



PROGRAMA DE CONVERSIÓN DE DEUDA  
DE HONDURAS FRENTE A ESPAÑA



Ingeniería en  
**Energías**  
Renovables

# MÉTODOS DE LABRANZA CONSERVACIONISTA Y MAQUINARIA

PARA LA CONSERVACIÓN  
DE SUELOS EN EL  
ESTABLECIMIENTO DE  
PLANTACIONES  
DENDROENERGÉTICAS



**MÉTODOS DE LABRANZA CONSERVACIONISTA Y MAQUINARIA  
PARA LA CONSERVACIÓN DE SUELOS EN EL ESTABLECIMIENTO DE  
PLANTACIONES DENDROENERGÉTICAS**

**AUTORES:**

**ING. ARMANDO ALVARADO CHAVES**  
*CARTAGO - COSTA RICA*

**ING. LUIS A. ROJAS A.**  
**ING. ALEXANDER MORA H.**  
ESCUELA DE AGRONOMÍA, ITCR  
SEDE SAN CARLOS

**RECONOCIMIENTO TÉCNICO:**

**CÉSAR AUGUSTO ALVARADO**  
**FARAH MARCELA GIRÓN**

**DICIEMBRE 2017**

# CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	5
LABRANZA CONVENCIONAL.....	7
SISTEMAS DE LABRANZA CONSERVACIONISTA.....	9
LABOREO BAJO CUBIERTA.....	9
SIEMBRA EN CAMELLONES .....	12
SIEMBRA DIRECTA.....	16
LABRANZA REDUCIDA .....	19
CERO LABRANZA.....	20
LA MÍNIMA LABRANZA COMO PRÁCTICA DE PRODUCCIÓN SOSTENIBLE EN GRANOS BÁSICOS....	23
VENTAJAS DE LA MÍNIMA LABRANZA .....	25
REDUCCIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA DEL SUELO .....	25
AUMENTO EN LA INTENSIDAD DEL USO DE LA TIERRA .....	26
FACILIDAD DE SIEMBRA Y COSECHA.....	26
MAYOR RETENCIÓN DE HUMEDAD.....	26
MENOR COMPACTACIÓN DEL SUELO.....	26
MENOR CONSUMO ENERGÉTICO .....	26
MEJORAMIENTO DE ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO.....	27
EVITA LA INTRODUCCIÓN DE NUEVAS MALEZAS.....	27
EFECTO DEL SISTEMA DE LABRANZA SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE PLAGAS Y ENFERMDADES .....	28
EFECTO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO.....	28
DENSIDAD APARENTE .....	28
PROPIEDADES HIDRÁULICAS.....	29
ESTRUCTURA DEL SUELO .....	29
COMPACTACIÓN .....	30
AIREACIÓN.....	30
INFILTRACIÓN .....	31

EVAPORACIÓN.....	31
EROSIÓN .....	32
EFFECTO SOBRE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO .....	33
NITRÓGENO.....	33
FÓSFORO Y POTASIO .....	34
EFFECTO DEL SISTEMA DE LABRANZA SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LAS MALEZA.....	35
MAQUINARIA PARA LA CONSERVACIÓN DEL SUELO.....	37
MAQUINARIA PESADA .....	37
TRACTOR DE ORUGAS CON HOJA TOPADORA .....	37
MAQUINARIA AGRÍCOLA DE USO EN EL SECTOR FORESTAL.....	45
SUBSOLADOR.....	45
PARTES COMPONENTES DE UN SUBSOLADOR.....	45
ARADOS DE CINCELES .....	46
LABORES QUE REALIZA.....	47
CONSTRUCCIÓN DEL ARADO DE CINCELES.....	47
ARADOS DE VERTEDERAS.....	48
CONSTRUCCIÓN DEL ARADO DE VERTEDERAS .....	49
ARADO DE DISCOS .....	50
CONDICIONES DE USO.....	51
CONSTRUCCIÓN DEL ARADO DE DISCOS.....	52
ARADO ESCAVADORA.....	53
IMPLEMENTOS DE LABRANZA SECUNDARIA QUE AYUDAN A LA CONSERVACIÓN DE LOS SUELOS.....	55
BIBLIOGRAFÍA.....	61

# INTRODUCCIÓN

---

Durante mucho tiempo, la labranza tradicional o convencional, ha sido víctima de muchas críticas y se le culpa de servir como detonante de los procesos de degradación de los suelos, por medio de la erosión hídrica y eólica.

Sin embargo, para que la labranza o preparación de suelos se convierta en la causa principal del proceso de erosión, tienen que existir otras facilidades dadas por los silvicultores en el momento de mecanizar los suelos. En este documento, no se discute si la preparación de suelos es culpable o no; esa discusión se encuentra en un artículo titulado **“Mecanización Agrícola ¿Deterioro o conservación del suelo?”** que se publicó en la revista Tecnología en marcha Tecnología en Marcha. Vol. 19-1 (2006), [http://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec\\_marcha/article/view/24](http://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/24)

Tanto el uso de maquinaria pesada como la mecanización agrícola, sobre todo la preparación de suelos, tiene muchos detractores, pues a ella se le hace responsable de la erosión y deterioro de los suelos destinados a los cultivos sean agrícolas o forestales. Sin embargo, la erosión y el deterioro de los suelos, es causado por el mal uso de las máquinas, por la mecanización de terrenos que no son aptos para la preparación con maquinaria (ya sea por su susceptibilidad a la erosión, o por su topografía) y por la época que se escoge para realizar esas labores, que no siempre es la más adecuada.

El uso de máquinas, tanto para la eliminación remanentes de bosques y plantaciones y remoción de tierras en terrenos con otros tipos de coberturas, para la construcción de caminos, proyectos urbanísticos como para la utilización con fines agrícolas, forestales y pecuarios, viene dándose desde hace mucho tiempo. Sin embargo puede decirse que el daño que se causa al suelo y al ambiente con el uso de estas máquinas es una preocupación muy reciente.

La preocupación se debe a que en la gran mayoría de los casos, la alimentación de la humanidad proviene del recurso suelo y el mismo tiende a perderse en grandes proporciones, debido al mal manejo que se le está dando.

Ahora bien, la selección de aperos para la mecanización de los suelos, depende del tipo de cultivo, de la topografía del terreno, de la textura del suelo y de otras condiciones tales como el grado de “pedregosidad”, o presencia de otros obstáculos, así como del tipo de malezas que tenga el terreno y de su contenido de humedad (que generalmente están asociados a la época del año en que se realiza el trabajo). Por lo tanto, cada vez que tenga que seleccionarse aperos, deben tenerse en cuenta estos aspectos, con el fin de escoger los implementos que causen menores daños al suelo.

Sin embargo, suelos susceptibles a la erosión o con una topografía compleja, no deberían mecanizarse, sino se realizan antes algunas prácticas conservacionistas, dichas prácticas pueden realizarse utilizando tanto maquinaria pesada como la misma maquinaria agrícola, (tales prácticas pueden ser los bancales de base angosta, las acequias de ladera y en mayor escala las terrazas), ayudando así a proteger el suelo y el ambiente.

Lo cierto es que, a pesar de los razonamientos anteriores, tanto los agricultores como los ingenieros encargados de la labranza de los suelos, se han dado a la tarea de buscar “métodos de labranza más eficaces para el control de la erosión”. Los métodos o sistemas de “Labranza Conservacionista” más conocidos son: Laboreo bajo cubierta; Siembra en camellones; Siembra directa, Labranza reducida y Labranza cero o Cero labranza, estas dos últimas un poco cuestionadas, como veremos más adelante.

Debido a los diferentes nombres que se le han asignado a los métodos o sistemas de labranza conservacionista, se ha generado cierto grado de confusión, porque en algunos casos los sistemas tienden a mezclarse o se identifican con nombres distintos, aún cuando se refieren a un mismo sistema. Por ejemplo, algunas personas hablan de siembra directa, siendo esta conocida también como sistema de preparación mínima o mínima labranza, ya que, en este caso se labra sólo una pequeña franja en la cual se deposita la semilla y gran parte del área de cultivo queda sin preparar.

Igualmente, algunas veces se confunde el sistema de preparación reducida o labranza reducida con la labranza mínima o con el sistema de siembra sin preparación. Para trabajar con los sistemas de mínima labranza y labranza reducida se han diseñado máquinas especiales, las cuales son funcionales solo para ciertas condiciones de suelo y para algunos tipos de cultivos.

Es por lo anterior que en este trabajo se describirá y discutirá brevemente sobre los sistemas de labranza conservacionista que se han puesto en práctica en los últimos tiempos y se dará a conocer las máquinas o aperos usados para poner en práctica dichos sistemas.

También se describirá la maquinaria que puede utilizarse en la realización de obras de conservación de suelos, ya sean máquinas pesadas, o como las que se utilizan normalmente para la labranza convencional de los terrenos.

Así mismo, se presentan algunos aperos agrícolas que pueden ser usados para realizar labores convencionales en el campo forestal sin causar tanto deterioro a los suelos. Con ello se quiere tratar de borrar la imagen negativa que se le ha dado a la maquinaria agrícola como la causante principal del deterioro y la pérdida de los suelos.

Para dar a conocer más a fondo el sistema de “mínima labranza”, se incluye un anexo sobre este tema, basado en el trabajo de los ingenieros Luis A. Rojas. A y Alexander Mora H., realizado en la Escuela de Ingeniería Agronómica del Instituto Tecnológico de Costa Rica, con sede en Santa Clara de San Carlos.

# LABRANZA CONVENCIONAL

En Centroamérica, la preparación de los suelos, para la gran mayoría de los cultivos, se realiza con base en la labranza convencional, es por ello que es importante describir a que se refiere este sistema. Se entiende como labranza convencional el uso de implementos que se acoplan al tractor, en una secuencia lógica, para la preparación del suelo, con los cuales una vez realizada la labor, el suelo queda literalmente desnudo, ya que el área queda totalmente labrada y con un mínimo o nada de residuos vegetales sobre su superficie.

Varios expertos, definieron la labranza convencional como “un sistema que se basa en varias pasadas por un lote, dejando pocos o ningunos residuos (0-5%) en la superficie del suelo”. Lo anterior significa que la siembra se realiza en un terreno sin obstáculos, utilizando una sembradora convencional.

En este tipo de labranza se realizan comúnmente las labores de labranza primaria (arado), como se aprecia en la parte izquierda de la Figura 1 y labranza secundaria (rastrea), que es la labor que se ve en la parte derecha de la Figura 1. Algunas veces se realiza también la labor de pre-labranza al tener que aplicar el subsolado en terrenos compactados o la chapeadora en terrenos con malezas en cantidades significativas, donde no se pueden usar otros implementos convencionales debido al exceso de malas hierbas.

