuos -----	46
3.10.1. Picador de residuos de tracción animal -----	48
3.10.2. Picador de residuos de eje horizontal -----	49
<b>IV. RELACIÓN DEL EQUIPO AGRÍCOLA CON LOS TIPOS DE LABRANZA DE CONSERVACIÓN -----</b>	<b>51</b>
4.1. Labranza Cero-----	52
4.2. Labranza Mínima -----	53
4.3. Labranza de Conservación-----	54
4.3.1. Ventajas del sistema de labranza de conservación-----	55
4.4 Trabajos actuales bajo investigación en la labranza de conservación-----	58
<b>V. IMPLEMENTACIÓN DE LABRANZA DE CONSERVACIÓN EN MÉXICO Y EN EL MUNDO -----</b>	<b>61</b>
<b>VI. CONCLUSIONES -----</b>	<b>65</b>
<b>VII. LITERATURA CITADA -----</b>	<b>66</b>
<b>VIII. ANEXOS-----</b>	<b>71</b>
<b>ANEXO 1-----</b>	<b>72</b>
<b>ANEXO 2-----</b>	<b>75</b>
<b>ANEXO 3 -----</b>	<b>76</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

3.1 Arado andino.....	11
3.2 Multiarado.....	13
3.3 Arado Delta.....	18
3.4 Arado ParaPlow.....	19

3.5	Brazo del arado ParaPlow.....	19
3.6	Arado de Cinceles.....	22
3.7	Arado Vibrocultivador.....	24
3.8	Sembradora-Fertilizadora manual.....	25
3.9	Tracción animal.....	26
3.10	Yunticultor.....	27
3.11	Multibarra.....	29
3.12	Sembradora de espeque rotativo.....	31
3.13	Sembradora mecánica para labranza de conservación.....	33
3.14	Resorte para regular la presión.....	34
3.15	Disco cortador y abridor.....	35
3.16	Profundidad uniforme de la semilla.....	36
3.17	Ruedas compactadoras.....	37
3.18	Sembradora neumática.....	38
3.19	Dosificador neumático de succión.....	40
3.20	Dosificador mecánico.....	41
3.21	Elementos de corte de residuos e inicio de la franja de siembra.....	43
3.22	Elementos de apertura del surco.....	44
3.23	Elementos de cubrimiento de la semilla y cierre del surco.....	45
3.24	Elementos de control de profundidad.....	46
3.25	Suelo cubierto por 75% de residuos de maíz.....	47
3.26	Cosechadora combinada.....	49
3.27	Picador de residuos de tracción animal.....	50

4.1	Sembradora de labranza cero.....	52
4.2	Labranza mínima con arado de cinceles.....	54
4.3	Residuos de cosecha en cultivos de maíz.....	55
4.4	Implemento para reducir el tráfico de maquinaria.....	59
4.5	Fusión de implementos.....	59
4.6	Preparación del terreno en una sola pasada.....	60
4.7	Labranza completa en una sola pasada.....	60

**ÍNDICE DE CUADROS**

3.1. Especificaciones del Multiarado.....	14
3.2. Condiciones de uso del arado ParaPlow según el tipo de suelo.....	20
3.3. Especificaciones del arado de cinceles.....	23
3.4. Especificaciones del arado Vibrocultivador.....	25
4.1. Comparación de humedad en labranza de conservación y labranza tradicional.....	57
4.2. Erosión referente a la pendiente en labranza de conservación y labranza tradicional.....	58
5.1. Países con labranza de conservación.....	62

## I. INTRODUCCIÓN

La sostenibilidad de la producción es afectada por la labranza convencional, especialmente por sus efectos sobre los procesos (sellado y encostrado, compactación, aireación, infiltración, erosión, drenaje interno, lavado, mineralización de materia orgánica, evaporación de agua del suelo, etc.) y propiedades de suelo (agregación, porosidad, conductividad hidráulica, retención de humedad, conductividad eléctrica, etc.), sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo.

En los países en desarrollo, la erosión inducida con la labranza convencional puede exceder las 150 ton ha<sup>-1</sup>, al año, y la erosión de los suelos es la causa del 40% de la degradación de la tierra en todo el mundo (FAO, 2001), es por ello que hoy en día muchas tierras agrícolas que con anterioridad eran muy ricas en nutrientes y de los cuales se obtenían grandes producciones, en la actualidad están totalmente deterioradas y abandonadas por los agricultores, porque simplemente ya no son productivas. Las causas se deben principalmente a los sistemas agrícolas convencionales basados en el uso intensivo y continuo del arado, donde estos sistemas son difíciles de sostener en varias zonas climáticas, ya que degradan los suelos.

Para detener los daños ocasionados por el sistema de labranza tradicional es necesario adoptar un sistema que permita mejorar la calidad del suelo para lograr mayores rendimientos en las cosechas, esto se puede lograr con el ya conocido sistema de labranza de conservación, el cual presenta porcentajes de recuperación superiores al 75% en las pérdidas del suelo, cuando el sistema ya se ha establecido.

Uno de los factores que limita la adopción de los sistemas de labranza de conservación se debe en gran medida al desconocimiento total de la correcta selección, uso y operación de la maquinaria y equipo agrícola, así como las técnicas conservacionistas de siembra, lo que conlleva al total deterioro ecológico y costos excesivos para la producción de cultivos.

El presente trabajo es una guía de las principales técnicas conservacionistas, donde además, se da a conocer la información más reciente y actualizada del desarrollo de los principales equipos y de la maquinaria agrícola empleada en estos sistemas.

### **1.1. Antecedentes**

El origen de la agricultura mexicana partió de la fusión de dos culturas. La base fue la agricultura indígena mesoamericana que de hecho tenía un historial de alrededor de 5000 a 9000 años de antigüedad y que entre otras cosas había logrado domesticar al maíz (Fussell, 1992). La agricultura original era en realidad conservacionista, sembraban a piquete (palo con punta) y nunca quedaba la superficie desnuda. Incluso la roza-tumba y quema no era nociva porque los ciclos de descanso eran lo suficientemente largos para permitir la rehabilitación total del suelo. Fue sobrepuesta a ella la agricultura europea, particularmente la originaria del mediterráneo que trajo al Continente Americano nuevos cultivos, herramientas, aperos de trabajo y animales, lo más sobresaliente de este cambio fue haber introducido a los sistemas indígenas una nueva fuente de energía generada por animales: equinos y bovinos, hasta entonces desconocidos aquí. Esta fuerza animal jalaba un arado de tipo egipcio que roturaba la tierra, pero afortunadamente no invertía el perfil, hacía en realidad el trabajo de un cincel.

Uno de los primeros contactos que se tuvo en México con labranza de conservación, se dio a fines de la década de los setenta cuando el Centro

Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) inició un programa de capacitación en sus instalaciones e invitó a un grupo de técnicos e investigadores del FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura, en el banco de México) y del entonces Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) a un recorrido por varias regiones agrícolas del medio oeste de Estados Unidos, que habían adoptado el sistema labranza de conservación. Las dos instituciones iniciaron actividades de este sistema en sus campos respectivos: demostración y promoción en el FIRA y de investigación en el INIA (González, 1990).

La maquinaria agrícola en los primeros años fue una limitante primordial para iniciarse en la labranza de conservación, las únicas sembradoras disponibles eran importadas y a precios inasequibles para la mayor parte de los agricultores. Posteriormente, se han diseñado equipos funcionales para tiro mecánico y animal por INIFAP (Del Toro, 1997; Campos, 1996, 1997, 1999) y otras instituciones como la UACH (Gaytán *et al*, 1999a, 1999b); además, varias compañías pequeñas (mínimo 12) han entrado al mercado con sus propios diseños, incluso actualmente algunas fabrican localmente equipos para siembra directa neumática de precisión. Por otra parte, las grandes compañías como John Deere y New Holland fabrican sembradoras en México para pequeños y medianos agricultores. Esto no quiere decir que los problemas de mecanización estén resueltos.

El INIFAP menciona en el año 2000 que la labranza de conservación reduce hasta el 66% de pérdida de suelo; el rendimiento de frijol, chile, maíz, jitomate y sorgo, se incrementa en 20, 40, 50, 50 y 60%, respectivamente; los equipos de tracción animal para labranza de conservación permiten un ahorro de 50% en tiempo para la siembra de maíz; los equipos de tracción mecánica para labranza de conservación ahorran 50% del tiempo para el establecimiento de los cultivos.

El uso de labranza de conservación no consiste únicamente en dejar los residuos de cosecha en la superficie del suelo, ni reducir el paso de maquinaria para preparar la cama de siembra, ni aumentar las dosis de productos químicos en los primeros años para combatir plagas y enfermedades; si no que éste sistema de labranza engloba muchas técnicas que son utilizadas de acuerdo a la topografía del terreno, el tipo de cultivo que va a sembrarse y también depende del clima. Por estas razones, se debe tener un amplio conocimiento del sistema de labranza de conservación para determinar la técnica e implementos adecuados que deben ser utilizados para obtener los resultados esperados. Otra cuestión de las principales limitantes de las técnicas conservacionistas es la falta de información acerca de que implementos o equipos son los adecuados para cada variante del sistema.

## **1.2. Justificación**

Uno de los principales problemas que afecta el agro-nacional es sin duda la incorrecta selección de los sistemas de labranza, así como el desconocimiento y uso adecuado de implementos y equipos necesarios para cada sistema.

La práctica de un sistema de labranza tradicional donde se usan técnicas inadecuadas de acuerdo a la topografía del terreno y a los factores climáticos de cada región repercute en varios factores adversos para la agricultura, esto se comprueba en el rendimiento donde cada ciclo agrícola la producción es menor.

Cabe mencionar que la falta de información por medio de instituciones u organizaciones de investigación sobre el daño que provocan los sistemas tradicionales es todavía muy poca, por ello los agricultores siguen practicando una agricultura tradicional.

Por lo anterior, la labranza de conservación debe ser difundida ampliamente, a partir de capacitaciones y publicaciones bibliográficas de las investigaciones más recientes sobre este sistema conservacionista, donde se mencionen las ventajas obtenidas con el sistema y también los factores necesarios que deben ser acatados para el buen funcionamiento de la labranza de conservación, como por ejemplo el tipo de equipos e implementos que deben utilizarse.

## **1.2. Objetivos**

### **a) Generales**

- Identificar la maquinaria y equipo apropiado utilizadas para el sistema de labranza de conservación y sus diferentes prácticas.
- Conocer los requerimientos necesarios para el uso del equipo agrícola en las prácticas conservacionistas de producción.
- Cooperar en la difusión bibliográfica de la maquinaria utilizada en los sistemas conservacionistas, puesto que existe muy poca información sobre el tema.

### **b) Específicos**

- Conocer la importancia socioeconómica que se presentan con la adopción del sistema de labranza de conservación.
- Relacionarse con las prácticas complementarias de labranza de conservación.
- Difundir una cultura conservacionista de los recursos agua-suelo.

- Elaborar un documento de la descripción, características y componentes de la maquinaria y equipo agrícola que se utiliza en el sistema de labranza de conservación.

## II. GENERALIDADES SOBRE LABRANZA DE CONSERVACIÓN

Con el uso de sistemas de labranza de conservación en maíz, se mencionan varios factores involucrados, entre los que destacan: el uso de fertilizantes, el control de insectos y malezas, y el comportamiento de los genotipos que se manejan bajo condiciones de los métodos de labranza.

Phillips y Young. (1973), definen a la labranza cero como “la siembra de cultivos en suelo sin preparación previa, mediante la apertura de canales, surcos o franjas angostas de suficiente anchura y profundidad para obtener una cobertura de semillas apropiada. No requiere de una preparación adicional de suelo”.

Jones et al. (1986), mencionan que tanto el crecimiento de la planta, como el rendimiento de grano de maíz, generalmente se incrementa al reducir el nivel de labranza. Estos mismos autores encontraron rendimientos de 18 a 39 % superiores bajo labranza cero, comparado con labranza tradicional, en un periodo de seis años; también señalan que el mantillo aportado por la labranza de conservación fue efectivo para conservar la humedad y detener la erosión del suelo.

Obando y Peralta, (1981), en la Estación de "Dean Padgett Benerd", ubicada en Nueva Guinea en el Atlántico sur de Nicaragua, se comparó el efecto de labranza del suelo con maquinaria agrícola, contra un sistema tradicional de siembra en el cultivo de maíz, así como la influencia de diferentes niveles de nitrógeno, sobre los rendimientos del cultivo. Los resultados que obtuvieron a través de cinco ciclos de siembra, indicaron que la labranza del

suelo no favoreció significativamente el rendimiento del maíz. Por otro lado, mediante el análisis económico se encontró que la labranza del suelo con maquinaria dejó pérdidas.

Pérez et al. (1981), mencionan que al evaluar el efecto de la cero labranza y fertilización en el cultivo de maíz, en la Estación de Coyuta, Guatemala, encontraron que el tipo de labranza ideal fue cuando no se efectuó labranza alguna (cero labranza), se aplicó glifosato. El nivel de fertilización óptima fue de 150 Kg. ha<sup>-1</sup> de nitrógeno. La mejor interacción se obtuvo cuando no se efectuó labranza alguna más glifosato y se aplicaron 150 Kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno.

Sims et al. (1982), señalaron que mediante el manejo de la labranza cero, los cultivos bajo este sistema, progresivamente provocan un mejor sistema de canales naturales y estructura para el desarrollo de las raíces, mientras que el paso de rejas de los implementos de labranza convencional, siempre tienden a destruir este sistema natural.

Violic et al. (1982), en una serie de experimentos que desarrollaron durante seis años, por el CIMMYT, en el trópico del estado de Veracruz, México, encontraron que al comparar el sistema de labranza cero, con el tradicional, resultó que los rendimientos fueron similares bajo ambos sistemas, pero que el sistema de labranza cero combinado con herbicidas apropiados, constituye un sistema efectivo de manejo para el maíz. Comparada con la labranza convencional, la labranza cero permite operaciones oportunas, en especial la siembra, prácticamente independientes de las condiciones climáticas, además de conservar agua, suelo, y energía y al parecer presentar un menor ataque de insectos. Además, permite efectuar las labores con mayor rapidez, menor costo y con mayor rentabilidad.

Quarles, (1994), en un estudio realizado para determinar los efectos de sistemas de labranza sobre la producción de maíz en suelos arcillosos del noreste de Missouri (USA), encontró una clara tendencia de mayor producción en cero labranza que en otros tratamientos a labranza reducida y convencional; este autor reportó también que no se encontraron efectos de niveles de labranza sobre los valores de pH del suelo ni en la concentración de fósforo en la parte superficial del suelo. Así mismo no observó diferencias en la disponibilidad de potasio. Por otra parte se detectó una mayor cantidad de materia orgánica (4.1 %) en cero labranza con respecto a otros niveles de labranza (de 2.5 a 3.5 %) y reporta también mayor velocidad de infiltración del agua en cero labranza.

### **III. MAQUINARIA Y EQUIPO PARA LABRANZA DE CONSERVACIÓN**

La adopción de sistemas de labranza de conservación en nuestro país se ha visto limitada, entre otros factores, por la importación de equipo no apropiado para las condiciones regionales, a los altos precios de estos equipos y, los requerimientos de tractores muy específicos de potencia media a grande (90 a 120 hp, o superiores en requerimientos de potencia).