Como ya se mencionó, para los trabajos de prelabranza se usan la chapeadora o chanco de monte y el subsolador y en las labores de labranza primaria y labranza secundaria

se utilizan generalmente implementos de discos, como arados y rastras; algunas veces también para la labranza primaria puede usarse el arado de vertederas y en pocas ocasiones el arado de cinceles o el palín. También es común que las labores de labranza primaria en algunos lugares, sean realizadas con rotador y pocas veces la labranza secundaria, en todo el país se hace con implementos de dientes, ganchos o púas.

El lector puede encontrar detalles sobre todos los implementos mencionados y sobre otros aperos en el libro “Maquinaria y mecanización agrícola” de Armando Alvarado Chaves, de la editorial EUNED.



**FIGURA 1. TERRENO PREPARADO CON EL SISTEMA DE LABRANZA CONVENCIONAL.**



*Las máquinas me  
sorprenden con  
mucho frecuencia.*

*Alan Turing (1912-1954)*





# SISTEMAS DE LABRANZA CONSERVACIONISTA

---

Para la gran mayoría de los expertos, labranza conservacionista, significa reducción de la pérdida de suelo por erosión, al mismo tiempo que se ahorra combustible, tiempo y dinero, como veremos más adelante. Como ya se ha dicho, los sistemas de labranza conservacionista que se abordarán en este fascículo son cinco, a saber:

- 1) Laboreo bajo cubierta
- 2) Siembra en camellones
- 3) Siembra directa
- 4) Labranza reducida
- 5) Cero labranza

## LABOREO BAJO CUBIERTA

Es la preparación del terreno por medio de implementos de labranza primaria y secundaria que aflojan el suelo y lo mezclan con cierta cantidad de rastrojo del cultivo anterior, quedando después de la siembra al menos un 30% de ese rastrojo sobre la superficie del suelo.



**FIGURA 2. LABRANZA CON ARADO DE CINCELES EN PLANTACIONES ESTABLECIDAS DE *TECTONA GRANDIS***

En este sistema se labra (afloja) y se mezcla la totalidad del suelo con una parte del rastrojo del cultivo anterior (Figura 2), dejando otra parte del rastrojo sobre la superficie en forma intencional. Debido a que se labra todo el suelo de una parcela, a este sistema también se le denomina “de trocha ancha”.

La labranza primaria puede ser realizada con un arado de cincele, uno de discos, un cultivador, una reja pie de pato, o un implemento combinado de discos y cincele. La labranza secundaria puede hacerse con una rastra de discos, un cultivador, un vibrocultor, una rastra de púas, o un implemento combinado, entre otros. El único implemento que se excluye en este caso es el arado de vertederas, porque normalmente corta, levanta y voltea el prisma de suelo, enterrando totalmente el rastrojo, sólo puede ser usado si se ajusta para dejar un poco de rastrojo sobre la superficie.

El término “bajo cubierta” indica que el objetivo de este tipo de mecanización es dejar el suelo con una cobertura de rastrojo sobre la superficie para lograr una significativa reducción de la erosión.

La cantidad de rastrojo que pueda dejarse sobre la superficie depende del tipo de cultivo anterior y de los implementos con los que se realice la preparación del suelo. Por ejemplo si los cultivos anteriores son soya o frijol y la labranza se hace con un arado de discos o inclusive de cincele, podría darse el caso de que el suelo quede sin ninguna cubierta en la superficie, porque el rastrojo de estos cultivos es muy débil (fino) y es posible que sin ningún esfuerzo por parte del operador del tractor, quede totalmente incorporado al suelo.

Para que un implemento sea parte de un sistema de laboreo bajo cubierta, debe caracterizarse por no enterrar demasiado el rastrojo y como se ha dicho eso depende de la calibración del apero y del tipo de rastrojo. Generalmente, la labranza conservacionista se utiliza para el cultivo de granos básicos y en Costa Rica se puede trabajar con maíz y sorgo, cuyo rastrojo es más consistente y en menor grado con el rastrojo de arroz.

El laboreo bajo cubierta es más aceptado por los agricultores por dos motivos esenciales, el primero es que se parece mucho a la labranza convencional y el segundo es que no tienen que hacer grandes inversiones en el cambio de maquinaria, para pasar de un sistema a otro, ya que, básicamente se pueden usar los mismos aperos con pocos cambios e inclusive sin cambios, pero calibrados en buena forma para dejar más cantidad de rastrojo en la superficie del terreno.

Sin embargo, es un poco difícil realizar la siembra con una maquina convencional por la cantidad de rastrojo, por lo que debe modificarse la sembradora o adquirir una maquina especial para este sistema (Figura 3).



**FIGURA 3. SIEMBRA DE ÁRBOLES CON SEMBRADORA ESPECIAL**

En un sistema de laboreo bajo cubierta debe quedar como mínimo (según los expertos) un 30% de rastrojo sobre la superficie del suelo, pero según algunas investigaciones realizadas en universidades de los Estados Unidos, entre más alto sea el porcentaje de rastrojo sobre la superficie, mayor es el control de la erosión, inclusive hasta obtener una erosión nula en algunos casos.

## SIEMBRA EN CAMELLONES

También conocida como siembra en lomos o en caballones. Como su nombre lo indica, la siembra se realiza sobre los camellones o lomos, en su parte más alta, con la ayuda de una sembradora especial, la cual abre un surco angosto y deposita la semilla o el árbol (Figura 4). Los camellones o lomos se conforman con un cultivador especial, realizándose este trabajo después de la cosecha y siguiendo las líneas de la labor de aporque del cultivo anterior.

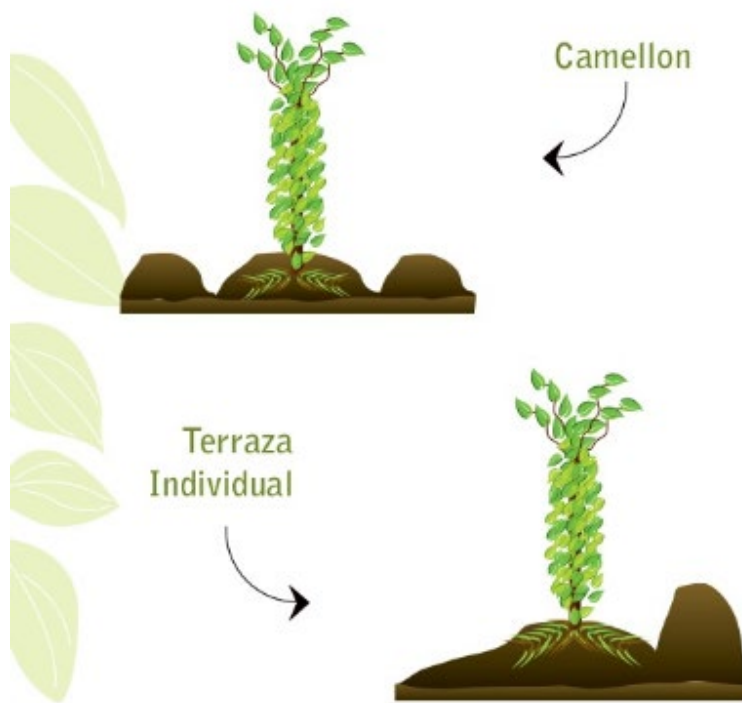
En un sistema de laboreo bajo cubierta debe quedar como mínimo (según los expertos) un 30% de rastrojo sobre la superficie del suelo, pero según algunas investigaciones realizadas en universidades de los Estados Unidos, entre más alto sea el porcentaje de rastrojo sobre la superficie, mayor es el control de la erosión, inclusive hasta obtener una erosión nula en algunos casos.



**FIGURA 4. CONSTRUCCIÓN DE CAMELLONES**

Los centros de los lomos quedan a una distancia de unos 76 centímetros entre ellos y tanto sobre esos lomos como sobre el suelo que se remueve para conformar dichos lomos, queda aproximadamente entre un 50 a un 65% del rastrojo del cultivo anterior, parte del rastrojo que queda sobre los lomos al ser conformados, es tumbado a los surcos contiguos en el momento de la siembra, por los abre surcos de la máquina.

Debido a la cantidad de rastrojo y a que los lomos mantienen el agua en los surcos, este sistema proporciona una gran protección contra la erosión. Es un sistema muy conveniente para suelos saturados, ya que provee un mejor drenaje para las raíces del cultivo.



**FIGURA 5. CULTIVO Y CONFORMACIÓN DE CAMELLONES**

Algunos agricultores, realizan la aplicación de fertilizantes y herbicidas al momento de la siembra, después de la siembra, se realizan uno o dos pases con el cultivador para el control de malas hierbas y aprovechar la última pasada de cultivador para aporcar y reconstruir los lomos (Figura 5), que servirán para la siembra del siguiente año. Algunos productores, también aplican fertilizantes a base de nitrógeno mientras realizan la labor de cultivo.

Aparte de ser un sistema muy adecuado para suelos con drenaje natural deficiente, este sistema tiene otras ventajas, tales como: el ahorro de tiempo y combustible, menor compactación del suelo cerca de la zona radicular del cultivo, rendimientos muy similares a los que se obtienen con la labranza convencional, los problemas de control de maleza no son más graves que los que causa el sistema de labranza convencional y la aplicación de fertilizantes y herbicidas es más fácil.

### **Veamos estas ventajas individualmente:**

- **Ahorro de tiempo:** Se ahorra tiempo porque la cantidad de pases de las maquinas por el campo se reduce. El factor tiempo es sumamente importante, sobre todo en zonas muy lluviosas donde el espacio de tiempo para realizar las labores de labranza y siembra, es muy reducido.
- **Ahorro de combustible:** Al tener que pasar menos veces por el campo, se ahorra combustible, a lo anterior se suma el que las labores que se ejecutan con este sistema, son más livianas que las que se realizan con el sistema convencional. Algunos expertos afirman que se puede ahorrar hasta un 50% de combustible, comparado con la labranza convencional.
- **Menores problemas de compactación:** Debido a que los equipos que compactan el suelo transitan solo sobre los surcos, la compactación en el área de raíces del cultivo es casi nula. Además los equipos son más livianos que los que se utilizan en la labranza convencional y la cantidad de pasadas es menor.
- **Rendimientos similares a los que se obtienen con la labranza convencional:** Según algunos expertos, los rendimientos obtenidos en maíz y soya sembrados en lomos, son muy similares a los que se dan cuando estos cultivos se siembran con el sistema convencional. Esa aseveración es respaldada por varias universidades de los Estados Unidos, las cuales han realizado ensayos de este tipo durante cinco años. Lo anterior no significa que los resultados en nuestro país vayan a ser los mismos, si se adopta este sistema de siembra conservacionista; es por eso que es importante realizar las pruebas pertinentes, ante de recomendar cualquier sistema que no haya sido probado en nuestras condiciones.
- **Control de malezas:** Se tiende a pensar que cuando se utiliza un sistema de labranza conservacionista, habrá mayores problemas de malas hierbas y se deberá aplicar una cantidad superior de herbicidas, comparada con la cantidad que se utiliza en la labranza convencional. Sin embargo, muchos productores de distintos países afirman que han tenido problemas de malezas muy similares con ambos sistemas de labranza. Cuando se hace necesario aplicar herbicidas, el tipo recomendado son los pre-emergentes que controlan tanto, gramíneas como malezas de hoja ancha y no se deben aplicar herbicidas de tipo pre-siembra, ya que, estos últimos requieren ser incorporados y en este sistema después de la siembra no se pasa el cultivador.
- **Se facilita la aplicación de fertilizantes y herbicidas:** Como las llantas de los equipos ruedan sobre los surcos, es muy fácil para el operador del tractor ubicarse cada vez que da vuelta para realizar una aplicación. Se señalan los surcos por donde se debe transitar y no se necesitan más operadores ni sistemas de señalización sofisticados como las marcas de espuma que dejan en el campo algunos tipos de aspersoras de chorro proyectado.

En los países de Centroamérica, se siembran algunos cultivos sobre eras o sobre lomos, pero no se deja ningún tipo de rastrojo sobre el suelo y la siembra generalmente se realiza a mano. En estos cultivos el agua permanece en los surcos, lo que ayuda a reducir la erosión, además muchas de esas eras o lomos son cubiertos con plástico, no precisamente para estabilizar el suelo, sino para reducir la incidencia de malas hierbas, pero igualmente esa cobertura ayuda a la reducción de la erosión, tanto hídrica como eólica. Esto se realiza en cultivos tales como melón, sandía y fresa, entre otros. En cultivos forestales no es una práctica común, pero ya se están ensayando el uso de las coberturas forestales especialmente leguminosas.

El sistema de siembra en camellones, también tiene algunas desventajas, tales como: No todos los suelos son aptos para la implementación de este sistema, equipos diferentes a los que se utilizan en la labranza convencional, pueden presentarse problemas de insectos y enfermedades, rendimientos menores cuando se hace rotación de cultivos (por ejemplo cambiar de maíz a soya o frijol).

- **Aptitud de los suelos:** En suelos arenosos se torna difícil la construcción de lomos. Además en suelos bien drenados y con pendiente, puede resultar mejor la implementación de un sistema de siembra directa, el cual proporciona un mejor control de la erosión.
- **Equipos:** El productor forestal normalmente recurre a la contratación de los servicios ya que se enfrenta al problema económico de tener que modificar o cambiar el parque de maquinaria con que cuenta. Lo anterior porque se necesita un cultivador suficientemente fuerte para la conformación de los camellones y el cultivo entre ellos. El cultivador debe ser pesado para desplazarse a través del rastrojo y tener un amplio espacio libre para la conexión de los vástagos al bastidor, además debe operar a poca profundidad para evitar que se atore. Recordemos también que se debe contar con una sembradora especial.
- **Problemas de insectos y enfermedades:** Al dejar tanta cantidad de rastrojo sobre el terreno, puede pensarse que los problemas de insectos y enfermedades van a ser mayores que con una labranza convencional. Sin embargo, algunas experiencias han demostrado que este asunto no es tan grave, pero de todas formas se recomienda vigilar las plantaciones celosamente para evitar sorpresas desagradables.
- **Rendimientos:** Cuando se realiza rotación de cultivos, por ejemplo después de la cosecha de maíz se siembra soya o frijol, la plantación de soya pierde densidad, es decir que la soya se siembra en hileras más separadas de lo que se recomienda, causando una baja considerable en la cantidad recolectada. Por lo anterior los agricultores se rehúsan a implementar este sistema. Pero los expertos concuerdan en que los agricultores no deberían pensar con base en cantidades, sino con base en la relación costo/beneficio, ya que las ventajas que le ofrece este sistema son más importantes que los mayores rendimientos que pueda obtener.

## SIEMBRA DIRECTA

Este sistema, según los expertos, es el más eficaz para reducir la erosión. Y se define como la implantación de las semillas directamente a través del rastrojo del cultivo anterior, quedando de un 90 -100% de ese rastrojo sobre la superficie del terreno, una vez finalizada la siembra (Figura 6).



**FIGURA 6. SIEMBRA DIRECTA DE GRANOS GRUESOS.**

La semilla se deposita en surcos de unos 10 centímetros de ancho, esos surcos son construidos generalmente por surcadores de discos dobles raviolados, los cuales vienen montados en la parte frontal de la sembradora. En algunas ocasiones, también puede usarse un surcador y luego la sembradora, a este tipo de labranza se le conoce como “labranza en ranura” (slot till).

En este sistema, el rastrojo puede quedar en forma horizontal, o erguido sobre la superficie, en algunos casos cuando el rastrojo queda arraigado en el suelo, se le aplica herbicida para mantenerlo seco (Figura 7).





**FIGURA 7. SIEMBRA DIRECTA EN RASTROJO SEMI ERGUIDO DE UN CULTIVO ANTERIO DE CAÑA**

Como se explicó anteriormente, se labra sólo una franja de 10 centímetros para depositar la semilla y el terreno entre hileras queda sin perturbar y además protegido por el rastrojo, lo que hace que esas franjas anchas entre plantas sea una barrera muy eficaz contra la erosión.

La siembra directa tiene dos grandes ventajas, la primera es su gran potencial para reducir la erosión. En un ensayo realizado por una universidad estadounidense, se comprobó que haciendo labranza convencional después de haber cultivado maíz en un suelo muy propenso a la erosión, quedó una cobertura de sólo un 4% y la pérdida de suelo fue de más de 44.5 t/ha (toneladas por hectárea). Cuando se trabajó con siembra directa, sobre ese mismo suelo, la cobertura fue de un 76%, con una pérdida de suelo menor a 1.2 t/ha.

La segunda es su capacidad para reducir la cantidad de algunos insumos, si se compara con la labranza convencional. Es cierto que, la siembra directa exige la adquisición o modificación de una sembradora con la capacidad de realizar un buen trabajo en condiciones de mucho rastrojo, así como la posibilidad de aplicación de una mayor cantidad de fertilizantes, herbicidas e insecticidas por hectárea.

Sin embargo, se debe comparar el costo de esos insumos adicionales con los ahorros que

se pueden obtener. Si se aplica la siembra directa, las pasadas de maquinaria por el terreno, se reducen, es decir que, no hay que arar, rastrear ni cultivar, lo que economiza tiempo y combustible. A largo plazo, las cantidades de fertilizante que deben aplicarse, también se ven disminuidas porque no habrá pérdidas por escurrimiento. Esto último tiene una ventaja adicional, la reducción de la contaminación de los cauces de agua.

Un estudio realizado por investigadores de la universidad de Maryland, indica que usando labranza convencional se invierten 66.40 lt/ha (litros por hectárea) de diesel y con el uso del método de siembra directa, sólo se invierten 9.35 lt/ha. Algunos productores también afirman que han obtenido un ahorro considerable en el rubro de mano de obra.

Cuando se adopta un sistema de siembra directa, hay que tener mucho cuidado con el método de aplicación de fertilizante que se utilice después de la siembra, ya que, el sistema tradicional de poner el fertilizante seco sobre la superficie y luego incorporarlo con la ayuda de maquinaria, no es factible con este sistema. Algunos fertilizantes como la urea o los fertilizantes anhídridos en solución son muy volátiles para incorporarlos en la superficie.

Otra opción es la aplicación de fertilizante seco al voleo y esperar que con ayuda de las lluvias, éste se vaya incorporando al suelo, pero según algunos expertos, el agua de lluvia no arrastra los fertilizantes potásicos ni fosforados por debajo de la superficie, de modo que no llegarían a las raíces y pueden causar un aumento de la acidez si se acumulan cerca de la superficie.

Si el suelo es fértil, la ubicación del fertilizante no sería tan importante, es por lo anterior que algunos agricultores afirman que después de haber iniciado el sistema de siembra directa, lo único que hay que implementar es un programa de fertilización de mantenimiento. Algunos recomiendan la aplicación de fertilizantes líquidos porque se incorporan al suelo con mayor facilidad que los secos. Una técnica más eficiente, es la de inyectar el fertilizante en forma directa en las hileras de cultivo, tal y como se hace cuando se aplica amoniaco anhídrido, con esto se logra ubicar los nutrimentos a la profundidad correcta en forma inmediata y no se tiene que esperar a que las lluvias lo hagan.

Los resultados de algunos estudios parecen indicar que los problemas de fertilización pueden ser menores en siembra directa que en labranza convencional, debido a que se pierde menor cantidad de suelo por escurrimiento. Se ha encontrado que en un suelo con una gran densidad de residuos sobre su superficie, se puede reducir la necesidad de aplicación de grandes cantidades de fertilizante. En un ensayo sobre un terreno cubierto de rastrojo, comparado con un lote sin rastrojo, se comprobó que la pérdida de nutrimentos por causa del escurrimiento, se redujo en un 76%.

En la revisión bibliográfica que se presenta más adelante, realizada por el ingeniero Luis A. Rojas y el estudiante Alexander Mora, se toma la definición de "Mínima Labranza" como "la siembra del terreno utilizando maquinas especiales para depositar la semilla, estando el terreno con residuos de cosechas anteriores y restos de malezas, las cuales han sido previamente tratadas con herbicida; en este sistema la máquina solo labra la franja de suelo donde se depositan las semillas, el terreno entre hileras sembradas permanece sin labrar, por lo que se logra una gran

protección contra la erosión”.

Es decir que en ese trabajo, la siembra directa y la “mínima labranza” son descritas como un mismo método con diferente nombre. Pero, también aparece este sistema con otro nombre sumamente confuso “sistema de no labranza”. Nombre no muy adecuado porque una cosa es labrar un área pequeña del terreno y otra cosa es no realizar ninguna labranza, como lo discutiremos más adelante.

La idea de incluir dicha revisión bibliográfica, es aprovechar el buen trabajo realizado, al recopilar la opinión de varios expertos sobre este tema, así el estudiante podrá analizar dichas opiniones, compararlas con la teoría sobre los tipos de labranza conservacionista, formándose un criterio propio a cerca de los diferentes sistemas y la posibilidad de implementarlos en algunas zonas del país.

Algunas empresas dedicadas a la construcción de máquinas agrícolas para la labranza de los suelos, han querido impresionar a sus clientes llamando a las máquinas de siembra directa “máquinas de cero labranza”, cosa que no es cierto, porque como sabemos, la franja de suelo donde se deposita la semilla es perturbada.

## LABRANZA REDUCIDA

Como se mencionó en la introducción, existe una confusión en lo que se refiere a la Mínima Labranza y a la Labranza Reducida. Ortiz Cañabate escribe “Por laboreo mínimo se entiende la realización simultánea de un conjunto de labores, que normalmente se realizan por separado, orientadas a conseguir la preparación del terreno y la siembra con el mínimo indispensable de movimiento del terreno para un crecimiento adecuado de las plantas. Su objetivo es un ahorro de energía y de tiempo de trabajo y, así como, una reducción del número de pasadas del tractor sobre el terreno.