El empleo de técnicas para la conservación de suelos y humedad se ve en muchos de los casos limitada por la falta de herramientas y equipos que permitan su adopción a un bajo costo, en forma oportuna y con la calidad y precisión que requiere la tecnología para lograr los resultados deseados.

#### **3.1. Equipo de tracción animal para la preparación de la cama de siembra**

Al usar equipo de tracción animal presenta un panorama importante a considerar en la selección de los sistemas de labranza de conservación y sus herramientas a recomendar para la tracción animal (Anexo 1). Los factores importantes a considerar son:

- Usar equipos que no demanden fuerzas de tiro mayores al 10% del peso de los animales (40 a 200 kg).
- Aquellos equipos acoplados a una mancera no deben pesar más de la mitad de peso del agricultor que los va a trabajar.
- Los equipos con chasis portaherramientas no deben de pesar mas de la mitad de lo que pesan los animales de tiro.

- Usar equipos cuya labor en franjas por línea de siembra no sea mayor de 10 centímetros.

### 3.1.1 *Arado andino*

Antes de la invención del arado, la preparación del suelo se limitaba a moverlo con algún implemento manual de piedra o de madera y arrancar a mano las malezas que crecían junto a las plantas de interés, con el paso del tiempo el hombre fue buscando la manera de facilitar el trabajo que implicaba la producción de las plantas, hasta llegar a inventar el arado.

Este equipo de tracción animal (Figura 3.1), es una versión modificada del arado egipcio, desarrolla una operación de estallamiento de suelo sin inversión del mismo, dejando residuos del anterior cultivo sobre la superficie del suelo.

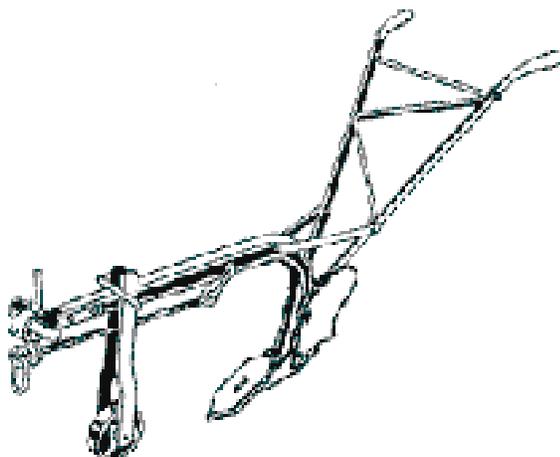


Figura 3.1. Arado andino.

El estallamiento del suelo en las capas compactas (piso de arado) debe de realizarse en estado friable. Esto es cuando el contenido de humedad del suelo sea tal, que el terrón se rompa con cierta facilidad.

Es conveniente realizar la roturación en dos fases, cuando se cuenta con una línea de cinceles, esto es la primera roturación a 15 o 20 centímetros de profundidad y la segunda de 30 a 40 centímetros dependiendo del espesor y profundidad de las capas compactadas. Existen equipos integrales con dos hileras de cinceles ajustados a las profundidades mencionadas. Esta acción requiere de 15 a 20% menos de fuerza, que si se hace la misma labor en un solo paso. Además de evitar posibles compactaciones laterales debido a la profundidad de trabajo.

### **3.2 Equipos de tracción motriz para la preparación de la cama de siembra**

La característica principal de este tipo de herramientas o equipos es la de disgregar el suelo sin inversión del mismo, buscando básicamente reducir su densidad aparente, incrementando su capacidad de acumulación de humedad y dejando los residuos del anterior cultivo sobre la superficie del suelo.

#### **3.2.1. *Multiarado***

El Multiarado (Figura 3.2) constituye el implemento pionero en el nuevo concepto tecnológico de labranza de las tierras agrícolas: “El corte horizontal del suelo sin el volteo de la capa”. Más allá de un implemento, el multiarado significa tecnología integral, sistemas modernos, económicos, ecológicos y versátiles.

El Multiarado y su tecnología de aplicación reflejan el resultado de muchos años de investigaciones sobre las formas más adecuadas para realizar la labranza de los suelos, de cómo preservarlos y mejorarlos. Trabaja en todo tipo de suelo, incluso en tierras compactas, con amplios rangos de humedad y para cualquier clase de cultivos.



Figura 3.2. Multiarado hidráulico.

Este equipo se encuentra basado en el principio de disgregación de suelo o estallamiento, sin inversión de la capa arable mediante el empleo de alas laterales con la finalidad de incrementar el volumen de suelo disgregado para incrementar su capacidad de acumulación de humedad. Es un equipo sencillo que se compone de cinceles, timones, alas laterales y alas surcadoras y ruedas controladoras de profundidad como elementos principales de trabajo que son intercambiables y que pueden trabajar en forma independiente o combinada en labores de subsoleo, estallamiento, surcado, cultivo y atierre.

### 3.2.2. Características del Multiarado

Con el corte horizontal vertical del suelo, sin el volteo de la capa arable se obtiene:

- El ancho de trabajo es mayor que el de los equipos tradicionales.
- Versatilidad para realizar múltiples actividades.

Las especificaciones del multiarado se muestran en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1. Especificaciones del multiarado. Fuente: New Holland

Modelo	Tipo de enganche	Cantidad de órganos de trabajo	Elementos de trabajo	Profundidad de subsoleo	Profundidad de aradura	Ancho de corte mts.	Peso kg	Potencia hp.
M-170	sca te	2		60 cm.	45 cm.	1.7	480	75-105

M-250		3	Brazo con Punta y Zaeta			2.5	590	105-120
M-330		4				3.3	760	120-160
M-410		5				4.1	920	160-200
M-580		7				5.8	1050	MAS-200

### 3.2.3 Nivelación del Multiarado

- Ya enganchado el Multiarado al Tractor, se procede a la nivelación.
- Primeramente debe igualar la longitud de los brazos de levante. Ajuste los estabilizadores (únicamente con la mano), cuando el Multiarado esté totalmente levantado y centrado al tractor, para garantizar la horizontalidad del bastidor y simetría del implemento al tractor.
- Coloque el equipo en un lugar plano y regular con la barra de compresión, de tal manera que apoye en el cincel delantero y los extremos posteriores de las saetas.
- Cuando no se posea saetas, regule de tal manera que se garantice la horizontalidad transversal y longitudinal del bastidor.

### 3.2.4. Ajustes

- La profundidad de trabajo requerida se logra mediante el control del sistema hidráulico del tractor y a través de las ruedas limitadoras de profundidad. Cuando se utilizan éstas, la profundidad de trabajo deseada se obtiene variando la distancia del tornillo sinfín que posee el mecanismo.
- Para labores profundas se deben utilizar los orificios superiores del sistema de enganche del implemento, si se trata de una labor pesada (ejemplo subsoleo en suelos muy compactados).

- En la labranza de suelos, cuando los campos tienen un alto contenido de vegetación superficial, se pueden tomar las siguientes medidas:
- Separe convenientemente los órganos de trabajo dentro de los rangos permisibles para evitar las interrupciones tecnológicas.
- Realice una labor previa con otro implemento para triturar los residuos vegetales.
- El ancho de trabajo se establece en función del número de órganos que se puedan acoplar, en dependencia de la fuente energética utilizada y la separación entre órganos que se requiera. También el ancho de trabajo depende de la labor a realizar y las características del suelo o cultivo.

### **3.2.5. Reglas de operación**

- Analizar en cada caso las características del campo y preparar el equipo con los accesorios adecuados que se adapten a las condiciones del lugar y a las necesidades de la operación a realizar.
- Utilizar la cantidad de órganos de trabajo posibles, de acuerdo a la potencia del tractor, las características del suelo y el tipo de labor a realizar.
- En labores de labranza, mantener velocidades de trabajo entre 4 y 6 km hr<sup>-1</sup> para lograr una adecuada mullición del suelo.
- En los casos más críticos, cuando el terreno se encuentre con alto grado de compactación, la labranza debe realizarse por partes, primeramente se hace un paso en forma de subsoleo sin saetas, posteriormente se continúa con las saetas en labores sucesivas para lograr la profundidad deseada paulatinamente.

### **3.2.6. Ventajas obtenidas con el uso del Multiarado**

- El no voltear el suelo propicia una mejor fertilidad ya que evita que se lleven a la superficie las capas más profundas y menos fértiles.
- El no voltear las capas del suelo garantiza el equilibrio biológico ya que evitan que se trasladen de su hábitat los microorganismos existentes en los diferentes niveles del suelo.
- El diseño constructivo del Multiarado le permite una mayor versatilidad al poderse regular, intercambiar sus órganos de trabajo y contar con una variada cantidad de accesorios.
- El diseño de sus órganos de trabajo garantiza que se pueda hacer un uso más eficiente de la potencia de la fuente energética.
- El aumento de la productividad que se logra posibilita reducir los gastos de explotación, tales como; salarios, combustibles y otros gastos del agregado.
- Al hacer un uso más eficiente de la potencia del tractor, permite aumentar el ancho constructivo, lo que se traduce en una mayor productividad, menos pases de equipos por el campo y menor tiempo de preparación por unidad de superficie.
- La mayor eficiencia de esta tecnología de labranza se aprecia por la elevación de los rendimientos de los cultivos agrícolas, la conservación y mejoramiento de los suelos e importantes ahorros de tiempo y dinero.
- La existencia de la cobertura vegetal sobre la superficie protege al suelo contra la erosión.

- El período de lluvias permite una mejor infiltración y almacenamiento del agua al descompactar las capas endurecidas, mejora el drenaje interno del suelo y evita los encharcamientos y desagües superficiales.
- En los períodos de sequía el suelo permanece húmedo por más tiempo debido a la ascensión por capilaridad hacia la superficie del agua almacenada en el suelo; así mismo, las pérdidas de agua por evaporación son mínimas, debido a la protección que brinda la cobertura vegetal.
- El mejor aprovechamiento y retención del agua en el suelo contribuye a lograr una mayor eficiencia en el uso de agroquímicos.
- La existencia permanente de la cobertura vegetal sobre la superficie garantiza el incremento del contenido de materia orgánica, aumenta la fertilidad natural del suelo y detiene el proceso de degradación del mismo. Fuente: (www.newholland.mx).

### 3.3. Arado-Delta

Equipo desarrollado en el Reino Unido (Figura 3.3), cuyo principio de funcionamiento es la combinación de disgregación del suelo sin inversión y la frecuencia de vibración de los timones, o a través de una transmisión operada por la toma de fuerza del tractor, que permite que el suelo estalle a una frecuencia diferente a los equipos de tiro. Con esto se tienen reducciones del hasta un 30%, en el consumo de combustible para los mismos volúmenes de suelo disgregado.



Figura 3.3. Arado Delta

### 3.4. ParaPlow

El descompactador “ParaPlow” es un apero desarrollado a finales de los años setenta por la empresa Howard Rotavator. Fue diseñado con la idea de regenerar los suelos afectados por la compactación originada tanto por la ausencia de labores, como por la acción de los equipos mecánicos, principalmente en las tareas de recolección. Este problema surgió en Inglaterra precisamente como consecuencia de la práctica continua de la siembra directa, donde la infiltración se reducía considerablemente como consecuencia de la reducción del volumen de poros del suelo (aumento de la densidad aparente). A todo ello se añadía la falta de aireación del mismo con los problemas derivados tales como la asfixia radicular.

Equipo basado en el mismo principio de operación del Multiarado; sin embargo, éste presenta la conveniencia de que sus timones penetran a través del ángulo de falla presentando una menor resistencia a la fuerza de tiro. El ParaPlow (Figura 3.4) se compone de un bastidor similar al de los arados de vertedera sobre el que se montan un número de brazos comprendido entre 3 y 8, según los modelos. Cada brazo dispone de dos tramos rectos, el primero es perpendicular al plano del suelo, mientras que el segundo presenta una inclinación de  $135^\circ$  con relación al tramo anterior.

En la parte delantera del brazo (Figura 3.5) se disponen unas placas de desgaste intercambiables cuya misión es cortar el suelo, mientras que en el extremo se coloca un formón que actúa rasgando el terreno inicialmente para

facilitar la acción de corte antes citada. Detrás del formón se puede montar una pequeña aleta de inclinación regulable encargada de fragmentar más o menos el suelo según dicha inclinación.

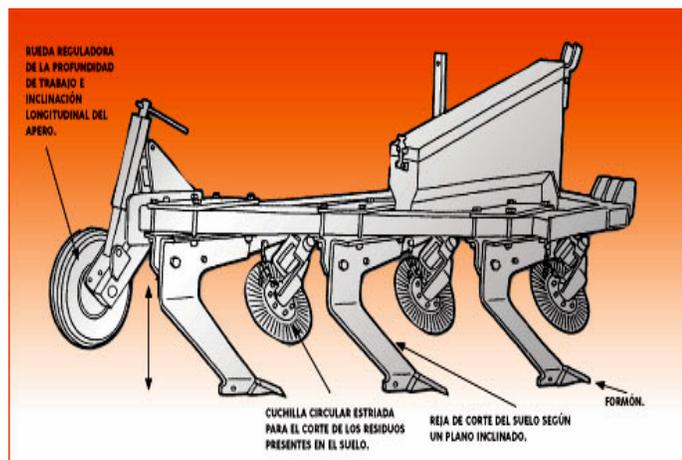


Figura 3.4. Arado ParaPlow.

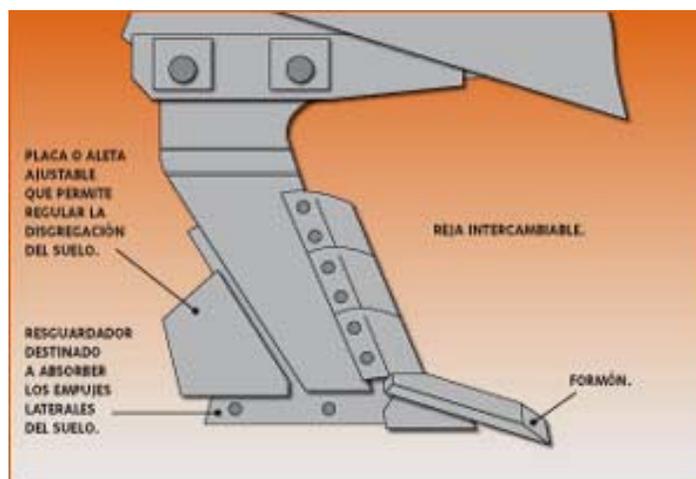


Figura 3.5. Brazo del arado ParaPlow.

Los brazos se montan paralelos entre sí sobre un bastidor que se asemeja mucho al de los arados. En la parte posterior de dicho bastidor se dispone de una rueda que permite limitar la profundidad de trabajo y mantener la horizontalidad del apero.

### 3.4.1. Condiciones de uso

Estos aperos deben utilizarse cuando se detecten problemas de compactación en el suelo que se reflejan en un crecimiento limitado de las plantas. Es importante establecer la profundidad a la que deben trabajar para poder solucionar el problema con el menor costo asociado, al consumo de combustible.

En los sistemas de laboreo mínimo y siembra directa permiten regenerar el espacio poroso del terreno cuando se presentan problemas de drenaje o tiende a endurecerse de forma natural debido a su constitución granulométrica. Según el tipo y consistencia del suelo las condiciones de utilización pueden verse en el Cuadro 3.2.