En general, las máquinas utilizadas en el laboreo mínimo son prácticamente las mismas que las empleadas en otras técnicas de cultivo: arados escarificadores, fresadoras, rodillos desterronadores, sembradoras a voleo o en líneas, rodillos compactadores, aspersoras, entre otros (Figura 8), solo que montadas en un único bastidor y realizando la labor en una sola pasada.

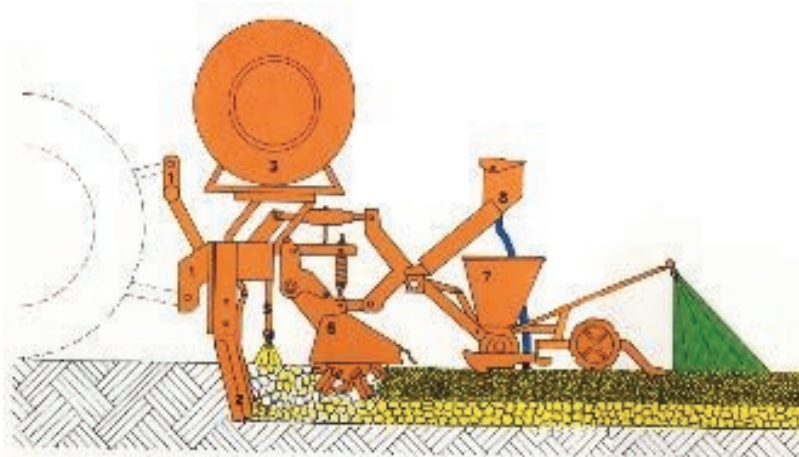


FIGURA 8. ESQUEMA DE UNA MAQUINA COMBINADA PARA LABRANZA REDUCIDA

Es decir, que realizan simultáneamente la apertura del suelo para colocar la semilla, la colocación correcta de dicha semilla y el recubrimiento y compactación del suelo sobre la semilla.

La utilización de pulverizadores para tratamientos de herbicidas se puede realizar simultáneamente con el resto de las máquinas o previamente, dado el mayor rendimiento de los pulverizadores.

El Centro Internacional de Agricultura Tropical de Cali, Colombia, refiere: “En el sistema de preparación reducida, la labranza secundaria se reduce a un solo paso con el implemento, a menudo montado en los tres puntos de enganche del tractor, el cual es operado en serie con la sembradora que es tirada por el mismo tractor. El implemento de labranza puede ser un rastrillo de dientes flexibles, un rastrillo de discos, un desmenuzador rotatorio, o una cultivadora. Para llevar a cabo esta operación en serie, se requiere de un tractor de gran potencia”

Como podemos ver las dos definiciones se refieren a lo mismo, es decir que todas las labores de labranza, siembra y algunas veces la aplicación de pesticidas, se realizan casi simultáneamente con una máquina múltiple y en una sola pasada del tractor, pero el terreno es labrado en su totalidad, lo único que se reduce con este sistema son las pasadas por el terreno. Si bien es cierto, en alguna medida, se reduce la compactación del suelo, pero el terreno queda desnudo, es por lo anterior que este método es difícil de clasificar como sistema de labranza conservacionista, aun cuando algunos expertos lo llaman así.

## CERO LABRANZA


Tampoco los diferentes autores están muy de acuerdo en lo referente a la llamada “cero labranza” ya que algunos la definen como la aplicación de herbicidas y la posterior siembra de la semilla con una máquina especial que labra una banda de terreno, lo que al final de cuentas, es igual a lo que algunos expertos llaman “mínima labranza” y otros “siembra directa”.

Para nosotros, la “Labranza Cero”, significa la No realización de ninguna actividad que altere el estado natural del suelo, incluyendo el realizar un hoyo para plantar un árbol o el uso de un espeque para poner una semilla en el suelo. Por lo tanto el cultivo que en Costa Rica, se siembra bajo el sistema de cero labranza es, el frijol tapado, en donde el suelo no se remueve en lo más mínimo. Lo que se hace es esparcir (volar) la semilla en un terreno cubierto de malezas de uno o varios tipos y luego con machetes o motoguadañas se corta la maleza y se pone sobre la superficie tapando la semilla, la cual nace y se arraiga en el rastrojo de mala hierba. Normalmente, después de la “siembra”, no se realiza ninguna otra actividad hasta la

cosecha, salvo que se presente la necesidad de aplicar insecticidas o fungicidas, lo que se realiza con una bomba de espalda.

Para no discutir más sobre este asunto de nomenclatura (por el momento), nosotros diremos que, en lo que respecta a la Mínima Labranza, estamos de acuerdo con los ingenieros Rojas y Mora y por ende con El Centro Internacional de Agricultura Tropical de Cali, Colombia, sobre su definición de lo que es Labranza Reducida, hasta encontrar nombres más adecuados y que describan mejor estos sistemas.

A continuación se transcribe el trabajo de los ingenieros Rojas y Mora sobre la “Mínima Labranza”, en donde se citan y explican las ventajas de este sistema de siembra, el estudiante podrá estar de acuerdo o no con lo que se expresa, pero lo importante es el análisis.



*Una computadora  
puede ser llamada  
"inteligente" si logra  
engañar a una  
persona haciéndole  
creer que es un  
humano.*

*Alan Turing (1912-1954)*



# LA MÍNIMA LABRANZA COMO PRÁCTICA DE PRODUCCIÓN SOSTENIBLE EN GRANOS BÁSICOS

---

## ESCUELA DE AGRONOMÍA, ITCR SEDE SAN CARLOS

Los granos básicos, principalmente el arroz y los frijoles, constituyen los principales alimentos en la dieta de los costarricenses.

La Región Huetar Norte es considerada el granero de Costa Rica. En relación con el arroz se siembra el 22% del área nacional; de este, un 20% se siembra en San Carlos, y un 59% se produce en los Chiles (Oficina del Arroz, 1998); en el caso del frijol en la región se produce el 44% de la producción nacional (Salazar, 1999).

La producción de cultivos en el mundo y en los países de Centroamérica, aún se basa en el uso de variedades mejoradas con un alto consumo de energía, que ha llevado, en la mayoría de casos, a un deterioro acelerado de los recursos naturales, principalmente suelo y agua; esto se debe al mal manejo que hacemos de estos recursos y al uso irracional de plaguicidas (García, 1997).

La contribución del sector agropecuario al deterioro ambiental ha sido evidente, por lo cual se han sugerido algunas políticas para alcanzar el objetivo de productividad y conservación al mismo tiempo. Especial cuidado se debe tener con los cultivos dendroenergéticos de rotación corta.

**Alguna de esas políticas son:** (Arauz, 1996)

- Uso óptimo de la tierra, evitando su degradación.
- Uso racional de productos químicos, que disminuya el riesgo de intoxicación y contaminación ambiental.
- Desarrollo de cultivos considerando la vocación agroecológica de las tierras.
- Ordenamiento territorial para proteger tierras de alta capacidad productiva en donde no se ubiquen centros urbanos.
- Conservación de mayor biodiversidad genética.
- Disminución de pérdida poscosecha.

En los últimos años se viene hablando de conceptos como desarrollo sostenible y agricultura sostenible. El término sostenibilidad puede significar diferentes cosas para diferentes grupos humanos en momentos distintos; sin embargo, a nivel general se acepta la siguiente definición: "Desarrollo sostenible es el que distribuye más equitativamente los beneficios del progreso económico, protege el ambiente nacional y mundial en beneficio de las futuras generaciones y mejora genuinamente la calidad de vida actual" (Alan, *et al*, 1995).

El término "silvicultura sostenible" también tiene diferentes significados de acuerdo a cada escuela de pensamiento, por ejemplo, la productivista, ambientalista, comunitaria; sin embargo, de acuerdo al punto de vista de la escuela responsable se señala como silvicultura sostenible aquella actividad que debe ser rentable, ecológicamente adecuada y socialmente justa. (Araúz, 1996).

La agricultura y silvicultura sostenibles enfatizan tres grandes áreas: (Araúz, 1996).

- Manejo y conservación de la fertilidad de los suelos.
- Utilización de menos insumos.
- La protección de los cultivos, con énfasis en los problemas causados por los plaguicidas y el manejo ecológico del cultivo basado en la interacción de los componentes del agro ecosistema.

Para un mejor manejo de plagas, enfermedades y malezas, una práctica de cultivo importante es la asociación de cultivos, es decir, sembrar dos o más cultivos en una misma área. Pero en la agricultura y en particular en el sector forestal de gran escala en donde se siembra en forma intensiva áreas más grandes, se utiliza el sistema de monocultivo, en donde aumentan los problemas fitosanitarios debido a la mayor uniformidad de plantas (poca diversidad genética). En este caso, la práctica recomendable es la rotación de cultivos o la introducción de otros cultivos y coberturas (Bustamante, 1996).



La rotación de cultivos no solo disminuye los problemas fitosanitarios, sino que también mejora las condiciones del suelo (Bustamante, 1996).

Al respecto, el manejo correcto de los residuos de cosecha es de gran importancia ya que evita el proceso de degradación de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, con el consecuente peligro de alterar el equilibrio ambiental. La práctica común de quemar residuos de la cosecha anterior debe ser eliminada. Los residuos pueden ser empleados para la generación de energía. En este sentido, la labranza mínima cobra gran importancia, ya que el residuo de la cosecha anterior se quema con herbicida y se siembra bajo este método de labranza, sin mecanizar el terreno (Instituto de la Potasa y del Fósforo, s.a.).

El sistema de no labranza perturba muy poco el suelo. Esta operación consiste en abrir una hendidura de unos 5 cm de ancho en donde se coloca la semilla. Fuera de esta abertura, el suelo no sufre ninguna alteración y consecuentemente, alrededor del 95% de los residuos quedan en la superficie (Altieri, 1983).

Durante muchos años la labranza convencional ha sido muy importante en la producción de cultivos. Este método consiste en dejar la superficie del suelo con muy pocos residuos de plantas; frecuentemente se usa al arado seguido de varios pases de rastra o cultivadoras para remover el suelo (Pitty, 1997).

Es un método usado frecuentemente en varios sistemas de producción, sin embargo, tienen efectos negativos como aumento en la erosión del suelo, mayor consumo de combustible y de mano de obra (Mannering *et al*; 1987, citado por Pitty, 1997).

Por su parte, la labranza mínima también llamada labranza de conservación, es aquel método de labranza que disminuye la pérdida del suelo, conserva la humedad, disminuye la compactación del suelo, menor consumo de energía, y en muchos casos ha aumentado el rendimiento de los cultivos (Altieri, 1983).

## **VENTAJAS DE LA MÍNIMA LABRANZA**

### **REDUCCIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA DEL SUELO.**

La erosión es el factor que más restringe el uso de la tierra debido a que se cuenta con recursos limitados de suelos (Phillips y Young, s.a.). La magnitud de la reducción va a depender del sistema de producción, tipo de suelo, topografía del terreno; se ha encontrado en algunos casos que la labranza mínima reduce hasta 5 veces la erosión en suelos fácilmente erosionables, comparado con la labranza convencional de arado de vertedera (Triplett y Van Doren, 1977, citado por Pitty, 1997).

Por otra parte, estudios revelan que en suelos con pendiente, de hasta un 15%, los métodos de no laboreo han reducido casi a cero las pérdidas de suelo en comparación con el laboreo convencional, aún cuando con este último método se hayan practicado medidas de control de erosión (Phillips y Young, s.a.).

## **AUMENTO EN LA INTENSIDAD DEL USO DE LA TIERRA.**

Debido a que el no laboreo del terreno es una excelente alternativa como práctica de conservación del suelo, es factible que clases inferiores de uso de suelos puedan ser desplazados a una categoría de uso más intensivo; o por otra parte, un mismo suelo puede cultivarse por más tiempo debido a que el intervalo entre la cosecha del cultivo anterior y la siembra del cultivo siguiente puede ser menor (Phillips y Young, s.a.).

## **FACILIDAD DE SIEMBRA Y COSECHA**

La lluvia puede retrasar las operaciones de labranza y cosecha. La labranza mínima permite el paso de los tractores para la siembra y la cosecha, aunque haya llovido; contrario en suelos mecanizados donde los tractores se hunden (Pitty, 1997).

También es posible extender la fecha de siembra ya que el no laboreo retiene mayor humedad en el suelo, lo cual permite un desarrollo normal del cultivo.

## **MAYOR RETENCIÓN DE HUMEDAD**

Normalmente, un suelo cubierto por malezas muertas u otros residuos de cultivos, retendrá un mayor porcentaje de agua a capacidad de campo que el mismo suelo mecanizado. La presencia de raíces de plantas intactas y el mayor porcentaje de materia orgánica, originarán en el suelo poros más grandes que retendrán mayor cantidad de agua (Phillips y Young, s.a.).

De igual forma, se da mayor retención ya que los residuos de plantas muertas actúan como aislantes que reducen la temperatura del suelo y por ende la velocidad de evaporación del agua. También la retención de agua aumenta porque la infiltración del agua de lluvia es mayor, es más rápida y la escorrentía es menor; esto se debe a que se mantiene la estructura natural del suelo y el agua penetra más fácilmente por el perfil del suelo, a través de los macroporos dejados por las raíces del cultivo anterior y de las malezas, y de las lombrices de tierra. Estos macroporos serían destruidos por el arado y la rastra (Pitty, 1997).

## **MENOR COMPACTACIÓN DEL SUELO.**

Se evita el uso continuo de maquinaria pesada cuando se realiza la mecanización del terreno. El grado de compactación depende del uso y tamaño de la maquinaria y de la textura y estructura del suelo. Los suelos arcillosos son los más susceptibles (Phillips y Young, s.a.).

## **MENOR CONSUMO ENERGÉTICO.**

Es factible reducir entre un 40 y 60% el uso de combustible y mano de obra para la preparación del suelo, eliminando las operaciones de mecanización. Por ejemplo, en arroz bajo labranza convencional se han usado 11 viajes de maquinaria y 111 litros de diesel, mientras que en labranza conservacionista solamente cuatro viajes y 48 litros de diesel (Andrade 1982, citado por Pitty, 1997).

En la producción de granos básicos sin laboreo se necesita solamente una sembradora, que es más grande que una sembradora convencional, un aplicador de herbicida (tractor con una tanqueta o "boom") y maquinaria de cosecha. Shenk, *et al*, (1983) manifiestan también, en varios trabajos realizados, que los sistemas de no labranza fueron más eficientes económicamente que el sistema mecanizados.

## MEJORAMIENTO DE ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE SUELO.

La práctica de no laboreo permite mantener un contenido más alto de materia orgánica que el sistema mecanizado. Asociados al mayor contenido de materia orgánica, hay una mayor capacidad de intercambio catiónico, mejora la porosidad, permeabilidad y productividad del suelo. Por otro lado, la acción de las lombrices que es mayor en la mínima labranza, contribuye a la mayor porosidad, permeabilidad, fertilidad e infiltración del agua en el suelo (Shenk, *et al*, 1983).

También con la mínima labranza parece mejorar los niveles de fósforo, potasio, calcio y magnesio. En el caso del nitrógeno, puede haber deficiencia en el primero o segundo año, debido a la mayor actividad microbiana que consume este elemento, pero luego tiende a estabilizarse o a aumentar. Por otra parte, la acidez extraíble y en consecuencia el aluminio intercambiable, es mayor en suelos no mecanizados; sin embargo, el mayor contenido de materia orgánica en estos suelos, fija el aluminio evitando posibles efectos fitotóxicos (Shenk *et al*, 1983; Altieri, 1983).

## EVITA LA INTRODUCCIÓN DE NUEVAS MALEZAS

El arado y la rastra son muy eficientes en disminuir los propágulos de malezas entre los campos de cultivo. La labranza mínima reduce este problema (Pitty, 1997).

El sistema de labranza en una de las prácticas que más afecta el manejo de malezas ya que además de determinar las especies presentes, afecta la efectividad de los herbicidas y las opciones de manejo (Pitty, 1997).

La labranza convencional tiene la ventaja que se puede realizar combate de malezas, principalmente malezas anuales; la maleza perenne como *Cyperus rotundus*, *Paspalum fasciculatum*, *Sorghum halapense* y *Cynodon dactylon*, entre otras, también se pueden controlar con la rastra en la época seca. Esto disminuye, aunque no elimina, la necesidad de aplicar otras técnicas de combate a través del ciclo de cultivo (Alan, *et al*, 1995).

El control de malezas anuales en realidad es una ventaja relativa ya que, si bien es cierto la labranza elimina la maleza que ha germinado, también es cierto que el arado lleva a la superficie del suelo, proveniente de capa inferiores, semillas de malezas que ya han superado el estado de latencia y al estar expuestas a condiciones favorables de humedad, temperatura y oxígeno, logran germinar con mucha facilidad (Pareja, s.a.).

Por su parte, la labranza mínima tiende a estimular el establecimiento de malezas perennes, tanto gramíneas como leñosas (Froud-William, 1988, citado por Alan, *et al*, 1995).

El combate de malezas en el sistema de labranza mínima incluye el uso de herbicidas antes de la siembra del tipo Paraquat y Glifosato; este último ha sido el más usado. El uso de herbicida preemergentes, aplicada después de la siembra pero ante de la emergencia del cultivo y las malezas, es poco recomendado ya que los residuos vegetales sobre el suelo interceptan la mayor parte del herbicida y se pierde la eficacia de éste. No obstante, en los últimos años se han desarrollado nuevos herbicidas selectivos, sistémicos, que combaten un amplio rango de malezas (Warren, 1983, citado por Alan, *et al*, 1995).

## EFECTO DEL SISTEMA DE LABRANZA SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

En el sistema de mínima labranza en el cultivo de frijol se ha observado un incremento en la población de babosas (*Sarasinula plebiae*), principalmente cuando el control de malezas de hojas anchas fue deficiente (Pitty y Andrews, 1991).

Un estudio realizado en Honduras en el cultivo de maíz en relevo con frijol en la población de hormigas (*Solenopsis geminata*), Jobotos (*Phyllophaga spp*), gusano medidor (*Mocis latipes*), babosas (*Sarasinula plebiae*), y pudrición de la mazorca (*Stenocarpella maydis*), fueron mayores en labranza mínima. La población de gusanos cogollero (*Spodoptera frugiperda*) fue inconsistente en dos ciclos de siembra. Por su parte, la población del gusano barrenador del tallo (*Diatraea spp*), lorito verde (*Empoasca kramerii*) y las plagas de la mazorca (*Diatraea y Geraus spp*) se comportaron igual en ambos sistemas de labranza. La población de vaquitas (*Diabrotica balteata*), mosca blanca (*Bemisia tabaci*), el picudo de la vaina de frijol (*Apion godmani*), las tijeretas (*Doru tarniterm*) y *Spodoptera spp* (actuando como elotero), fue mayor en labranza convencional (Vega, *et. al*, 1993).

Es importante mencionar que los cultivos de granos básicos, principalmente en frijol y el maíz, son los que mejor se han adaptado al sistema de labranza mínima (Akobundu, 1983, citado por Alan, *et al*, 1995)

## EFECTO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

### DENSIDAD APARENTE

Se define como el peso del suelo seco sobre el volumen total, este último se obtiene en el campo, desplazando una cierta cantidad de suelo que incluye tanto la parte sólida como el espacio poroso (Rodríguez, 1997)

La labranza tiende a disminuir temporalmente la densidad aparente y aumentar la porosidad total del suelo superficial o capa arable, por otra parte las capas por debajo del suelo arable tienden a aumentar la densidad aparente y reducir la porosidad por la presión aplicada por el pase de maquinaria e implementos de labranza (Pla, 1995). Una baja densidad aparente causa un rápido secado del suelo y déficit de agua para las plantas, mientras una alta densidad aparente causa pobre aireación y alta resistencia mecánica a la penetración de la raíz (Pla, 1995).

La densidad y porosidad del suelo está directamente relacionada con el desenvolvimiento de las raíces, aireación y absorción de agua, así como con otras actividades biológicas (Gassen y Gassen, 1996), por lo que es importante proporcionar el espacio suficiente para el buen desarrollo y funcionamiento activo de las raíces.

Con la mínima labranza se puede obtener una disminución en la densidad aparente y un aumento en la porosidad al reducirse el pase de implementos pesados y la alteración de la capa superficial.

## PROPIEDADES HIDRÁULICAS

Es la habilidad que tienen los suelos para retener y transmitir el agua, lo cual depende de la geometría del espacio poroso, que es modificado por las operaciones de labranza. Las principales propiedades hidráulicas son la capacidad hídrica (relación entre contenido de agua y succión) y la conductividad hidráulica (función del contenido o succión del agua en el suelo) (Pla, 1995).

El incremento de la densidad aparente por el efecto de la labranza afecta más los poros de mayor tamaño, reduciendo la capacidad de retención de agua a succiones bajas e incrementando un poco la capacidad de retención a succiones altas (Pla, 1995).

Con la labranza generalmente se busca provocar cambios en la porosidad y distribución del tamaño de los poros, para aumentar la infiltración y redistribución del agua de lluvia en el perfil del suelo, en parte para reducir pérdidas de agua por escorrentía y de suelo por erosión y aumentar la reserva de agua disponible para el cultivo (Pla, 1995).

La mínima labranza reduce la compactación de capas inferiores del suelo, permitiendo una mayor conductividad del agua a esas capas, además de no alterar la porosidad del suelo.