Cuadro 3.2. Condiciones de uso de arado ParaPlow según el tipo de suelo. Fuente: Departamento de Ingeniería Rural. E.T.S.I.A. - U.P. Madrid

Tipo de suelo	Consistencia		
	Dura	Friable	Semiplástica
<b>Arenoso y limoso</b>	Posible, aunque pueden necesitarse dos pases. Es conveniente utilizar un rodillo desterronador.	Posible. Hay que prestar atención a la excesiva formación de tierra fina.	Ineficaz.
<b>Arcilloso</b>	No es aconsejable. Se pueden formar grandes terrones y la labor resulta muy costosa.	Aconsejable si la fisuración natural del suelo es insuficiente.	Ineficaz. Solamente es aconsejable en operaciones de drenaje topo.

### 3.4.2. Ventajas del ParaPlow

Las ventajas que se derivan de la utilización del ParaPlow podemos clasificarlas en las siguientes:

- Fisura el suelo con el mínimo consumo de energía comparativamente con otros aperos que trabajan a la misma profundidad.

- Elimina las capas endurecidas que se forman en el suelo como consecuencia de la compactación mecánica o natural.
- No mezcla horizontes.
- Mantiene los residuos en superficie lo que le permite ser considerado como un apero apto para el laboreo de conservación.
- La labor permite mejorar la estructura del suelo al facilitar la aireación y el drenaje.
- Las raíces de las plantas pueden profundizar hasta alcanzar horizontes donde se acumulan las reservas de agua.
- Puede utilizarse para regeneración de praderas.
- Permite la combinación de operaciones con otros aperos.

Fuente: ( <http://www.ecaf.org/Espana/espana.htm>)

### **3.5. Arado de cinceles**

Los cinceles, por su modo de acción, es la herramienta de labranza que más se parece al arado de madera. Al introducir el cincel en el suelo causa la compresión de este. El suelo finalmente escapa hacia arriba dejando una zona de rotura que parte de la punta del cincel aproximadamente en un ángulo de 45° en suelos secos. Por lo tanto, el cincel sirve para roturar el suelo.

Los cinceles usados con tracción animal se limitan prácticamente a este tipo de acción.

Aplicando velocidades mayores, el suelo es también movido a los lados. Esta acción puede ser apoyada por ciertos tipos de punta del cincel. Por esta razón los arados de cinceles (Figura 3.6) para tractores usados a velocidades alrededor de 10 - 12 km h<sup>-1</sup> tienen una buena acción mezcladora. El impacto del cincel sobre los grumos y los terrones lleva también a una pulverización del suelo.

Sin embargo, este efecto no es muy pronunciado en suelos sueltos. Por lo tanto, la repetición de un paso de cincel en suelos sueltos no lleva a una mayor pulverización del suelo.

Los cinceles dejan el suelo ondulado tanto en la superficie como en el fondo por la zona de rotura partiendo de la punta en un ángulo de  $45^\circ$ . Por eso se recomienda, para el uso de cinceles en la labranza primaria hacer al menos dos pases cruzados para emparejar el perfil.



Figura 3.6. Arado de cinceles.

### **3.5.1. Características del arado de cinceles**

Las fuerzas que actúan sobre un cincel en el suelo dependen mucho de la forma y sobre todo del ángulo de ataque. Un ángulo de ataque agudo mejora la penetración y reduce la fuerza de tracción. Además mejora el efecto de la roturación y la mezcla del suelo porque lleva una parte del material del suelo de horizontes inferiores hacia arriba.

Esta característica puede ser una desventaja en situaciones donde la punta del cincel toca material húmedo de horizontes

inferiores y los transporta a la superficie en forma de pequeños cilindros o terrones que después son difíciles de desmenuzar.

Mientras el cincel simple no necesita mucha fuerza de tracción y se presta para la tracción animal, el uso de grupos de cinceles para la homogeneización del suelo (tamaño de agregados iguales) y la mezcla a altas velocidades está limitado a tractores relativamente potentes (Cuadro 3.3). Esto resulta de la necesidad de cubrir con el implemento al menos el ancho del tractor y de usarlo a altas velocidades.

**Cuadro 3.3. Especificaciones del arado de cinceles. Fuente: MONTANA (España)**

<b>Modelo</b>	<b>Cinceles</b>	<b>Ancho Trabajo (m)</b>	<b>Hp Requeridos</b>	<b>Peso Kg</b>	<b>Profundidad</b>
AZ 5	5	1.5	50-65	320	.50 m
AZ7	7	2.1	70-85	400	.50 m
AZ9	9	2.7	90-110	500	.50 m
Z11	11	3.3	110-130	900	.50 m

NOTA: Las especificaciones mostradas en la tabla son de la marca MONTANA, España.

### **3.6. Arado Vibrocultivador**

El Vibrocultivador (Figura 3.7) es un implemento diseñado para la preparación de la tierra bajo el sistema de labranza de conservación, rompe y desmenuza el suelo creando condiciones óptimas para la germinación de la semilla, abre sin voltear el suelo dejando los residuos de cosechas anteriores sobre la superficie, evita la pérdida de agua por evaporación y protege al suelo contra la erosión por viento.

Este implemento, viene a reemplazar las labores de barbecho y rastreo, disminuyendo los costos de producción y menor uso del tractor, además por el ancho de corte de cada uno de sus modelos ofrece al productor un excelente rendimiento (New Holland de México, 2000).



Figura 3.7. Arado vibrocultor.

### 3.6.1. Características del arado Vibrocultivador

Su bastidor reforzado, garantiza una larga vida útil, al cual, se adapta el soporte del rodillo desterronador, éste determina la profundidad de trabajo requerida. Sus timones flexibles compuestos de un muelle soporte y brazos, ambos con un tratamiento especial que le da la combinación de elasticidad y dureza. Rodillo desterronador fabricado a partir de solera permite la fragmentación de terrones de mayor tamaño dejando condiciones óptimas para la siembra (New Holland de Mexico, 2000).

En el Cuadro 3.4 se muestra las especificaciones del arado vibrocultivador.

Cuadro 3.4. Especificaciones del arado Vibrocultor. Fuente: New Holland

Modelo	Enganche	Potencia requerida	Número cinceles	Profundidad de trabajo	Ancho corte	Peso aproximado
Vibro 700	3 Puntos de categoría II	60-70 hp	7	Hasta 280 mm	1350 mm	331 kg.

Vibro 700	3 Puntos de categoría II	70-80 hp	9	Hasta 280 mm	1550 mm	363 kg
-----------	--------------------------	----------	---	--------------	---------	--------

### 3.7. Equipo de siembra manual

En estos casos, se puede usar una sembradora fertilizadora manual (Figura 3.8) que es muy sencilla y de bajo precio. Permite depositar 1, 2, ó 3 semillas en cada golpe, así como regular la dosis de fertilizantes, ajustando los brazos que regulan las unidades de siembra y de fertilización.



Figura 3.8. Sembradora-fertilizadora manual.

En México existen superficies agrícolas donde se sigue sembrando manualmente debido al tamaño de la parcela y la pendiente del terreno. En estas condiciones, el agricultor no voltea el suelo y adopta la siembra directa depositando la semilla en una abertura que realiza con una coa o palo, lo que se presenta como labranza cero.

### 3.8. Equipo de siembra directa con tracción animal

La energía animal es una opción técnica más eficiente que las máquinas de combustión en términos de eficiencia de conversión de la energía empleada frente al trabajo realizado. A pesar de esto, para el último decenio no existe un censo confiable y actualizado de animales de trabajo a escala mundial y por esto es aventurado llegar a estimar la contribución de esta tecnología en términos de energía (Chirgwin, 1996).

La tracción animal (Figura 3.9), ha sido usada para transporte, para cultivar la tierra y producir cosechas por siglos. De esta manera la energía animal ha contribuido al desarrollo cultural y económico del hombre desde antes de la invención de la rueda. Actualmente, en muchas regiones del mundo, a pesar del desarrollo de la mecanización agrícola durante el último siglo, los animales continúan suministrando una gran proporción de la energía utilizada en la agricultura (Pearson, 1994).



Figura 3.9. Tracción animal.

En México existen cerca de un millón y medio de animales de trabajo, primordialmente caballos, mulas, burros y bueyes; concentrados principalmente en los estados de: Puebla, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Zacatecas y Guanajuato (INIFAP, 2001).

La baja disponibilidad de fuerza de tiro que proporcionan los animales es el principal factor relacionado con el tamaño de la parcela que un agricultor puede manejar con solo una yunta en el ciclo del cultivo. La fuerza de tiro sostenida por los animales es de un 10 a 15% de su peso vivo y esto depende de la alimentación,

tamaño y buena salud de los animales (INIFAP, 2001). La velocidad de trabajo sostenida depende del tipo de animal. El tiempo por jornada depende de la región, y fluctúa de seis a ocho horas diarias.

### **3.8.1. Yunticultor**

Este equipo de tracción animal está constituido por un chasis montado sobre dos ruedas y tienen un control de profundidad y un sistema de levante (Figura 3.10). A este tipo de equipo se puede acoplar una sembradora fertilizadora de doble o triple hilera de discos cortadores de residuo para la siembra directa sobre residuos. Con este sistema se puede sembrar una hectárea de maíz en cuatro horas de trabajo.



Figura 3.10. Yunticultor.

### **3.8.2. Características del Yunticultor**

- Consiste de un disco cortador de residuos, de un abresurcos intercambiable que puede ser del tipo cincel o de doble disco y, de ruedas prensadoras para el tapado y control de profundidad de siembra.
- Con una demanda de fuerza de tiro por parte de los animales entre 400 a 800 Newtons por unidad de siembra. El empleo del conjunto de sistemas de dosificación de semilla con el abresurcos-disco cortador de residuos permite alcanza

uniformidades de siembra superiores al 90%. El tiempo de siembra-fertilización con el empleo de este equipo es de cuatro a ocho horas por hectárea, dependiendo esto principalmente del tipo de tiro empleado, yunta de bueyes o tronco de mulas o caballos.

- La calibración de la semilla se hace mediante la combinación de los platos dosificadores (8, 12 y 16 celdas para maíz y de 16, 20 y 30 celdas para frijol) y el ajuste de engranes (10, 12, 14, 16 y 18 dientes). La selección de los platos debe de hacerse de acuerdo con el tamaño y la forma de la semilla seleccionada. Mediante la combinación de los platos y engranes se logran ajustes de siembra de 4 a 10 semillas por metro para maíz y de 10 a 20 semillas por metro para frijol.
- La calibración del fertilizante se hace sobre la base del ancho del rodillo dosificador (3 y 6 centímetros de ancho) en combinación con el intercambio de engranes (10, 14, 16, 18 y 24 dientes). Mediante la combinación de ancho de rodillo y tamaño de engranes se logran ajustes de fertilizantes desde un cuarto de kilo hasta cuatro kilos de fertilizante por cada 100 metros de siembra.
- La calibración de la profundidad de siembra se hace por medio de las ruedas controladoras de profundidad, las cuales tienen ajustes para siembra de 3 a 7 centímetros para el disco doble y de 5 a 15 centímetros para el cincel, con espaciamentos de un centímetro. Para lograr la profundidad de siembra deseada debe ajustarse la transferencia de pesos del chasis al abresurcos mediante la acción de la tensión de resortes.

### **3.8.3. Multibarra**

Es un equipo de uso múltiple que permite la siembra-fertilización bajo un sistema de labranza reducida. Cuenta con bote semillero de 5 kilos y bote fertilizador de 8 kilos (Figura 3.11). Su sistema de engranes, platos semilleros y rodillo fertilizador

intercambiables permite los ajustes de dosificación de semilla y fertilizante.



Figura 3.11. Multibarra.

#### **3.8.4. Características de la Multibarra**

- Se encuentra integrado por un disco cortador-limpiador de residuos sobre la franja de siembra y este puede ser de tipo liso, liso dentado u ondulado, este disco además de realizar la labor de corte-limpia sirve para accionar los sistemas de dosificación tanto de la semilla como del fertilizante. Cuenta además con abresurcos intercambiables del tipo de cincel, cincel con alas y doble disco, cuya selección depende de la intensidad de la labranza, de la cantidad de residuos, de la textura, humedad del suelo y de la profundidad de siembra principalmente.
- Las demandas de fuerza de tiro dependiendo del tipo de abresurcos empleados, fluctúan desde 230 a 650 Newtons, permitiendo esta herramienta trabajar con un solo animal en suelos con una mínima cantidad de residuos sobre la superficie. El tiempo de siembra-fertilización con el empleo de este equipo es de seis a diez horas por hectárea dependiendo principalmente del tipo de tiro empleado, yunta de bueyes o tronco de mulas o caballos.

- La calibración de la profundidad de siembra se logra por medio de ajustes de la altura entre el abresurco y la rueda motriz, fluctuando de 3 a 20 centímetros de profundidad. El complemento de este ajuste se logra mediante la inclinación de la línea de tiro del disco cortador frontal.
- La calibración de la semilla y fertilizante es similar al Yunticultor. (INIFAP, 2000).

### **3.8.5. *Sembradora de espeque rotativo de siembra directa***

Este equipo de tracción animal (Figura 3.12) desarrollado por el Instituto Internacional de Agricultura Tropical, permite la siembra directa en suelos ligeros y con baja densidad aparente. Cuenta con seis espeques rotativos de siete centímetros de largo colocados en la periferia de un rotor. El depósito de la semilla se realiza a través de una de las levas al presionar sobre el suelo y abrir el espeque dentro del mismo. Cuenta además con un depósito de semilla intercambiable con rodillos verticales.

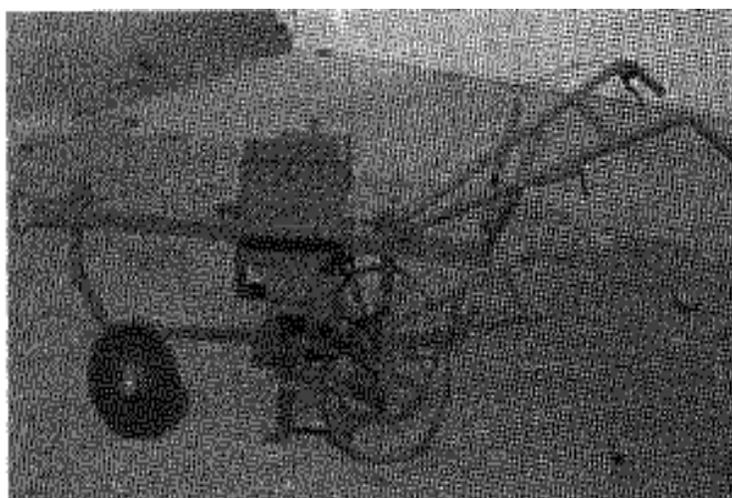


Figura 3.12. Sembradora de espeque rotativo

### **3.9. Equipos de siembra directa con tractor**

La elección de la sembradora adecuada para las condiciones de clima, suelo y rastrojo en las que va a tener lugar la implantación sin laboreo de un cultivo, es de vital importancia.