## ESTRUCTURA DEL SUELO

El término estructura del suelo se refiere al arreglo o distribución de las partículas que componen el suelo, la cual puede variar con la labranza (Rodríguez, 1997).

La población microbiana bajo labranza convencional resulta ser más oxidativa que en sistemas de mínima labranza (Durán, 1980 citado por Quiroga *et al.*, 1995).

En suelos vírgenes puestos a cultivar, el contenido de Nitrógeno y Calcio orgánico declinan rápidamente durante los primeros años, ésta disminución varía con relación a la cantidad y tipo de residuos y es afectado por las diferentes prácticas de labranza (Larson *et al.*, 1972 citado por

Quiroga *et al.*, 1995). Una reducción de Nitrógeno y Carbono produce una disminución de los macroagregados y un aumento en los microagregados, pérdidas en la actividad estructural, incremento en la densidad aparente y resistencia a la penetración de las raíces. En un trabajo realizado en trigo y en sorgo se obtuvo una reducción del porcentaje de partículas del suelo menores a 2.0mm y un aumento en el porcentaje de partículas mayores a 2.0mm de diámetro.

## COMPACTACIÓN

Se refiere a un aumento en la densidad del suelo o disminución del volumen, debido a fuerzas externas que se presentan en la capa arable (Pla, 1995).

La compactación del suelo ocurre durante las operaciones de movilización de superficies del suelo, en condiciones ambientales inadecuadas con uso excesivo de implementos para la labranza. En un sistema convencional de manejo, la compactación puede ser también originada por inadecuación en la calibración, cuya recomendación es de 0 a un máximo de 20cm de profundidad para hacer una incorporación superficial de residuos (Saltón *et al.*, 1998).

En un sistema de mínima labranza, sin embargo, puede aparecer alguna compactación del suelo, en virtud del proceso de compresión causado por tráfico excesivo de máquinas y vehículos, con suelos en condiciones de humedad por encima de lo ideal (Saltón *et al.*, 1998).

Phillips y Young (s.f), mencionan que el grado de compactación depende del uso y del tamaño de la maquinaria, asegurando que se reduciría la compactación en un sistema de mínima labranza, si se evitara el uso continuo de maquinaria y vehículos en la plantación. También agrega que el grado de compactación depende de la textura y de la estructura del suelo, siendo los suelos arcillosos los más susceptibles a la compactación.

El exceso de compactación del suelo reduce el espacio poroso por donde se infiltra el agua y aire necesario para el desarrollo radical, dando como consecuencia bajos rendimientos en el cultivo. Torres *et al.* (s.f) citado por Saltón *et al.* (1998), menciona que no se puede implantar un sistema de siembra directa en suelos ya compactados, porque se puede dificultar el desenvolvimiento de las raíces, disminuir la aireación del suelo, alterar las condiciones físicas y químicas para el desarrollo de microorganismos favorables para las plantas, también menciona que disminuye la tasa de infiltración, permeabilidad y almacenamiento de agua en el perfil del suelo.

Este mismo autor cita que en caso necesario de establecer un sistema de mínima labranza en un suelo compactado, se puede realizar una ruptura con subsoleo hasta una profundidad de 30cm.

## AIREACIÓN

Está determinada por la geometría del espacio poroso y por la retención de humedad del suelo, por lo que la labranza puede tener efecto sobre la aireación, aunque los efectos benéficos de la labranza se notan cuando el suelo está originalmente compactado y las condiciones de drenaje son deficientes (Pla, 1995).

La aireación del suelo está dada por la presencia de porosidad, la cual a su vez está relacionada con el grado de compactación. El uso excesivo de maquinaria agrícola reduce la porosidad del suelo y por ende el intercambio gaseoso entre las raíces y el medio ambiente. Con el uso de la mínima labranza se pretende alterar en menor proporción la porosidad del suelo, al reducir el uso continuo de maquinaria e inalterar una gran proporción de la capa arable.

## INFILTRACIÓN

Es el proceso por el cual el agua entra en el suelo a través de su superficie en flujo vertical (Pla, 1995).

Las operaciones de labranza influyen a corto o mediano plazo sobre las condiciones superficiales o subsuperficiales del suelo, que determinan sus propiedades hidráulicas, las que afectan la infiltración (Pla, 1995). La rugosidad del suelo superficial tiene mucha influencia sobre los procesos de infiltración y escorrentía del agua de lluvia en terrenos cultivados, una mayor rugosidad permite mantener mayores tasas de infiltración o almacenar agua en las depresiones hasta que se logre infiltrar, reduciéndose las posibilidades de escorrentía o reduciendo su velocidad y con ello, los peligros de erosión (Pla, 1995).

Este mismo autor hace referencia en que la labranza convencional en forma repetida, lleva con el tiempo a la reducción, tanto del volumen como de la cantidad de los macroporos en el suelo superficial, lo que puede tener un gran impacto en la hidrología de áreas cultivadas, ya que en suelos con malas condiciones estructurales, los macroporos pueden ser los principales responsables de la infiltración de agua y humedecimiento del subsuelo, especialmente bajo lluvias de alta intensidad.

Radcliffe *et al.* (1988), citado por Gil y Albornoz (1995), informan que las tasas de infiltración fueron significativamente mayores en suelos bajo sistemas de mínima labranza, los mismos resultados fueron observados por Lal (1976), citado por Gil y Albornoz (1995), agregando además que las pérdidas de suelo por erosión eólica y escorrentía fueron mínimas.

## EVAPORACIÓN

Es el proceso por el cual el agua que se encuentra en la parte superior del suelo vuelve a la atmósfera (Pla, 1995).

La labranza puede afectar la evaporación del agua del suelo, desde reducirla drásticamente hasta facilitarla, debido a que la labranza afecta las propiedades hidráulicas que influyen sobre el flujo de agua líquida y altera las condiciones de la superficie del suelo, que determinan la evaporación, al influir sobre la distribución y profundidad de las raíces y sobre el desarrollo del cultivo y de malas hierbas, también afecta las tasas de transpiración o evaporación a través de la planta (Pla, 1995).

Según Pla (1995), la labranza tiende a incrementar las tasas de evaporación a corto plazo y a disminuirlas a largo plazo al quedar expuesto el suelo húmedo a la atmósfera exterior, además de la mayor rugosidad superficial provista por la labranza.

## EROSIÓN

La erosión del suelo puede ser definida como el desprendimiento y arrastre de las partículas (Rodríguez, 1997). Bayer *et al.* (1973), citado por Rodríguez (1997), considera que los principales factores climáticos que afectan la erosión son la lluvia, la temperatura, la energía solar y el viento, así también como el manejo del mismo.

La susceptibilidad del suelo a la erosión depende de alguna de sus características, como su textura y mineralogía y de propiedades dinámicas y transitorias, tales como la humedad y materia orgánica que son a veces inducidas por el uso y manejo (Pla, 1995).

La pérdida de suelo por erosión hídrica (causada por el agua) es mayor cuando la superficie está roturada, con poca rugosidad, sin cobertura vegetal o con plántulas aun poco desarrolladas, en áreas con pendientes uniformes largas más o menos pronunciadas y con lluvias fuertes e intensas (Figura 9). En el proceso de erosión se presenta el problema de que existe pérdida de nutrientes del suelo y de la materia orgánica, debido a que la capa superficial es la más rica en contenido de nutrientes, por lo que las plantas se ven directamente afectadas.

Rodríguez (1997), menciona que otras pérdidas de la capa arable pueden deberse a la lixiviación, que consiste en la penetración de las partículas de la capa superficial a horizontes inferiores y el escurrimiento que es el arrastre de las partículas con las corrientes de agua, quedando depositadas en ríos, arrollos o llanuras. Algunos datos demuestran que entre 15 y 20 t/ha/año de suelo se pierde en las áreas intensamente mecanizadas (Gil *et al.*, 1995).

Gil *et al.* (1995), menciona entre las estrategias para prevenir la erosión, las siguientes:

- Aumento de la cobertura vegetal del suelo para reducir la energía del impacto de las gotas de lluvia.
- Aumento de la infiltración del agua en el perfil del suelo para disminuir el escurrimiento superficial y proporcionar mayor disponibilidad de agua en el perfil.
- Control del escurrimiento superficial para disminuir los efectos erosivos del agua, evitando el transporte de suelo a los manantiales.

Con el sistema de mínima labranza, los rastrojos que se mantienen luego de la cosecha, evitan el impacto directo de las gotas de agua con el suelo formando una barrera protectora, lo que reduce o inactiva la erosión, además de que las partículas del suelo en este sistema de labranza se encuentran fuertemente unidas, en comparación con el sistema de labranza convencional, en donde la roturación deja expuestas las partículas de suelo al arrastre tanto del agua como del aire e implementos de preparación.

Algunos estudios han revelado que en terrenos con pendientes de hasta un 15%, los métodos de mínima labranza han reducido casi a cero las pérdidas de suelo, comparado con el sistema convencional, aún cuando en este último se hayan practicado medidas para el control de la erosión (Phillips y Young, s. f).





**FIGURA 9. EFECTO DE LA EROSIÓN HÍDRICA CAUSADA POR LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA DE LABRANZA CONVENCIONAL**

## EFECTO SOBRE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO

En cuanto a las determinaciones químicas, se ha observado que el efecto de la profundidad es un factor determinante en algunas variables tales como el pH, potasio, calcio, fósforo, materia orgánica y magnesio (Bravo, 1993). En algunos estudios se han obtenido resultados satisfactorios en el sistema conservacionista, reflejado por los valores más altos de las variables químicas evaluadas.

La labranza convencional y la mínima labranza tienen influencia sobre las propiedades químicas del suelo como las mencionadas anteriormente. A continuación se hará una determinación del efecto que esto tiene sobre los elementos mayores requeridos por la planta:

### NITRÓGENO

Es el componente fundamental de todas las moléculas orgánicas involucradas en los procesos de crecimiento y desarrollo vegetal, participa activamente en los principales procesos metabólicos: fotosíntesis, respiración y síntesis proteica. Su deficiencia es manifiesta con una clorosis que aparece en las hojas más viejas (Bertsch, 1998).

Espinoza (1995), menciona que la eficiencia del N aplicado como fertilizante en un sistema de mínima labranza es menor que en un sistema de labranza convencional, especialmente cuando se aplican niveles bajos. La inmovilización del N es un proceso significativo en el sistema de mínima labranza, el N aplicado a la superficie del suelo es utilizado por los microorganismos, quienes lo incorporan en su estructura inmovilizándolo de esta forma en la fracción orgánica. Martino, (1995), menciona al respecto que en condiciones de labranza conservacionista, la mineralización de la materia orgánica del suelo es reducida y la inmovilización de nitrógeno en la biomasa microbiana es incrementada, por lo que la disponibilidad de este elemento es menor bajo este sistema de labranza, comparado con el sistema de labranza convencional.

Estudios realizados en los Estados Unidos señalan que existe una menor concentración de nitratos a la siembra bajo el sistema de mínima labranza (Carefoot, 1990 y Lamb, 1985 citado por Quiroga *et al.*, 1993).

En el sistema de labranza convencional el fertilizante puede perderse por lixiviación por efecto de la lluvia, o por escurrimiento al quedar sin ninguna cobertura. En un sistema de mínima labranza se evita este tipo de pérdida, pero se incrementa la pérdida por inmovilización como ya fue mencionado. Para que el rastrojo que queda en la superficie sea degradado por los microorganismos se requiere una mayor concentración de N para mantener la relación C:N, aprovechando esos microorganismos degradadores gran cantidad del N aplicado.

La labranza convencional al romper el suelo lo oxigena e incorpora los residuos de materia orgánica en una capa de suelo húmeda creando condiciones propicias para el incremento en las poblaciones de microflora y microfauna en el suelo, cuando se termina el substrato orgánico en el suelo, los hongos y bacterias mueren, se descomponen y liberan grandes cantidades de nitrógeno, por el contrario, en un sistema de labranza conservacionista la descomposición de la materia orgánica ocurre en forma más paulatina, por lo que la liberación del nitrógeno es más lenta (Wall, 1995).

En la finca El Pelón de la Bajura, ubicada en Liberia, Guanacaste, se ha determinado que bajo el sistema de mínima labranza se requiere una aplicación extra de N alrededor de un 25%, dependiendo de la cantidad de rastrojo existente.

Numerosos estudios han demostrado que las aplicaciones subsuperficiales de N por debajo de la capa de residuos dan mejores resultados que las aplicaciones superficiales (Espinosa, 1995).

## FÓSFORO Y POTASIO

El fósforo forma parte de la molécula de ATP, por lo que participa en todos los procesos metabólicos que involucran energía, su deficiencia se manifiesta con una coloración verde oscura o azulada en las hojas o mediante la formación de pigmentos antocianinicos que confieren a la hoja coloraciones púrpura (Bertsch, 1998).

El potasio participa en casi todos los procesos: respiración, fotosíntesis, aparición de clorofila, participa en la regulación osmótica e hídrica de la planta y en la permeabilidad de las membranas; una deficiencia en la planta presenta aparición de un moteado de manchas cloróticas, seguido por el desarrollo de zonas necróticas en la punta y los bordes de las hojas (Bertsch, 1998).

Datos de análisis en suelos tropicales en fincas con sistemas de mínima labranza indican una acumulación de K y de P en una capa de 0 a 5 cm (Landers, 1994 citado por Espinosa, 1995).

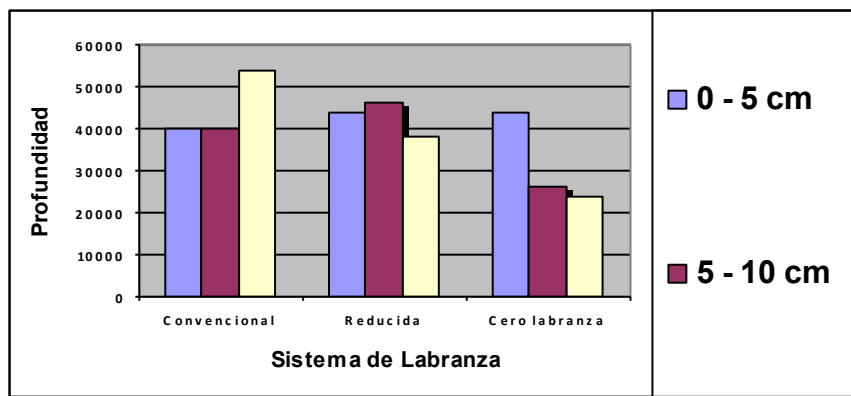
Espinosa (1995), agrega que al iniciar un sistema de mínima labranza en suelos infértiles como los Ultisoles y Oxisoles, se exige más que en ningún otro tipo de suelo, mejorar las condiciones de fertilidad a niveles óptimos, lo que se logra con la corrección profunda del suelo con cal, yeso, P, K y micronutrientes (Landers, 1994 citado por Espinosa, 1995).

# EFECTO DEL SISTEMA DE LABRANZA SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LA MALEZAS

Las maleza al estar entre el cultivo compiten con él por el agua, la luz y los nutrientes, reduciendo la capacidad productiva del cultivo, además de interferir durante el manejo y la cosecha. También las malezas pueden servir de hospederos de plagas y enfermedades o causar alelopatía, impidiendo un buen desarrollo del cultivo.

Con el uso de la labranza convencional se pueden controlar algunas malezas como *Cyperus rotundus* cuyas estructuras reproductivas (coquitos) son desenterradas y expuestas al secado por el sol, pero también debe considerarse que la alteración del suelo con la labranza convencional, entierra las semillas de malezas que se encuentra en la superficie y expone a aquellas que estaban en latencia en las capas más profundas, alterando constantemente el banco de semillas.

En un experimento realizado en el CATIE, Turrialba en 1987 por Vargas y De la Cruz, utilizando tres sistemas de labranza (convencional, mínima y cero) se pudo determinar que el banco de semillas en el sistema de cero labranza se redujo y que conforme aumentaba la profundidad a muestrear, el número de semillas cada vez era menor, mientras que en el sistema de labranza convencional sucedía lo contrario (Figura 10). Esto permite pensar que entre menos sea alterado el suelo, menor será el número de malezas a largo plazo.



**FIGURA 10. NÚMERO DE SEMILLAS DE MALEZAS POR PROFUNDIDADES DE SUELO Y SISTEMAS DE LABRANZA (FUENTE BOL. TEC. EST. F. BAUDRIT, OCTUBRE - DICIEMBRE 1989).**

Se ha encontrado que el arado y la rastra destruyen y eliminan malezas perennes que no tienen estructuras vegetativas para la reproducción asexual, tales como tubérculos, estolones, tallos o rizomas. Mientras que las malezas perennes que si se reproducen asexualmente se ven favorecidas con el uso de la labranza convencional, debido a la distribución de las estructuras vegetativas por todo el campo, por lo que, con la labranza mínima, más bien se reducen, siempre y cuando se aplique un buen control (Pitty, 1997) (Figura 11).

Pitty (1997), menciona: Los sistemas de labranza de conservación causan un aumento en las poblaciones de gramíneas y malezas perennes bianuales, a la vez se reduce la población de malezas de hojas anchas de semilla grande y las de semillas perennes que se reproducen por estructura vegetativa (Figura 12).

Sin embargo, debe tomarse en consideración que una cobertura de rastrojos en la superficie del suelo reduce la germinación de semillas de malezas al desproporcionarlas de la luz solar y servir de barrera física, sin embargo, debe tomarse en cuenta también el efecto que podría tener sobre la semilla del cultivo.



**FIGURA 11. MAQUINAS PARA LABRANZA MÍNIMA REALIZANDO SU TRABAJO.**



**FIGURA 12. CULTIVOS PLANTADOS CON MAQUINAS PARA LABRANZA MÍNIMA**

# MAQUINARIA PARA LA CONSERVACIÓN DE SUELOS

---

Para la conservación de suelos pueden ser usados dos tipos de maquinaria, en primer lugar se encuentran las máquinas pesadas tales como: el tractor de orugas, equipado con una hoja topadora y la motoniveladora (entre los más populares), los cuales se usan normalmente para la realización de estructuras de conservación.

En segundo lugar encontramos a la maquinaria agrícola, que generalmente es un tractor de llantas que lleva acoplado algún implemento, entre los cuales tenemos: el subsolador, el arado de cinceles, el arado de discos, el arado de vertedera, la cavadora, las rastras de dientes, las rastras rotativas y los implementos para labranza mínima.

Algunos de dichos implementos son utilizados para la realización de pequeñas estructuras y otros para conseguir una labranza y siembra conservacionistas, de manera que se proteja a los campos de cultivo contra la erosión tanto eólica como hídrica.

## MAQUINARIA PESADA

### TRACTOR DE ORUGAS CON HOJA TOPADORA

Al tractor de orugas equipado con una hoja topadora, se le conoce comúnmente como “buldozer”, las hojas topadoras también pueden montarse sobre tractores de ruedas o llantas especiales, los que deben contar con protección suficiente para evitar deterioro en ruedas o llantas, debido a que generalmente trabajan en condiciones adversas a los sistemas de rodaje.

El tractor presta la potencia y la hoja topadora es el instrumento que realiza el trabajo. La hoja topadora es ligeramente curvada y cuenta con una cuchilla reemplazable en el borde que hace contacto con el suelo, la hoja topadora se fija a un bastidor con forma de C.

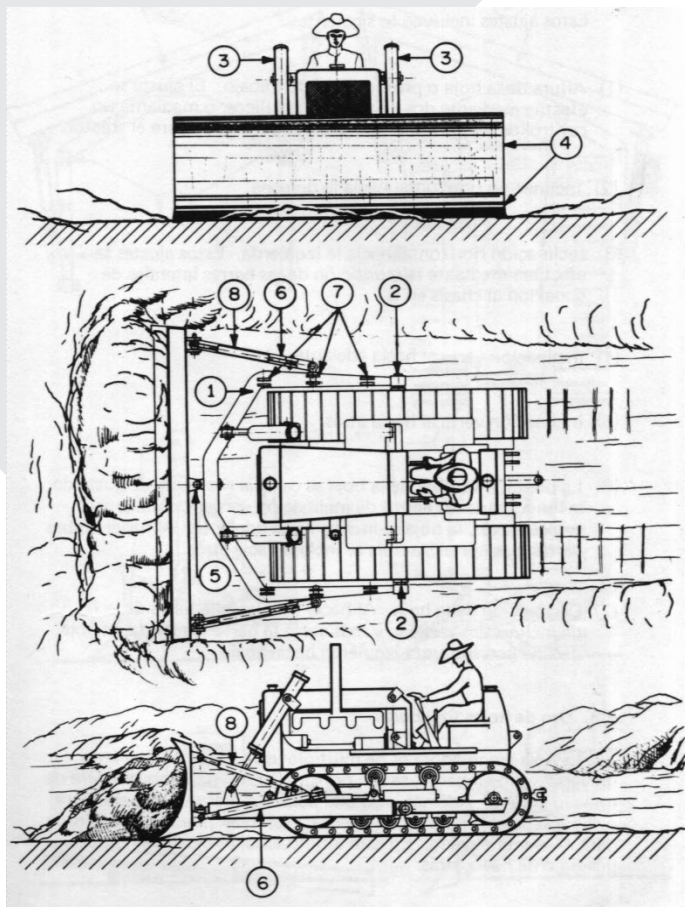
En algunos países a las hojas topadoras también se les conoce con el nombre de hojas empujadoras. Estas hojas pueden ser de dos tipos: estándar y universal. Las hojas estándar trabajan perpendiculares a la dirección de avance del tractor y son de uso restringido al movimiento de materiales de un lado a otro, las universales pueden usarse tanto en posición perpendicular a la dirección de avance como en posición angular, esa posición angular puede ser inclinada hacia la izquierda o hacia la derecha según se necesite.