En el laboreo de conservación quedan, pues, abundantes restos del cultivo precedente sobre la superficie del suelo para protegerlo de la erosión y acumular mayor cantidad de agua de lluvia. De ahí que las sembradoras directas, en términos generales, deberán estar diseñadas o adaptadas específicamente de componentes destinados a sembrar en suelo no labrado con residuo, además, para que sean capaces de operar con restos de cosechas de distintas formas y situaciones (anchos o estrechos, largos o cortos, en pie o tendidos, unidos al suelo o sueltos). En ningún caso se puede esperar que las sembradoras específicas o adaptadas a la siembra directa trabajen adecuadamente en suelos en lo que los restos vegetales no están bien picados y distribuidos (por ejemplo, se hayan depositado en gran medida en hileras o cordones, habiendo en cambio zonas desprovistas de paja). Es por esto la importancia que tiene la buena distribución y picado de los restos de cosechas.

#### **3.9.1. Características de las sembradoras de siembra directa**

Las sembradoras de labranza de conservación deben reunir las siguientes características:

- Peso suficiente para atravesar los residuos vegetales.
- Capacidad de abrir un surco lo suficientemente ancho (varios cm) y profundidad (de hasta 4-6 cm) como para albergar adecuadamente la semilla.
- Rigidez y resistencia de sus elementos para soportar las mayores cargas.

- Posibilidad de regular la dosificación y esparcimiento de semillas de distinto tamaño y asegurar su adecuado recubrimiento.
- Poder modificar su configuración para adaptarse a diferentes cultivos y aceptar la inclusión de elementos de abonado y tratamientos.

### **3.9.2. Sembradoras mecánicas para labranza de conservación**

Para lograr una buena población de plantas en condiciones de labranza de conservación requiere que las sembradoras sean fuertes (Figura 3.13) para que penetren en suelo duros y cortar o remover los rastrojos o paja que quedan del cultivo anterior sin amontonarlos. Para tener una buena población de plantas en una siembra de suelo húmedo es necesario depositar la semilla a una profundidad uniforme y que establezca un buen contacto con el suelo húmedo. Un suelo seco sin labrar bajo el sistema de labranza de conservación ofrece mejores condiciones para que germine la semilla y nazcan las plántulas que un suelo labrado en forma convencional.



Figura 3.13. Sembradora mecánica de labranza de conservación

Existen muchas sembradoras para labranza de conservación en el mercado mexicano que pueden realizar este trabajo: Dobladense, Lucatero, John Deere, Masey Ferguson, Gaspardo, New Holland, Case, Búfalo y varias más. La mayoría de los modelos nuevos de sembradoras pueden operar bajo condiciones de labranza cero sin requerir aditamentos opcionales, siempre y cuando éstas se ajusten y calibren correctamente. Sin embargo, la selección de aditamentos opcionales y de conocimiento de los ajustes de la sembradora es muy importante para obtener los mejores resultados en suelos duros con grandes cantidades de residuos de cosecha (INIFAP, 2000).

### **3.9.3. Ajustes de la sembradora mecánica**

Para lograr el buen funcionamiento de las sembradoras de labranza de conservación es importante que el agricultor conozca los componentes y pueda hacer los ajustes correctos.

#### 1) Nivelar la barra porta-herramientas (Bastidor).

Para que la sembradora funcione en condiciones óptimas la barra porta-herramientas debe estar nivelada. Una sembradora nivelada permite que las unidades de siembra estén paralelas a la superficie del suelo. Si la sembradora no está nivelada, será muy difícil que las unidades de siembra operen a la misma profundidad que cuando se siembra sobre residuos de cosecha con las sembradoras de cualquier tipo de tiro, cuando se ajusta la barra de tiro generalmente nivela el bastidor de las unidades de siembra. La nivelación de sembradoras de tres puntos se logra ajustando las barras respectivas.

#### 2) Asegurar que exista suficiente fuerza de presión.

Es necesaria una fuerza de presión en las unidades de siembra para optimizar el funcionamiento de las sembradoras de cero labranza. La fuerza de presión generalmente se aplica a través de los resortes (Figura 3.14). Algunas sembradoras requieren de ajustes menores en la tensión de los resortes para incrementar la fuerza de presión, mientras que otras requerirán que se les

agreguen resortes adicionales para lograr suficiente fuerza de presión.

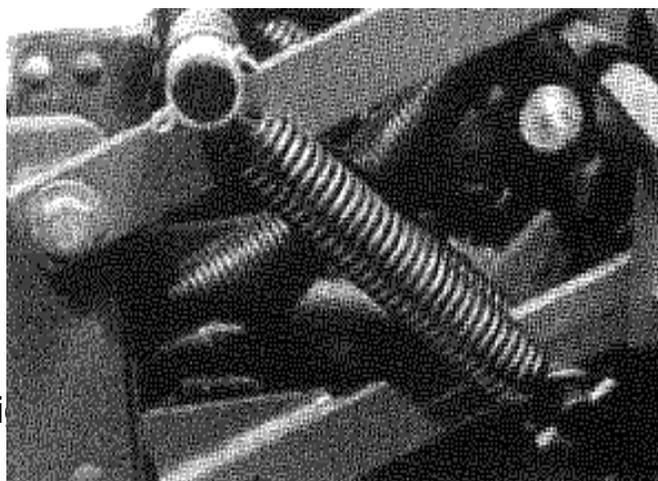


Figura 3.14. n.

No existe una medida general de la fuerza por lo que se recomienda realizar el ajuste para cada situación específica. Asegúrese de que exista suficiente fuerza de presión para que los discos abridores logren contacto sólido con el suelo todo el tiempo y además que se proporcione la fuerza adicional que necesitan las ruedas compactadoras.

### 3) Ajustes de los discos abridores

Los discos delanteros abren el suelo para depositar la semilla, normalmente es un doble disco los cuales penetran más fácilmente cuando va por delante un disco cortador que abre los residuos de cosecha (Figura 3.15). La forma de los discos cortadores es tan importante como el control de la profundidad, que se encarga de depositar la semilla en contacto con el suelo. Si esto no se hace, la sembradora no funcionará apropiadamente en siembras de labranza cero. Los discos cortadores normalmente se ajustan corriéndolos hacia fuera, esto hace que los dos discos se junten, los que les permite hacer una mejor abertura del suelo para depositar la semilla. A medida que los discos se gastan llegará un momento en que estos no puedan ajustarse y habrá que reemplazarlos.



Figura 3.15. Disco cortador y discos abridores del surco

4) Distribución de los residuos y uniformidad de la profundidad de siembra.

La sembradora debe depositar la semilla a una profundidad uniforme (Figura 3.16), independientemente de las condiciones del suelo y la cantidad de residuos de cosecha. Variaciones en la cantidad de residuos (grueso de la cubierta de rastrojos) sobre la superficie del suelo causarán variaciones de la densidad de siembra. Por otra parte, la distribución uniforme de residuos ayudará a tener una condición uniforme de humedad del suelo y de la profundidad de siembra, lo que asegurará la germinación uniforme del suelo.

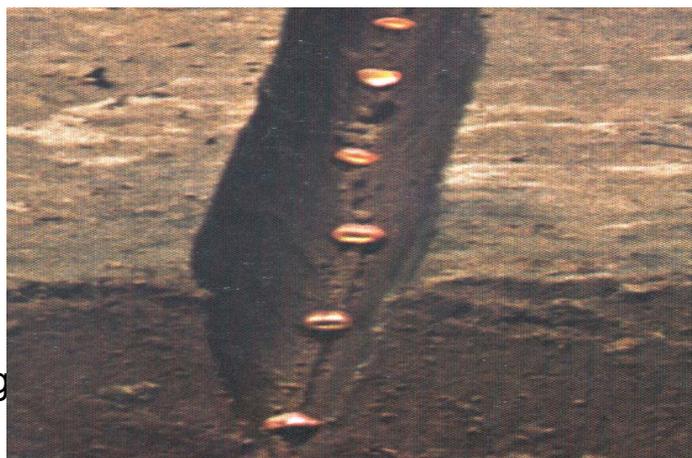


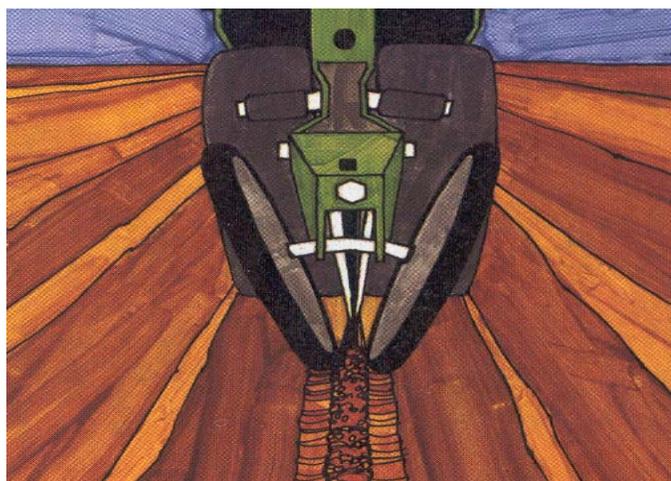
Fig. 3.16. Distribución de la semilla.

Para que las sembradoras de cero labranza trabajen mejor sobre los rastrojos, se recomienda utilizar aditamentos opcionales como son los limpiadores de residuos sobre la línea de la siembra, que abren una brecha limpia, para que los discos abridores funcionen correctamente y así se consigue una profundidad uniforme de siembra.

5) Ajustes de ruedas compactadoras

Las ruedas compactadoras se utilizan para aplanar el suelo que cubre la semilla (Figura 3.17). Debe existir suficiente presión en

las ruedas para que las semillas logren un buen contacto con el suelo. Esta presión llega de la fuerza aplicada a cada unidad de siembra; si no existe suficiente fuerza en las unidades de siembra para mantener las ruedas compactadoras en contacto con la superficie del suelo, los ajustes que se realicen en las ruedas tendrán muy poco efecto sobre el contacto de la semilla con el suelo.



Las ruedas compactadoras se deben de revisar y asegurar de que dejen completamente cerrada la línea de siembra. Las ruedas dobles compactadoras en forma de “V” tienen que estar centradas sobre el surco para asegurarse que la presión se aplique donde se deposita la semilla; si las ruedas están corridas hacia un lado, podrían cerrar la abertura del suelo pero no ejercerán presión sobre la semilla (INIFAP, 2000).

#### **3.9.4. Sembradoras neumáticas de precisión**

Prácticamente los componentes de la sembradora neumática (Figura 3.18) son los mismos de una sembradora mecánica, es por ello que los ajustes vienen a ser los mismos, lo único en lo que se diferencian es en el tipo de alimentación de la semilla, donde la alimentación que se tiene con una sembradora neumática es por succión de aire y con una sembradora mecánica la alimentación se obtiene por gravedad y con disco.

La sembradora neumática de precisión para sistema de labranza de conservación es un equipo que consta de un sistema de transmisión principal generado por la tracción del tractor, en este caso de potencia media (el mayor porcentaje del parque vehicular existente en nuestro país) la cual, genera una flecha secundaria o de mando que es la que se encarga de dar fuerza motriz a los dos sistemas de manera independiente la tolva de fertilización y la de semilla. Por otra parte se cuenta con un sistema de paralelogramo que sirve para absorber las irregularidades del suelo, el disco cortador de residuos cuenta con un resorte de alta presión para controlar distintos tipos de suelo. Consta de una turbina de alta velocidad, acoplada a un motor hidráulico, la cual nos genera una gran presión de vacío en la dosificación de semilla y fertilizante.



### **3.9.5. Características de una sembradora neumática**

- Barra con enganche de tres puntos.
- Dos abresurcos de doble disco de 12”.
- Un par de discos ondulados cortadores de residuos de 18” de diámetro.
- Un par de ruedas prensoras (tapado de semilla).
- Un sistema doble de paralelogramo (irregularidades de suelo).
- Un par de resortes de alta presión (manipulación de la resistencia al corte de suelo y residuo).
- Un sistema de transmisión (a través de engranes).

- Una tolva fertilizadora con sistema de gusano sinfín (fertilizante granular).
- Dos botes dosificadores de semilla.
- Un juego de engranes de calibración.
- Mangueras hidráulicas para acoplamiento.
- Motor hidráulico de bajo torque, alta velocidad.

### **3.9.6. *Impacto (solución de problemas)***

- Mayor precisión en la dosificación de semilla y fertilizante.
- Reducción en los tiempos de siembra por hectárea.
- Reducción en los costos de equipo.
- Eliminación del grano quebrado o grano medio.
- Mayor vida útil del tractor por la eliminación de acoplamiento con la toma de fuerza.
- Mayor adaptabilidad a diferentes condiciones topográficas con pendientes hasta de 15°.

### **3.9.7. *Comparación de los distribuidores neumáticos y mecánicos***

Los equipos de dosificación de semilla pueden ser del tipo mecánico o del neumático. Los primeros requieren de una selección adecuada por tamaño y forma de la semilla además de contar con los platos adecuados, de lo contrario se producen excesivas irregularidades de siembra y daños en la semilla, que pueden ir desde el 2 a 15 % en daños e irregularidades hasta del 50%. Para el caso de la sembradora neumática la selección de la semilla por tamaño y forma es importante para mantener una buena regularidad de dosificación. Los niveles de daños en esta son 0% y la regularidad de dosificación depende del control del vacío en la turbina hacia los platos.

Los distribuidores neumáticos (Figura 3.19) presentan en promedio una mejor distribución de semillas con formas y tamaños

irregulares como el girasol y el maíz. El hecho de poder sembrar todos los calibres de semillas de girasol y maíz con una sola placa para cada cultivo, facilita la puesta a punto de la sembradora en comparación con los distribuidores mecánicos que necesitan 4 placas para sembrar todos los maíces del mercado. El distribuidor neumático tolera una mayor velocidad de siembra que el mecánico, sin provocar fallas por falta de carga de la placa.

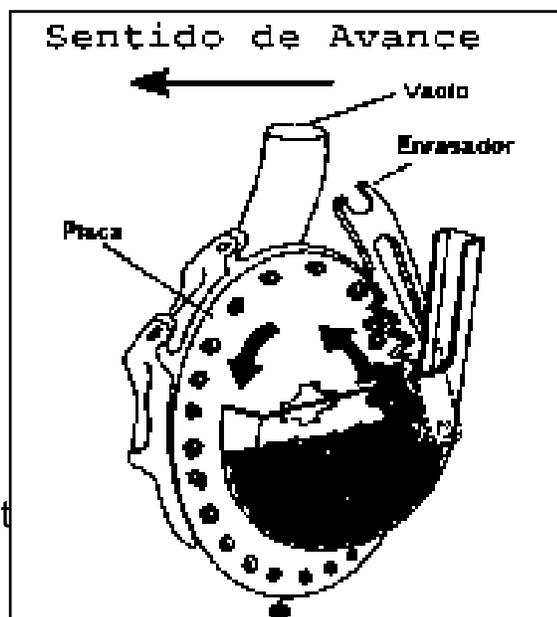


Figura 3.19. Distribuidor neumático con placa de acero

También es importante aclarar que los distribuidores neumáticos si bien toleran un incremento de velocidad de avance, sin provocar falla y/o duplicaciones como lo puede hacer el distribuidor mecánico, el resultado final del efecto de la velocidad de avance se expresa en las mayores dispersiones que pueden aparecer entre plantas de maíz o girasol por ineficiencia de colocación de la semilla en el fondo del surco, mayor rebote, o la desuniformidad de profundidad que produce el tren de siembra al trabajar a mayor velocidad de la aconsejada.

El distribuidor mecánico (Figura 3.20), selecciona las semillas por tamaño y peso específico, provocando un incremento de fallas al ir quedando sobre la placa las semillas de mayor tamaño impidiendo la normal carga de la placa luego de unas horas de trabajo.



Figura 3.20. Dosificador tipo mecánico (plato semillero).

Las sembradoras mecánicas en el caso de la siembra del maíz, si se elige la placa de siembra correctamente, la semilla es uniforme en tamaño y la velocidad de siembra no supera los  $6 \text{ km h}^{-1}$ , es muy eficiente y hasta puede lograr una mayor eficiencia que los distribuidores neumáticos por succión, sólo que esas tres condiciones (semilla uniforme de maíz,  $\text{kg ha}^{-1}$ , y velocidad de siembra menor a  $6 \text{ km hr}^{-1}$ ), prácticamente nunca se dan al mismo tiempo, de allí que frente a ésta realidad el futuro son los distribuidores neumáticos, sin por eso dejar de reconocer lo bueno que son los distribuidores mecánicos.

### **3.9.8. Elementos principales de una sembradora de conservación**

Un tema muy discutido es el de la elección entre sembradora directa de disco o reja. No es fácil la respuesta, trabajando ambas bien en la mayor parte de los casos. En principio, las de disco se adaptan mejor a una elevada cantidad de residuos, aunque presentan más problemas en suelos muy arcillosos y en condiciones húmedas. Por otra parte en suelos muy pedregosos el desgaste de los elementos en general es mayor y en estas situaciones puede ser recomendable el uso de los elementos de reja, al ser menor su costo de reposición frente a los elementos de discos, además de trabajar mejor en estas condiciones.

En muchos casos se omiten uno o varios de estos componentes. Así, raramente aparecen los de preparación de la hilera (que a veces se limitan a apartar los residuos) y los de fijación de la semilla (rueda semineumática de pequeño diámetro y espesor cuyo objeto es aproximar la semilla al suelo y facilitar su germinación). Normalmente se van a encontrar tres elementos: uno para cortar los residuos e iniciar la franja de siembra, a continuación otro para la formación del surco y el lecho de siembra y un último de cierre del surco.

Los diferentes componentes de una sembradora de conservación se pueden clasificar de la siguiente manera:

- 1) De corte de residuos (Figura 3.21)
- 2) De preparación de la hilera
- 3) De apertura del surco (Figura 3.22)
- 4) De fijación de la semilla
- 5) De cubrimiento de la semilla (Figura 3.23)
- 6) De cierre del surco (Figura 3.23)
- 7) De abonado y tratamientos
- 8) De control de profundidad (Figura 3.24)

Los elementos de corte de residuos e inicio de la franja de siembra, si se usan separadamente, preceden a todos los demás y cortan y/o orientan los residuos superficiales en la hilera de siembra y cortan o aflojan el suelo para mejorar la acción de los siguientes componentes. Los hay de diversos tipos: lisos, acanalados, estriados, ondulados, accionados (Figura 3.21), con diámetros de 300 a 600 mm y espesores de 3 a 12 mm. Los más utilizados son los ondulados. El número de ondas por disco dependerá del ancho de franja requerido y de la profundidad de la misma. Los de franja ancha (pocas ondulaciones) se adaptan mejor a suelos pesados con abundante cantidad de residuos. Los de franja estrecha (muchas ondulaciones) penetran más en el

suelo, siendo utilizados en condiciones de suelos duros y en renovación de pastos.

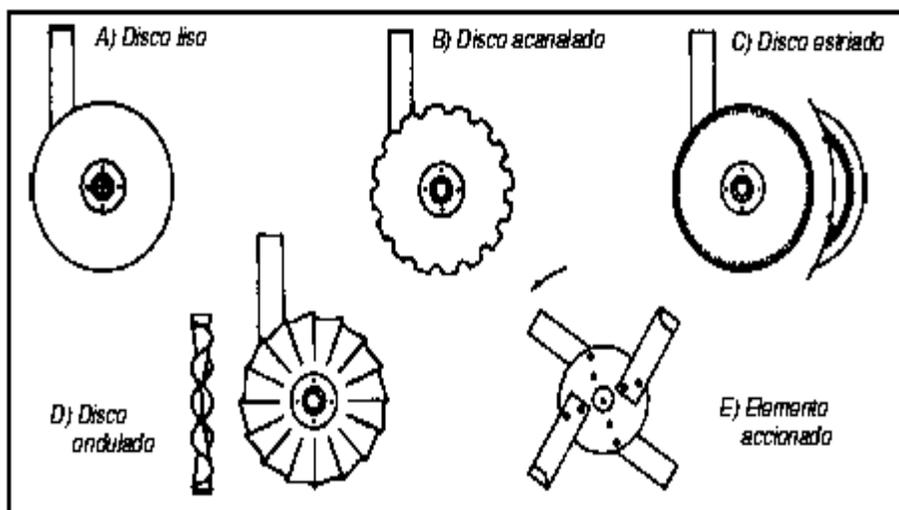


Figura 3.21. Elementos de corte de residuos e inicio de la franja de siembra. (Fuente: Morrison et al. 1988). A) Disco liso, B) Disco acanalado, C) Disco estriado, D) Disco ondulado, E) Elemento accionado.

Los elementos de apertura del surco de siembra pueden estar precedidos o no por los elementos de corte de residuos; es frecuente que el corte de residuos y apertura del surco lo realice un mismo elemento. Su trabajo depende de la velocidad de avance, tipo y estado del suelo y residuo y de la profundidad de siembra.

Los sistemas empleados se pueden clasificar en dos grandes grupos: a) Discos y b) Rejas (botas, cincel, tipo sable y ala ancha) (Figura 3.22). Los discos pueden ser simples o dobles. Las máquinas de disco simple no suelen llevar elemento cortador delantero, realizando él mismo la función de corte y apertura del surco de siembra. Las de doble disco abren el suelo en forma de "V" y suelen requerir un disco delantero para el corte de los residuos (Hernanz, 1997). Los discos suelen ser más pequeños que los de corte de residuos para reducir la fuerza de corte necesaria, con la limitación de evitar los atascos. El peso necesario puede llegar a los 180 kg por disco. Las rejas deben ser agudas y atacar con un ángulo elevado (casi verticales), lo que lleva a que necesiten bastante menos peso por unidad. En el segundo grupo encontramos rejas de tipo bota, cincel, sable y ala ancha. Una característica

común es la necesidad de una gran separación entre los brazos para evitar la acumulación de residuos por lo que se montan en él al menos tres filas.

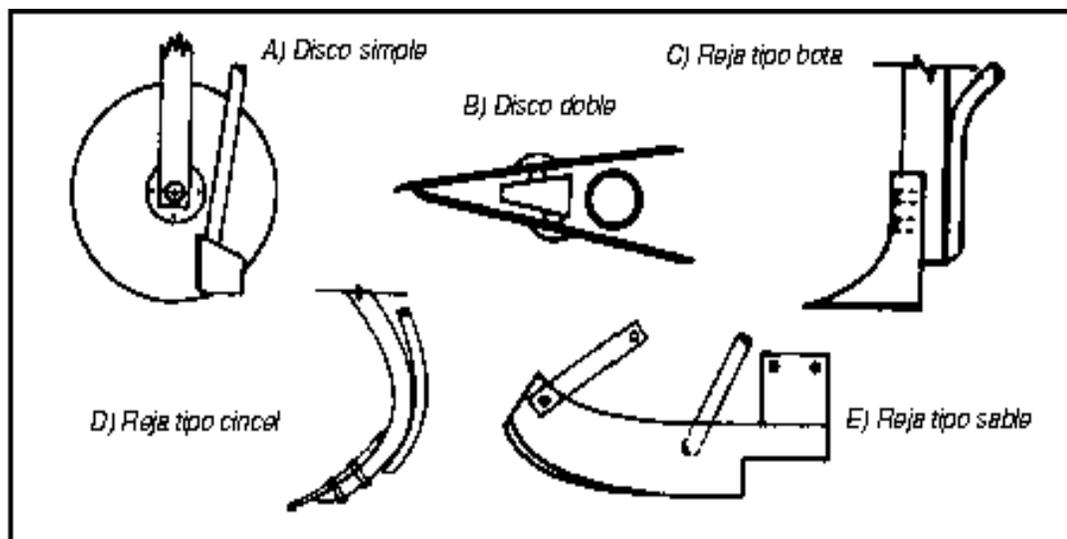


Figura 3.22. Elementos de apertura del surco de siembra (Fuente: Morrison et al. 1988). A) Disco simple, B) Disco doble, C) Reja tipo bota, D) Reja tipo cincel E) Reja tipo sable.

Los elementos de cubrimiento de las semillas, si se emplean, suelen consistir en un disco único inclinado, en dos discos inclinados, o dedos flexibles que facilitan el aporcado del surco (Figura 3.23). Las ruedas compactadoras son los elementos de cierre y fijación del surco de siembra y pueden servir de rueda de accionamiento de los elementos distribuidores de semillas. Son de anchura y posiciones diversas y a veces se usan para colocar lastre o para la actuación de muelles compresores. Se montan individualmente o en bandas. Pueden ser simples (neumáticas, acanaladas) o dobles (en ángulo o verticales). Asegurar el contacto adecuado suelo-semilla es fundamental para una buena germinación, cubriéndola.

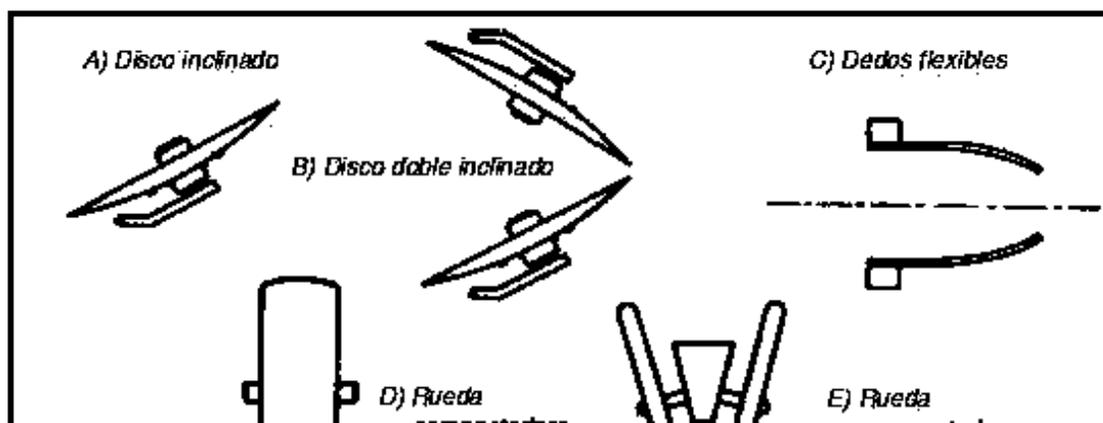


Figura 3.23. Elementos de cubrimiento de semillas y de cierre de surco. (Fuente: Morrison et al. 1988). A) Disco inclinado, B) Disco doble inclinado, C) Dedos flexibles, D) Rueda compactadota simple y E) Rueda compactadota doble.

El control de la profundidad conviene llevarlo a cabo individualmente en cada una de las líneas de siembra, y de ser posible, en el elemento de apertura del surco, deben ser ajustables y pueden basarse en una rueda compactadora trasera (Figura 3.24), ruedas controladoras laterales simples o dobles en el elemento de apertura del surco o patines, ruedas en "tandem", ruedas reguladoras de la elevación de la estructura y bandas cilíndricas en las cuchillas simples o dobles de corte de residuos. De esta forma se consigue una mayor uniformidad en la siembra. El lastrado de la sembradora puede favorecer la penetración en el suelo y así una mayor profundidad de siembra. Para conseguir lo anterior también pueden usarse muelles de compresión.

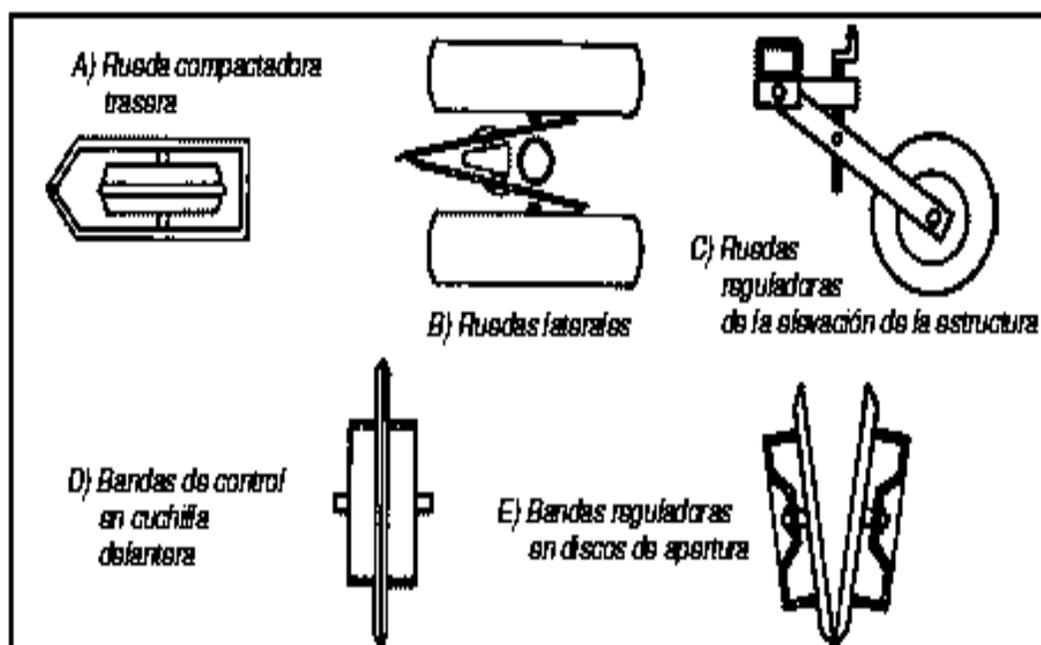


Figura 3.24. Elementos de control de la profundidad. (Fuente: Morrison et al. 1988). A) Rueda compactadota trasera, B) Ruedas laterales, C) Ruedas reguladoras de la elevación de la estructura, D) Ruedas de control en cuchilla delantera y E) Ruedas reguladoras en discos de apertura.

### **3.9.9. *Problemas en el uso de las sembradoras de conservación y soluciones alternativas***

#### 1) Arrastre de restos vegetales.

Los residuos vegetales pueden acumularse si se arrastran por los elementos de apertura del surco, ruedas de soporte o elementos del bastidor. Lo anterior se puede en teoría prevenir con un sistema efectivo de corte de residuos en cada componente, y/o reduciendo su arrastre entre elementos adyacentes, disponiendo éstos de modo que se facilite su circulación, lo que lleva a una mayor profundidad de la máquina para permitir líneas de siembra más numerosas y separadas entre sí y con ello más distancia entre los elementos de una misma línea. La eliminación de los salientes de los elementos de las líneas también ayuda.

#### 2) Piedras y diversos obstáculos contra el control de profundidad

En el caso de que haya muchas piedras u obstáculos diversos en el suelo, se requiere reducir la velocidad de siembra para no dañar a la sembradora. En dichas situaciones, los elementos rodantes de la sembradora pasan por encima de las piedras u obstáculos, si bien esto causa que se pierda el control de la profundidad de siembra. En tales situaciones podría aconsejarse en términos generales el uso de sembradoras de rejas.

### 3.10. Equipo para el manejo de residuos

Cualquier sistema de conservación del suelo debe comenzar con un manejo adecuado de los restos de la cosecha de cultivo. En definitiva se trata de conseguir que su distribución en el suelo sea uniforme y suficiente para que quede protegido (Figura 3.25). Conforme el suelo esté más cubierto es mejor, pues así estará más protegido de la acción de la lluvia, aumentará más su fertilidad natural (materia orgánica) a medio plazo y retendrá más agua (menor evaporación). No obstante, un exceso de paja, sobre todo si no está bien picada y distribuida, y no se dispone o no se maneja adecuadamente la maquinaria de siembra directa, puede dificultar la siembra del cultivo siguiente.



Figura 3.25. Suelo cubierto por el 75% de residuos de maíz.

El picado y distribución de los restos vegetales de los cultivos puede llevarse a cabo durante la cosecha o poco después de ésta. En el caso de los cereales (trigo, cebada, avena), si se empaqa gran parte de paja se facilita la siembra del cultivo siguiente, al permanecer sobre el suelo poca cantidad de residuos; no obstante, en este caso disminuye la presencia de cubierta protectora del suelo, como antes se ha comentado. En el caso de que no se empaque la paja, ésta se debe picar y esparcir; operaciones que pueden

llevarse a cabo con la propia cosechadora (Figura 3.26), dotándola del sistema de picado-esparcimiento correspondiente.

Dicho sistema se adosa en su parte posterior en el caso del trigo y de la cebada, o en la barra de corte, en el caso de otros cultivos como son el maíz y el girasol. Si el dispositivo de picado-esparcimiento no va adosado a la cosechadora se deberán emplear máquinas picadoras-esparcidoras específicas, que actuarán después de la cosecha, por lo que el conjunto de ambas operaciones (cosecha y picado-esparcimiento de la paja) puede resultar algo más caro.

En la labranza mínima (labranza vertical o reducida antes de la siembra) la presencia de residuos disminuye y la operación de siembra es menos comprometida.

La práctica de manejo de residuos para la conservación de humedad y suelo incrementa en forma significativa los rendimientos de los cultivos, principalmente de cultivos de escarda; sin embargo, esta práctica requiere de equipos especiales que permita una distribución uniforme de los residuos sobre el suelo.

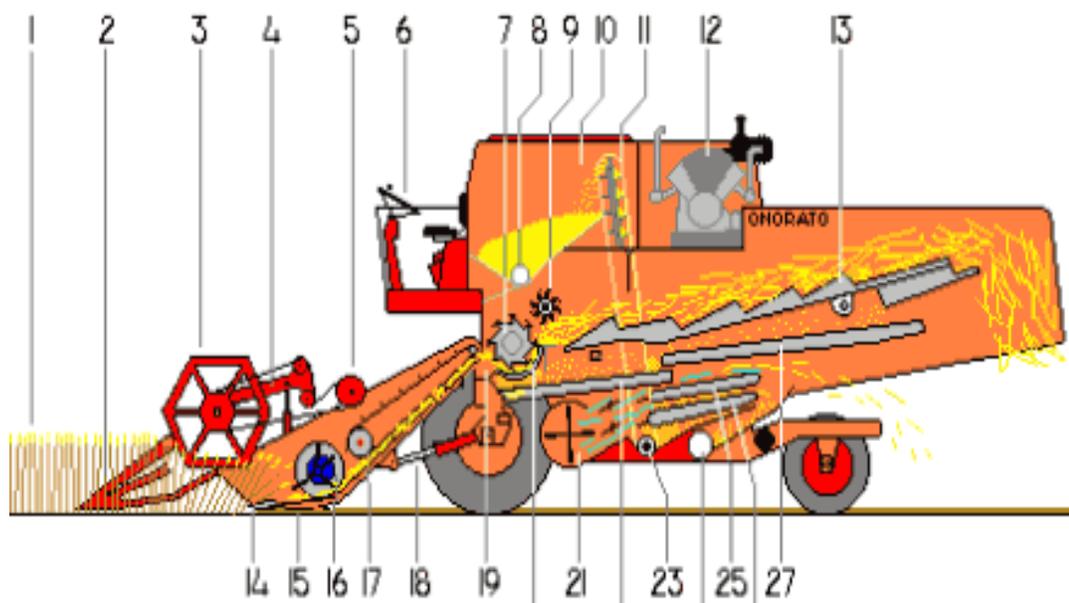


Figura 3.26. Cosechadora. 1) Cultivo, 2) Separador, 3) Molinete, 4) Mecanismo de regulación de posición, 5) Regulación de velocidad del molinete, 6) Volante y puesto de conducción, 7) Cilindro trillador, 8) Sinfín vaciado de tolva, 9) Batidor despajador, 10) Tolva de granos, 11) Elevador de cangilones, 12) Motor, 13) Sacapajas, 14) Barra de corte, 15) Patín, 16) Sinfín del cabezal, 17) Acarreador, 18) Cilindro hidráulico del cabezal, 19) Colector de piedras, 20) Cóncavo, 21) Ventilador, 22) Bandeja de grano del cóncavo, 23) Elevador de granos a tolva, 24) Elevador de granos a retrilla, 25) Zaranda superior (zarandón), 26) Zaranda inferior, 27) Bandeja de granos del sacapajas.

### 3.10.1. *Picador de residuos de tracción animal*

Una opción de esto es el equipo picador de residuos de tracción animal (Figura 3.27) que consiste en dos pares de dos discos cóncavos cada uno de 40 centímetros de diámetro ajustando su acción de picado sobre un bastidor al ancho de siembra. Este equipo requiere para su operación de 392 a 588 N de fuerza de tiro, las cuales pueden ser proporcionados por dos caballos o una yunta de bueyes.

La severidad del picado y disturbación de suelo en una franja no mayor de 10 centímetros de ancho se logra ajustando el ángulo de ataque de los discos y agregándole peso al bastidor. A mayor ángulo de acción de los discos con respecto a la línea de tiro mayor área disturbada y a mayor peso mayor penetración en el suelo, la combinación de ambos da un mayor o menor grado de mezclado residuo-suelo.



Figura 3.27. Picador de residuos de tracción animal

### **3.10.2. *Picador de residuos de eje horizontal***

Este equipo de tracción motriz puede ser montado a los tres puntos de enganche del tractor o del tipo de tiro, realiza la operación del picado de los residuos del cultivo anterior o abono verde y lo distribuye en forma uniforme a lo ancho del corte del implemento. Se encuentra integrado por una serie de martillos flotantes, colocados en forma de espiral a lo largo del rotor principal, operado éste por la toma de fuerza del tractor. Este equipo realiza la operación de corte y distribución del mantillo con un 50% de mayor uniformidad que las chapeadoras normales.

## **IV. RELACIÓN DEL EQUIPO AGRÍCOLA CON LOS TIPOS DE LABRANZA DE CONSERVACIÓN**

Es muy importante conocer el equipo agrícola que debe utilizarse en cada uno de los sistemas de conservación, para determinar el tipo de implemento se debe analizar el sistema de conservación seleccionado. Además, con el conocimiento de estas prácticas y de los implementos seleccionados se pueden reducir significativamente el costo de la producción al invertir solamente en el implemento adecuado para trabajar las parcelas.

La labranza de conservación se puede asociar con diversos factores importantísimos para el bienestar social, agronómico, ambiental, económico. Algunos de los factores que benefician son:

### **1. Alimentación**

- Recursos sostenibles para una eficiente producción de alimentos.
- Reducción de riesgos resultantes por desastres climáticos (sequía).

### **2. Económico**

- Menos costos de producción.
- Mejor nivel de vida.
- Una producción más significativa.
- La calidad del producto mejora, lo que significa que tenga un mejor precio en el mercado.

### **3. Recursos naturales**

- Mejora la infiltración del agua.
- Reduce la erosión.
- Mejora la recarga de los mantos acuíferos y la calidad del agua.
- Retención del carbono.
- A largo tiempo: mejora la fertilidad del suelo.

4. A largo tiempo; reduce el uso de agroquímicos.

#### 4.1. Labranza Cero

Es el sistema en el cual no se realiza ningún movimiento en el suelo, se combate la maleza por medios químicos y para sembrar se utiliza un espeque (palo con punta), coa o pala recta o bien se usa una sembradora especializada (Figura 4.1).



Para la labranza cero se usan implementos que depositan la semilla en el suelo sin hacer ningún tipo de labranza.

- A nivel manual se parte del simple palo para hacer huecos para la siembra hasta la sembradora manual para inyectar la semilla y a veces fertilizante al suelo.
- Existen sembradoras para labranza cero a tracción animal de una o dos hileras para cultivos en hileras; trabajan con rejas de discos o con ruedas estrellas.

- Existen sembradoras para resiembra de pasto, cereales y para cultivos de hileras para tractores. Según las características del suelo trabajan con cinceles, discos sencillos o dobles discos o también con ruedas estrellas; los dobles discos son los más comunes. Para asegurar la penetración uniforme a la profundidad de siembra deseada en suelos duros estas sembradoras son en general muy pesadas. La distancia entre rejas de una fila no puede ser demasiado estrecha para asegurar la pasada en los rastros. Por este motivo las rejas están puestas en dos o tres filas logrando distancias mínimas entre surcos de alrededor de 15 cm.

Normalmente las labores que se realizan con este sistema de laboreo son: aplicación de herbicidas desecantes, siembra, aplicación de herbicidas preemergentes y/o postemergentes.

#### **4.2. Labranza Mínima**

El término de labranza mínima se ha utilizado durante muchos años, la definición ha variado a través de los años, el término no es fácil de definir, posiblemente la mejor definición es: la manipulación mínima del suelo necesaria para producir una cosecha o para lograr los requerimientos de labranza bajo las condiciones existentes (New Holland, 1997).

En la labranza mínima puede o no existir la presencia de residuos de cosechas en la superficie del suelo, lo único que se busca en este sistema es reducir el paso de maquinaria agrícola en el terreno. Por tal motivo, puede existir un paso de rastra o un paso del Vibrocultivador o un paso de cinceles (Figura 4.2) antes de la siembra. Como ya sabemos la siembra se puede hacer con una sembradora mecánica o neumática.



Figura 4.2. Labranza mínima con arado de cinceles.

Este sistema se caracteriza por la reducción de las labores, tal y como sucede en algunas regiones de nuestro país. El hecho de reducir el laboreo de doce pasadas de tractor a ocho únicamente, puede entenderse por la labranza mínima; o bien cuando los agricultores preparan su suelo con una o dos pasadas de rastra, pero sin efectuar la arada, también puede entenderse como labranza mínima; sin embargo, este sistema también puede traer como consecuencia la formación del “piso de arado” con sus graves consecuencias para la infiltración del agua y asimilación de nutrimentos. Aquí tampoco existe la cubierta de residuos muertos o mantillo, ya sea por haberlos incorporado al suelo, porque se extrajo para alimento del ganado o simplemente se quemó por estética (FIRA, 1990).

### 4.3. Labranza de Conservación

La labranza de conservación, puede decirse que es un nuevo concepto en el uso y manejo de los suelos, el cual permite sembrar cualquier grano casi sin remover o labrar el suelo. Se reemplazan tradicionales herramientas de labranza como arados, rastras, cinceles y cultivadoras de diversos tipos por sembradoras capaces de cortar rastrojos y raíces para dejar la semilla adecuadamente ubicada para su germinación y crecimiento (Crovetto, 1992). Además, deja al menos un 30% del rastrojo del cultivo anterior sobre la superficie de siembra (Figura 4.3). Al mantener el residuo de cosecha, se crea una cobertura o mantillo, el cual retendrá la humedad y aislará el suelo de temperaturas extremas (Smart y Bradford, 1996).



### Figura 4.3. Residuos de cosecha en cultivo de maíz.

Los rendimientos de los cultivos pueden ser iguales al principio por el deterioro en que se encuentra un suelo que durante largo tiempo ha sido trabajado convencionalmente, pero en un lapso de dos a tres años el suelo puede mostrar recuperación en sus características físicas (grado de compactación, infiltración del agua, etc.) y químicas (contenido de materia orgánica, salinización, etc.) en beneficio de los cultivos.

La maquinaria y equipo que se utilizan en el sistema de labranza de conservación se enfoca solo en las sembradoras que sean capaces de cortar el residuo que queda en el terreno, además esta sembradora debe ser capaz de fertilizar al mismo tiempo de ir sembrando, con esto se busca que se reduzca al mínimo las pasadas del tractor sobre el terreno de siembra.

Cuando se va a cosechar, si es a mano, no existe problema alguno porque no hay maquinaria que compacte el suelo, lo único que debe hacerse es dejar una cantidad favorable de residuos del cultivo debidamente picado para que se convierta en materia orgánica más rápido. Cuando los productores son pequeños donde utilizan maquinaria de tracción animal es recomendable que utilicen el picador de residuos de tracción animal. Cuando son grandes productores es más recomendable que utilicen una cosechadora-picadora de residuos, pero si no se cuenta con esta máquina, primero se debe cosechar y después se quita el residuo con una picadora que tenga la capacidad de distribuir correctamente el rastrojo para que después no existan problemas de enfermedades en el lugar donde queda más cubierto de rastrojo.

#### **4.3.1. *Ventajas del sistema de labranza de conservación***

Las ventajas fundamentales del sistema de labranza de conservación se asocian a que deja cierta cantidad de rastrojo sobre la superficie del suelo. Asimismo, la magnitud de tales beneficios es

proporcional al grado de cobertura y al espesor de la cubierta de rastrojos. Las ventajas más significativas se mencionan a continuación:

- 1) Aumenta la materia orgánica de 1.5 a 3.0 kg/cm<sup>2</sup> en comparación con la labranza tradicional (Garita, 1988).
- 2) Disminuye la compactación.
- 3) Reducción de costos por hectárea.

Otra ventaja de la labranza de conservación es la disminución de costos de producción de los cultivos que para el ciclo primavera-verano adquiere valores de 20% y hasta de 35% para el ciclo otoño-invierno. Estos ahorros en costos se presentan principalmente en los conceptos de maquinaria e insumos (semilla, agua y herbicidas), así como en los costos financieros (FIRA, 1996). Respecto a la maquinaria, se tienen evidencias de que el uso de equipos para labranza de conservación disminuye hasta en 60% el tiempo requerido para establecer una hectárea de cultivo, con el consecuente ahorro de mano de obra, estimado en 50% menos en las actividades anteriores a la cosecha y de acuerdo con un estudio que realizó la Universidad de Dakota del Sur existe una disminución en el consumo de combustible de 70 a 6.9 litros por hectárea.

- 4) Conserva la humedad.

En sequías prolongadas al efecto de conservar la humedad se pierde. Al estar cubierto el suelo con los residuos vegetales los rayos del sol se reflejan evitando que lleguen a la superficie, con lo cual, la humedad se conserva más tiempo. En la Cuadro 4.1 podemos observar como se conserva la humedad, respecto al tipo de suelo y el tipo de labranza.

Cuadro 4.1. Comparación de humedad en labranza de conservación y tradicional Fuente: SAGARPA, JOHN DEERE. Guía de Labranza de Conservación. 2000.

Tipo de suelo	Labranza de conservación % de humedad	Labranza convencional % de humedad
---------------	--	---------------------------------------

Delgado (Tropical)	35.19	31.45
-Arenoso (Profundo, Z. Áridas)	17.27	16.86
Pedregoso	8.86	8.27
Vega de río	8.55	6.97
--Arenoso (Profundo, Z. Áridas)	4.5	5.15

#### 5) Reduce la erosión

Con la labranza de conservación se puede controlar la erosión hasta en un 95%, dependiendo de la cantidad de rastrojo presente en el suelo, de la pendiente, textura y factores climáticos. El Cuadro 4.2 se menciona el porcentaje de erosión que se presenta con varios porcentajes de pendientes, y podemos observar que la erosión es menor cuando existe residuo en el terreno (FIRA, 1990). Cuadro 4.2. Erosión referente a la pendiente en labranza de conservación y tradicional. Fuente: SAGARPA, JOHN DEERE, 2000.

<b>Pendiente %</b>	<b>Erosión del suelo desnudo sin cultivo (ton/ha/año)</b>	<b>Erosión del suelo cultivado con maíz y residuo (ton/ha/año)</b>
1	11.2	0.01
5	156.2	0.07
10	229.2	0.13
15	232	0.2

#### 6) Mayor rendimiento de cosecha

Datos tomados por el INIFAP durante siete años en muchos lotes de maíz de temporal distribuidos en siete estados del país; indican que éstos produjeron entre 15 a 25% más grano y de rastrojo, en comparación con los lotes que estuvieron trabajados bajo el sistema de labranza tradicional. Además, se ha observado que la producción va en aumento año con año bajo el sistema de labranza de conservación.

#### 4.4 Trabajos actuales bajo investigación en la labranza de conservación

Para evitar tantos pasos en la mecanización de un cultivo otra forma de reducir estos mismos fue la unión o "fusión" de varios implementos (Figura 4.4). Se unieron cinceles, la rastra y una desterronadora. Esto con el objeto de romper la costra que se forma en la superficie mediante los cinceles, desmenuzar y romper terrones mediante la rastra y dejar una fina capa de siembra al final con el rodillo desterronador.

En la Figura 4.5 se aprecia una máquina que unió a una grada de cinceles fijos y flexibles más un rodillo. Esta máquina realiza labores como desmenuzar y romper costras superficiales y los rodillos pueden nivelar la superficie del terreno.



Figura 4.4. Implemento para reducir el tráfico del tractor.



Figura 4.5. Fusión de implementos.

Este tipo de implementos deben utilizarse en zonas agrícolas muy grandes, con el objetivo de que se reduzca el tráfico de la maquinaria sobre el terreno para que el suelo no sufra una compactación severa en pocos ciclos agrícolas. Como este tipo de equipos demandan mucha potencia, es necesario utilizar tractores de potencia muy grande ( $> 120$  hp).

En la Figura 4.6 se aprecia también una combinación de implementos para que exista el menor número de trabajos realizados por el tractor en comparación con los pasos que se hacen en un lugar muy mecanizado. Se está arando y preparando el terreno en un solo paso. En la Figura 4.7 se puede apreciar lo último en cuanto a labranza de conservación, que es en un paso prácticamente hacer todo. La maquina lleva un arado de vertedera, así como un cincel y rodillos para preparar la tierra y a la sembradora adjunta que va sembrando y tapando la semilla, además se aprecia que en la parte delantera del tractor está una tolva para almacenar fertilizante o algún fungicida o insecticida.



Figura 4.6. Preparación del terreno en una sola pasada.



Figura 4.7. Labranza completa en una sola pasada.

## **V. IMPLEMENTACIÓN DE LABRANZA DE CONSERVACIÓN EN MÉXICO Y EN EL MUNDO**

La labranza de conservación ha ganado importancia a escala mundial en los últimos años como un medio para proteger los recursos naturales y recuperar aquellos que han sido degradados, principalmente el suelo y el agua.

Las distintas modalidades de labranza de conservación han crecido de modo espectacular en los últimos 15 años. Así, se han cultivado en régimen conservacionista 73 millones de hectáreas de cultivos anuales en 1999, con una tendencia clara a seguir creciendo (ECAAF, 2000).

En las últimas décadas se han llevado a cabo en muy diversos países del mundo un gran número de trabajos científicos y técnicos que avalan las ventajas agronómicas y medioambientales del sistema de labranza de conservación. Además, dichas técnicas conservacionistas se han incorporado masivamente a la agricultura de países tales como EE.UU., Canadá, Brasil, Argentina, entre otros.

EE.UU. ha sido el país pionero en la adopción de las técnicas conservacionistas y actualmente es el líder en cierto modo del desarrollo de la labranza de conservación (Cuadro 5.1). Lo anterior en gran parte se debe a que las administraciones de EE.UU. las han apoyado abiertamente mediante acciones administrativas y económicas («Farm Bills» de 1985, 1990 y 1996).

Cuadro 5.1. Países con labranza de conservación. Fuente: 1) CTIC, 2002; 2) FEBRAPDP, 2002; 3) AAPRESID, 2003; 4) Bill Crabtree, WANTFA, 2002; 5) J. Hebblethwaite, CTIC, 1997; 6) MAG - GTZ Soil Conservation Project, 2002; 7) Carlos Los, 2002; 8) Raj Gupta CIMMYT, 2003; 9) Richard Fowler, 2003; 10) Armando Martinez Vilela, 2003; 11) AUSID, 2003; 12) Rafael Sánchez, 2003; 13) Carlos Crovetto, 2002; 14) ECAF, 2002; 15) Roberto Tisnes, Armenia, 1999; 16) Ekboir J., 2002; 17) ECAF, 2002; 18) Ekboir, J. et al., 2002.

PAÍS	ÁREA BAJO SIEMBRA DIRECTA EN HA 2000/ 2001
USA <sup>1</sup>	22.410.000
Brasil <sup>2</sup>	17.356.000
Argentina <sup>3</sup>	14.500.000
Australia <sup>4</sup>	9.000.000
Canadá <sup>5</sup>	4.080.000
Paraguay <sup>6</sup>	1.300.000
México <sup>16</sup>	650.000
Bolivia <sup>7</sup>	417.000
Norte de India, Pakistán <sup>8</sup>	561.000
Sudáfrica <sup>9</sup>	300.000
España <sup>10</sup>	300.000
Uruguay <sup>11</sup>	250.000
Venezuela <sup>12</sup>	170.000
Chile <sup>13</sup>	130.000
Italia <sup>14</sup>	80.000
Colombia <sup>15</sup>	70.000
Francia <sup>17</sup>	50.000
Ghana (100.000 agricultores) <sup>18</sup>	45.000
Otros (Estimativa)	1.000.000
Total	72.669.000

Son pocos los países en el mundo que tienen estadísticas anuales y detalladas sobre área bajo labranza de conservación y en muchos países las

informaciones son inexistentes. En general, las estadísticas sobre siembra directa están basadas en estimaciones, salvo en pocos países como los Estados Unidos, donde se dispone de levantamientos anuales y detallados.

En la historia de la labranza de conservación en México, diversas instituciones nacionales e internacionales han realizado esfuerzos alrededor de esta práctica y generado información a través de proyectos de investigación, preparando personal por medio de programas de capacitación y propiciado el desarrollo e implementación del sistema con programas operativos y de financiamiento. A pesar de este esfuerzo institucional, el impacto de esta práctica en el campo no ha sido el esperado.

La estimación sobre la superficie del país bajo labranza de conservación hecha por FIRA (Ochoa, 1999) es de aproximadamente 650 mil hectáreas, esto representa aproximadamente el 3.25 % de la superficie cosechada anualmente en México en los ciclos primavera-verano y otoño-invierno. La mayor superficie bajo labranza de conservación está concentrada en el centro occidente del país 79.9%, en el sureste 10%, en la región sur 8.9 % y el resto en el norte y noreste. Respecto a cultivos, el maíz es el más importante aproximadamente 57 %, le sigue el sorgo con 37.8%, el trigo 8.4 % y otros cultivos 0.8 %, entre ellos algunas hortalizas entre las que sobresale el brócoli.

El Centro Nacional de Investigación en Producción Sostenible (CENAPROS), en colaboración con Fideicomisos Instituidos con relación a la Agricultura (FIRA) y el Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo (CIRAD-Francia), organizó en marzo de 1995, en la ciudad de Morelia, Michoacán, la Primera Reunión Nacional de Labranza de Conservación, en la cual participaron instituciones nacionales como el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA), el Colegio de Postgraduados (CP), el Programa de Maíz de Alta Tecnología del Estado de

Michoacán (PROMAP), internacionales como el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo de Francia (CIRAD-Francia), y el Servicio de Investigación en Agricultura de los Estados Unidos (USDA-ARS) a fin de analizar la información generada sobre labranza de conservación e identificar acciones o decisiones a tomar en el futuro e integrar a las instituciones en una estrategia común.

## CONCLUSIONES

Para el productor, la agricultura de conservación es interesante porque reduce los costos de producción, de tiempo y de trabajo. La labranza del suelo es, entre todas las actividades agrícolas, la que más energía consume y la más contaminante. Si no se labra el suelo, los campesinos pueden ahorrar entre el 30 y el 40 por ciento de los costos de tiempo, trabajo y combustible respecto a las formas de cultivo tradicionales.

Al adoptar un sistema de siembra conservacionista, los campesinos necesariamente deben tener un conocimiento amplio de estas técnicas, para que tengan el éxito esperado y en el día que se les presente un problema puedan resolverlo satisfactoriamente.

El agricultor debe tomar en cuenta el sistema de siembra que va a implementar con respecto a la topografía del terreno, el clima y el tipo de cultivo que va a sembrar, porque si elige un sistema de labranza que no es adecuado a las características mencionadas lo más probable es que tenga pérdidas mayores con respecto a una labranza tradicional.

El equipo agrícola que el campesino adquiera debe ser de acuerdo a las necesidades específicas de un sistema de labranza conservacionista, en el caso de que ya cuente con una sembradora o cualquier otro implemento de labranza convencional, puede modificarla basándose en los equipos de siembra directa.

## LITERATURA CITADA

- Cervantes Contreras Heriberto. (2001). Evaluación de la sembradora M-P25 para mínima labranza en cuatro niveles de mantillo y en dos contenidos de humedad del suelo. Tesis. UAAAN.
- CIB. (2000). Apuntes de Labranza Mínima y Labranza de Conservación. México
- FAO. (2001). Conservation agriculture - Case studies in Latin America and Africa. FAO Soil Bulletin 78, en prensa, FAO, Roma.
- Figueroa Sandoval Benjamín. (1992). Manual de producción de cultivos con labranza de conservación. 273 paginas.
- FIRA. (1990). Labranza de Conservación, una alternativa para aumentar la producción y productividad del agro mexicano. Manual. México.
- FIRA. (1990). Labranza de Conservación, diagnóstico agronómico y equipos de apoyo. Manual. México.
- FIRA. (2000). Club de Labranza de Conservación. Folleto del 1<sup>er</sup> día demostrativo de Labranza de Conservación en Linares, Nuevo León. México.
- García Hernández M.A. (2000). La labranza cero de conservación y la maquinaria agrícola utilizada en algunas regiones de México. Monografía. UAAAN
- Hughes, Haroldm A. (1982). Conservación en la agricultura. EU. 145 paginas.
- INIFAP y CENAPROS. (1999). Simulador de lluvias para demostrar sus efectos de erosión en el suelo. Folleto número 21.
- INIFAP Y CENAPROS. (2000). Conceptos generales de Labranza de Conservación. Periódico. México.

- INIFAP. (2001). Manual para Labranza de Conservación. Manual 1.
- INIFAP. (2002). Memoria: Curso-Taller de capacitación técnica en labranza de conservación para el cultivo de maíz en Veracruz.
- Laguna Blanca Antonio. (1999). Maquinaria Agrícola, Constitución, Funcionamiento, Regulaciones y Cuidados. Editorial MADRID. Tercera edición.
- Martínez R. (1987). Efecto de la Labranza Tradicional y la Labranza de Conservación para el control de la erosión en el cultivo de maíz bajo condiciones de temporal. Tesis. UAAAN.
- Moya Cabrera Alfredo. (1992). El cultivo del maíz sembrado bajo el sistema de labranza de conservación. Monografía. UAAAN.
- Muñoz Rentarfa Javier. (1999). Cero Labranza. Monografía. UAAAN.
- NEW HOLLAND. (1997). Labranza y siembra. Revista. México.
- NEW HOLLAND. (1998). Labranza. Revista. México.
- SAGARPA Y JOHN DEERE. (2000). Guía de Labranza de Conservación. México. Revista.
- Terrazas Carrasco J.A. (1997). Labranza de Conservación de Cultivos Agrícolas. Monografía. UAAAN.
- UANL. (2000). Centro de Producción Agropecuaria. Folleto: Experiencias en el centro de producción agropecuaria en el sistema de Labranza de Conservación. México.

## PAGINAS WEB CITADAS

<http://www.ecaf.org/Espana/First.html>

<http://www.ecaf.org/documents/claveran.pdf>

<http://www.ars.usda.gov/is/espanol/pr/2003/030520.es.htm>

<http://www.agroinformacion.com/home/index.cfm?fuseaction=webpage.render&ID=134&MTID=2&TID=541>

<http://www.aeac-sv.org/html/socio.html>

<http://www.ecaf.org/Congress/Latestnews.htm>

<http://www.ecaf.org/Espana/espana.htm>

[http://www.fao.org/ag/agse/AGSE/agse\\_s/1ero/int1a.htm](http://www.fao.org/ag/agse/AGSE/agse_s/1ero/int1a.htm)

[http://www.fao.org/ag/agse/AGSE/agse\\_s/2do/cons1d.htm](http://www.fao.org/ag/agse/AGSE/agse_s/2do/cons1d.htm)

<http://www.fao.org/ag/esp/revista/0110sp.htm>

<http://www.fao.org/Noticias/2000/000501-s.htm - 19k>

<http://www.gro.itesm.mx/agronomia2/extensivos/Dlabranza.html#INTRODUCCIÓN>

[http://www.unne.edu.ar/cyt/2000/5\\_agrarias/a\\_pdf/a\\_008.pdf](http://www.unne.edu.ar/cyt/2000/5_agrarias/a_pdf/a_008.pdf)

[https://intranet.inifap.gob.mx/cgi-bin/pagina\\_web/cons\\_infoteca.cgi?nomcir2=CENAPROS](https://intranet.inifap.gob.mx/cgi-bin/pagina_web/cons_infoteca.cgi?nomcir2=CENAPROS)

# ANEXOS

## ANEXO 1

Potencia desarrollada y períodos de trabajo de animales bien entrenados y en buena condición física (Cuadro A1).

Cuadro A1. Especificación de potencia de los animales. Fuente: CTA 1992.

<b>Especie</b>	<b>Potencia (w)</b>	<b>Tiempo (horas/día)</b>
Burros	200	3
Vacas	300	2
Bueyes	450	6
Caballos	500	5
Mulas	550	6
Búfalos	600	6
Camellos	650	7

Con respecto a los requerimientos de energía de las especies animales de trabajo, éstos dependerán de diferentes factores tales como el peso vivo, del tipo y diseño del implemento usado, la tarea desarrollada, la temperatura ambiente, la destreza del operario y la superficie y/o tipo de terreno donde se trabaje. El Cuadro A2, muestra cómo puede ser afectado el trabajo realizado teniendo en cuenta estas variables. En términos prácticos la cuantificación de la energía que un ser vivo necesita para trabajar puede expresarse como un múltiplo de la energía requerida para su mantenimiento. Para el caso de bueyes y búfalos, esta relación es menor o igual a 1.8 (Lawrence, 1997).

Cuadro A2. Comportamiento de algunas especies trabajando en parejas en diferentes ambientes. Fuente: Pearson 1995.

Especie	Peso vivo	Velocidad (m/s)	Potencia (kw)	H/día	E. Consum. (MJ) <sup>1</sup>	Tarea
Búfalos	230-320	0.87-1.02	0.24-0.27	5.5	1.74-1.8	CRM <sup>2</sup>
Búfalos	400-460	0.94	0.31-0.33	5	1.76-1.77	CRM <sup>2</sup>
Bueyes	150	0.64	0.17	3-4	1.4	Arado
Bueyes	250	0.58	0.20	3-4	1.5	Arado
Bueyes	200-290	0.22-0.44	0.13-0.17	5.0	1.25-1.46	Arado
Bueyes	580-620	0.73	0.81-0.83	5.5	1.42-1.67	Arado
Bueyes	580-620	1.03	0.20-0.21	5.5	1.42-1.67	CRN <sup>3</sup>
Vacas	125	0.61	0.12	2-3	1.3	Arado

Nota:

- 1 Estimación de la energía gastada diariamente como múltiplo de la energía de mantenimiento.
- 2 Empujando carretas con ruedas de madera.
- 3 Empujando carretas con ruedas neumáticas.

## Los Bovinos

Los bovinos (*Bos taurus* y *Bos indicus*) son el recurso animal más utilizado para labores agrícolas a nivel mundial. El trabajo con vacunos se realiza generalmente con dos animales (yuntas) empleando un yugo que sirve de elemento de unión entre los dos ejemplares. Esta especie se caracteriza por su fuerza, paso lento pero seguro, capacidad de trabajo en ladera, mansedumbre y por su capacidad para digerir forrajes toscos (Cruz, 1997).

Según Sims. (1987), entre más pesada la yunta desarrollará más fuerza de tiro y su fuerza promedio estará alrededor del 11% de su peso vivo (Cuadro A3).

Cuadro A3. Promedios de Fuerza, Potencia y Energía requerida por bueyes en diferentes labores agrícolas. Fuente: Sims, 1987.

Labor	Implemento	Fuerza de tiro (N)	Velocidad (m/s)	Potencia (kw)	E. Cons./ha (MJ)
Arar	Arado vertedera	1118	0.98	1.09	60.4
Rastrear	Rastra discos	159	0.88	0.14	12.6
	Rastra de púas	724	0.75	0.54	9.0
Nivelar	Pala madera	436	0.80	0.35	5.5
Surcar	Surcadora	651	0.86	0.56	16.7*
Sembrar y surcar	Sembradora y surcadora	584	0.91	0.53	14.7*
Sembrar	Sembradora	247	0.97	0.24	6.2*
Cultivar	Cultivadora	178	0.84	0.15	14.7*
Aporcar	Arado vertedera	899	0.70	0.63	22.5*

\* Energía/ha suponiendo 0.5 m entre surcos.

Para las comunidades pobres de los países del tercer mundo, tracción animal ha sido, sigue y seguirá siendo por muchos años, la fuerza utilizada para labranza, tiro y carga, debido a su bajo costo y alta eficiencia.

## ANEXO 2

Cuadro A4. Paquete tecnológico para el sistema de cero labranza en el cultivo de maíz.

ACTIVIDAD	COSTO/HA
<b>COBERTURA DEL SUELO: MÍNIMO 30%</b>	
<b>CHAPEO: (MECANIZADO) 20 DÍAS ANTES DE LA SIEMBRA</b>	\$ 400.00**
<b><u>APLICACIÓN DE HERBICIDA</u></b>	
3.0 L FAENA	\$ 240.00*
2.0 L FAENA TRANSORB+	\$ 190.00*
2.0 kg GESAPRIM CAL. 90+	\$ 260.00**
1.0 L ADHERENTE AGRAL PLUS	\$ 60.00
SIETE DÍAS ANTES DE LA SIEMBRA (MECANIZADO)	\$ 350.00
1.0 L SANSÓN 30 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA	\$ 450.00**
1.0 L ADHERENTE AGRAL PLUS	\$ 60.00**
MANUAL 3 JORNALES	\$ 300.00**
<b><u>APLICACIÓN DE INSECTICIDAS</u></b>	
1.0 L SEMEVIN O MEZCLADO DE SEMILLA AL MOMENTO DE LA SIEMBRA	\$ 220.00*
1.0 L NUVARON	\$ 115.00*
250 ml ARRIBO	\$ 60.00(1)
1.0 L MALATHION	\$ 80.00(2)
1.0 kg SEVIN 80 PH.	\$ 145.00(3)
1 JORNAL APLICACIÓN MANUAL	\$ 100.00
<b><u>SIEMBRA</u></b>	
25 kg SEMILLA VS-536 PLANO GRANDE	\$ 420.00
SIEMBRA MECANIZADA	\$ 400.00
1 JORNAL	\$ 100.00
<b><u>FERTILIZACIÓN (188-69-30)</u></b>	
18-46-00 = 150 kg = 27-69-00 FOSFATO DIAMONIO(\$138/BULTO)	\$ 414.00
46-00-00 = 350 kg = 161-00-00 UREA (\$116/BULTO)	\$ 812.00
00-00-60 = 50 kg = 00-00-30 CLORURO DE POTASIO (\$150/BULTO)	\$ 150.00
550 kg 188-69-30	
<b><u>APLICACIÓN</u></b>	
1ª FERTILIZACIÓN: MECANIZADA 150 Kg. DE (18-46-00) + 150 Kg UREA + 50 Kg DE CLORURO DE POTASIO AL MOMENTO DE LA SIEMBRA.	
2ª FERTILIZACIÓN: 30 DÍAS DESPUES DE LA SIEMBRA, APLICAR 200 Kg DE UREA	\$ 400.00
4 JORNALES	
<b><u>DOBLA: MANUAL, 4 JORNALES</u></b>	\$ 400.00
<b><u>COSECHA: MANUAL, 8 JORNALES</u></b>	\$ 800.00
<b>NOTAS:</b>	
* UNO U OTRO	
** EN CASO NECESARIO	
(1),(2),(3) USAR EL QUE MEJOR CONVenga	
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 4961.00</b>

## ANEXO 3

### **Prácticas complementarias para la conservación del recurso suelo-agua**

Dada la amplia gama de climas, tipos de suelos y prácticas agrícolas en México, hay posibilidad de utilizar una amplia variedad de sistemas de labranza de conservación. Aunque la labranza es un componente indispensable de todos los sistemas de manejo agrícola, otras prácticas pueden complementar la labranza bajo muchas condiciones, para alcanzar una más efectiva conservación de suelos y agua, además de lograr una mayor producción. Muchas de estas prácticas complementarias incluyen el uso en formas diferentes de maquinaria para labranza.

#### ***Barbecho químico***

En la mayoría de los estados del norte de México, la humedad es el factor limitante en la producción de cultivos. Excepto cuando se cuenta con riego sólo es posible cultivar exitosamente granos pequeños como frijol y sorgo. En este sistema las malezas se convierten en consumidores de agua almacenada y deben de controlarse.

Una alternativa para controlar estas malezas es el uso del barbecho químico (también llamado barbecho ecológico o labranza química) en el cual se substituyen los pasos de equipos de labranza por aplicaciones de herbicidas de contacto y/o residuales.

Se puede combinar este barbecho químico con algunos pasos de equipos de labranza, pudiéndose eliminar de 25 a 50% de las operaciones de labranza. El beneficio más importante del barbecho químico es la conservación de la humedad, lo que elimina o disminuye el periodo de barbecho, pudiéndose hacer la siembra de dos cultivos en tres años en comparación con un cultivo cada año. Otros beneficios de este sistema son: ahorro de combustible, equipo, mantenimiento, tiempo y mano de obra.

### ***Labranza en contorno***

Éste sistema de labranza es efectiva en el control de la erosión hídrica y es aplicable tanto a sistemas de labranza en plano o en camellones. Surcos en contorno (Figura A1) son utilizados en áreas con déficit de agua para capturar y retener el agua de escorrentía, e incrementar con ello el almacenaje de agua en el suelo (Unger, 1984 a; Unger et al., 1995).

Cuando las pendientes no son uniformes, o cuando se utilizan surcos sin pendiente en áreas con déficit de agua, el taponado de los surcos a intervalos pueden ser utilizado para una más efectiva retención de agua en la superficie, reduciendo la escorrentía y erosión e incrementando el almacenamiento de agua en el suelo (Jones y Stewart, 1990).



Figura  
Surcos  
contorno.

A1.  
en

### ***Terrazas***

Otras prácticas complementarias a la labranza de manejo de tierras, que contribuyen a mejorar la conservación de suelos y agua son las terrazas (Figura A2) y la nivelación de tierras.

Las terrazas son utilizadas para acortar la longitud de la pendiente y conducir la escorrentía fuera del campo a velocidades reducidas, controlando con ello la erosión hídrica. Las terrazas son construidas con una ligera pendiente en áreas con alta precipitación.

La escorrentía de las terrazas puede ser descargada sin peligro en campos adyacentes cubiertos de vegetación herbácea o boscosa, o en vías de agua especialmente diseñadas y construidas para conducir el exceso de agua desde la tierra a velocidades no erosivas.



Figura A2. Terrazas

En áreas con déficit de humedad, las terrazas a nivel con desagües abiertos o cerrados, o las terrazas de banco, pueden ser utilizadas para conservar agua (Unger, 1983). Con terrazas a nivel, el agua de escorrentía del campo se acumula en el canal de la terraza, lo cual a veces interfiere con las operaciones de labranza y afecta negativamente el crecimiento de las plantas.

Las terrazas de banco a nivel son generalmente necesarias donde se requiere cultivar con pendientes muy pronunciadas. A medida que las pendientes

aumentan, el ancho de las terrazas a nivel se reduce. En esa forma, utilizando bancos muy estrechos, se pueden cultivar tierras con pendientes muy pronunciadas (15%) (Hudson, 1981).

### ***Barreras vivas o inertes***

Otra práctica para reducir la erosión por agua es la construcción de barreras. Una barrera viva (Figura A3) es una franja angosta, permanente, formada por plantas perennes, densas y erectas, establecidas siguiendo una curva de nivel. Por extensión, cuando se usa una combinación de materiales inertes, como piedras o llantas de desecho para formar la barrera, entonces se tiene una barrera biofísica (Figura A4).

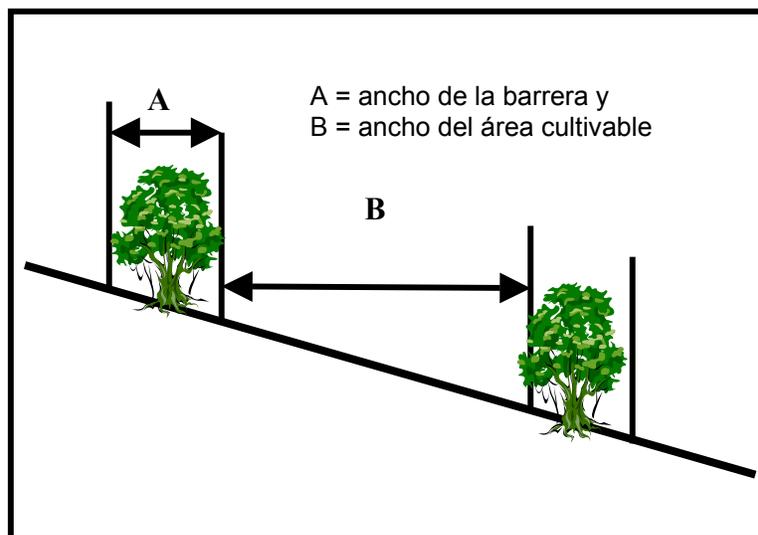


Figura A3. Barrera viva.



Figura A4. Barrera biofísica.

Si las barreras se establecen siguiendo curvas de nivel, impiden que se concentre el escurrimiento que se genera durante y después de las lluvias y forma pequeñas cárcavas. De esta manera, la tierra que arrastra el escurrimiento se deposita en la parte superior de la barrera. Eventualmente, la faja comprendida entre dos barreras se transforma en una traza con una pendiente menor que la que originalmente tenía.

### ***Siembra en camellones***

La siembra en camellones es una forma modificada de labranza de conservación en el que se siembra en la parte superior de los surcos o camellones del año anterior, sin ninguna operación de labranza anterior. Se usan herbicidas de contacto y residuales si es necesario. El terreno se cultiva una o dos veces durante la estación de crecimiento del cultivo con herramientas especiales que reconstruyen el camellón para el cultivo del año siguiente. Después de la cosecha se chapolean los residuos del cultivo anterior pero no se hace ninguna operación de labranza. Se deja el residuo del cultivo anterior en la superficie para tener un control de la erosión adecuada.

Los camellones se construyen durante el cultivo. La altura del camellón al momento de la siembra depende del tipo de suelo, el ambiente y la cantidad de residuos de cultivo presentes. Las alturas recomendadas por los camellones varían de 10 a 15 centímetros, esta altura de los camellones permite un drenaje conveniente y el secado de la superficie del suelo para la época de siembra.

Los camellones deben ser redondos y no terminar en punta. Se recomienda el uso de estas camas anchas en suelos arcillosos o arcillo-limoso con drenaje interno pobre. El deterioro de camellones en suelos arenosos puede ser problemático en especial si se necesita remover capas duras o si se tiene consolidación natural excesiva.

### ***Labranza en franjas***

El arreglo del cultivo en franjas (Figura A5) puede utilizarse para la siembra de hortalizas y para el control de la compactación en aquellos suelos que en forma natural se compactan ciclo a ciclo (suelos con alto contenido de partículas del tamaño de limos).



Figura A5. Cultivo en franjas.

La producción de hortalizas utilizando la labranza de conservación requiere de equipos de siembra y transplante diseñados para trabajar en suelo no disturbado con una cubierta vegetal o en franjas laboreadas sobre el cultivo de cobertura. Los equipos de preparación del suelo utilizados en labranza en franjas son diferentes a aquellos usados en la labranza convencional.

En lo que concierne al control de malezas, incluyendo el uso de herbicidas, es muy importante en este sistema. Se debe utilizar inicialmente un herbicida de contacto si es que existe material vegetal vivo (cultivo de cobertera, cultivos previos, o malezas) al momento de sembrarlo. Este herbicida dessecante debe

prevenir que retoñe el material que se quiere controlar, ser no selectivo y no tener actividad residual sobre el cultivo de interés.

En el caso de la siembra en franjas se debe mantener el cultivo de cobertera por lo menos una semana antes de la preparación del terreno. Este intervalo de tiempo permitirá el inicio de la descomposición de las raíces del cultivo de cobertera y reducirá la tendencia para la formación de terrones.