## CONSTRUCCIÓN Y CONEXIÓN DE UNA HOJA TOPADORA

La hoja tiene forma recta y su cara posee una curva ligera, en la parte baja de la hoja va montada una cuchilla de borde cortante que, puede ser reversible, es decir que cuando se desgasta un filo, se le da vuelta. La cuchilla puede estar dividida en tres partes, una cuchilla central y dos laterales, las cuchillas de los lados actúan como puntas y normalmente su desgaste es más rápido que el de la cuchilla central.

**La manera como está construida una hoja topadora y la forma como se conecta al tractor, se muestran en la (Figura 13).**

- 1.- Barra en forma de C o porta hoja.
- 2.- Puntos de conexión de la barra C al tractor.
- 3.- Cilindros hidráulicos, los cuales controlan la altura de la barra en C y por ende de la hoja empujadora.
- 4.- Hoja topadora o empujadora.
- 5.- Punto central de conexión de la hoja topadora a la barra C. Gracias a esta conexión la hoja se puede inclinar hacia la derecha o izquierda y hacia delante o hacia atrás.
- 6.- Barras laterales para estabilizar la hoja en posición horizontal.
- 7.- Puntos de conexión de la barra lateral a la barra C, lo que permite usar la hoja en diferentes posiciones, sea perpendicular o angular hacia la derecha o izquierda.
- 8.- Barras para la inclinación vertical. Se sitúan entre las barras laterales y la hoja, su función es darle inclinación a la hoja, ya sea hacia delante o hacia atrás.



**FIGURA 13. CONSTRUCCIÓN Y CONEXIÓN DE LA HOJA TOPADORA**

## AJUSTES DE LA HOJA EN DIFERENTES POSICIONES

Como se vio anteriormente, la hoja puede ponerse en distintas posiciones según sea el trabajo que se requiere. Se puede situar a diferentes alturas controlando así su profundidad de trabajo, también se puede variar la inclinación horizontal, vertical, así como su declinación.

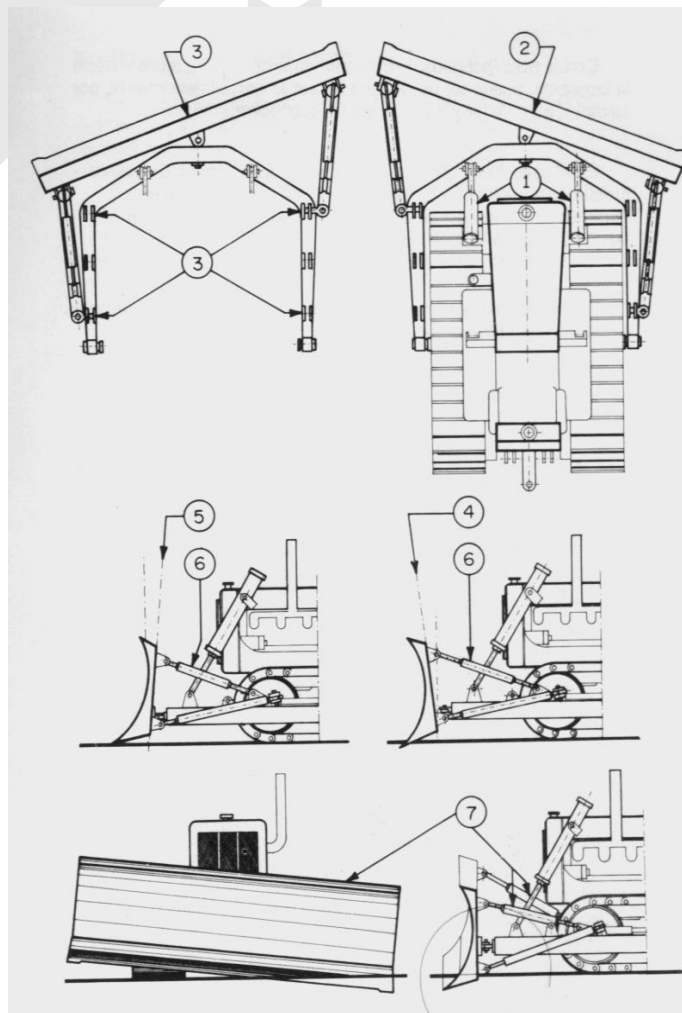
**Los ajustes son los siguientes y los mismos pueden observarse en la (Figura 14).**

- 1.- Regulación de la altura de la hoja con la cual se puede fijar la profundidad de trabajo deseada. Esta altura se varía con la ayuda de dos cilindros hidráulicos.
- 2.- Hoja inclinada hacia la derecha, como puede verse la barra horizontal izquierda está colocada en el punto de conexión externo de la parte delantera del bastidor C y la barra horizontal derecha, está situada en el extremo trasero de la barra C.
- 3.- Hoja inclinada hacia la izquierda, en este caso ocurre lo contrario que en el anterior.
- 4.- Hoja inclinada hacia delante, en el plano vertical.
- 5.- Hoja inclinada hacia atrás en el plano vertical.
- 6.- La posición de la hoja en el plano vertical puede variarse gracias al cambio de la longitud de las barras de inclinación vertical. Las barras se alargan o se retraen manualmente gracias a la acción de un tornillo, el cual ingresa en dos tubos roscados, similar al tercer punto del sistema hidráulico de levante de un tractor de llantas. Si las dos barras se alargan, la hoja se inclina hacia delante, si se retraen la hoja se inclina hacia atrás.

La declinación de la hoja se logra variando la longitud de las barras de inclinación vertical.

Si la barra derecha se alarga y la izquierda se retrae, la punta de la hoja declina hacia abajo al lado izquierdo.

## USO DE LAS HOJAS TOPADORAS



**FIGURA 14. HOJA EN DIFERENTES POSICIONES**

Este tipo de hojas es de múltiples usos, se les considera de uso universal, sin embargo su empleo más frecuente es el de mover materiales de un lado a otro. Muchas veces con estas hojas se eliminan canales, se tumban árboles y arbustos, y se sacan troncos y piedras en algunos terrenos.

Otro de sus usos es en la nivelación de terrenos, poniendo la hoja ligeramente hacia atrás, lo que ayuda a la conservación de los suelos. Igualmente, para la conservación de los suelos, esta hoja puede ser usada para la construcción de bancales y terrazas, así como para la construcción de canales de desagüe, acequias de ladera y muros de contención. Una vez que los canales y acequias están contruidos, las hojas topadoras sirven para darles mantenimiento a estas estructuras de conservación.

## MOTONIVELADORAS

Al igual que el buldozer, las motoniveladoras son máquinas de múltiples usos. Están construidas por un motor y transmisión, una unidad para la nivelación y un tren delantero. Su nombre se deriva de su autopropulsión, ya que también hay niveladoras que se acoplan a tractores agrícolas para trabajos pequeños, éstas últimas no se abordarán en este trabajo.

### Construcción de una motoniveladora (Figura 15)

- 1.- Muestra la unidad motriz, compuesta por el motor, el embrague, la transmisión, el bastidor trasero y las ruedas de tracción.
- 2.- Bastidor central, situado en medio de la unidad motriz y el tren delantero.
- 3.- Unidad para la nivelación.
- 4.- Apoyo de la unidad de nivelación, que se conecta al bastidor central por medio de una articulación tipo bola.
- 5.- Tren delantero, visto de lado, de frente y desde arriba.
- 6.- Brazos de levante hidráulicos de la unidad de nivelación, con ellos se controla la altura de trabajo de la hoja de nivelación.

- 7.- Barra para el ajuste lateral de la hoja de nivelación.
- 8.- Estructura circular giratoria para la inclinación de la hoja niveladora, hacia la izquierda o la derecha.
- 9.- Barra para la inclinación de la hoja hacia delante o atrás.
- 10.- Rieles para correr la hoja en forma excéntrica hacia la derecha o izquierda, teniendo así la hoja más alcance hacia los lados.
- 11.- Mandos finales por un pivote central se conectan al bastidor, lo que permite a las llantas la adaptación al contorno del terreno.
- 12.- Sistema de mando de la dirección.

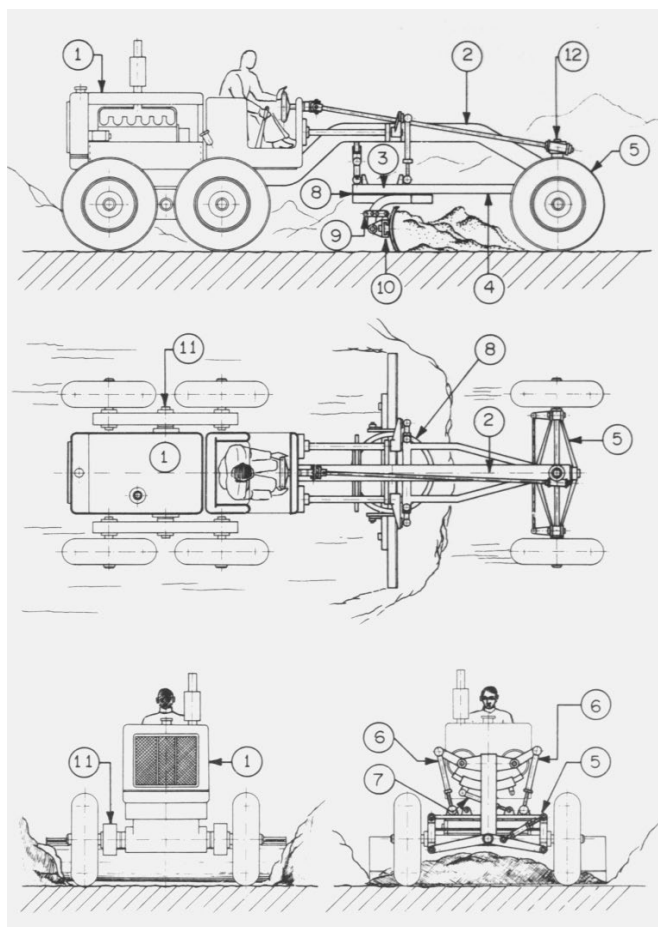


FIGURA 15. PARTES DE UNA MOTO NIVELADORA



Como parte de la unidad motriz de la motoniveladora se cuenta con un sistema hidráulico para el accionamiento de todos los dispositivos de ajuste de la hoja.

Para la inclinación de las ruedas delanteras el tren delantero se construye especialmente con un eje y dos ruedas, el mecanismo de dirección y el mecanismo de inclinación de las ruedas, tal y como se muestra en la (Figura 16).

- 1.- Punto de pivote para el eje delantero.
- 2.- Pivotes operados por el mecanismo de dirección, los cuales realizan el giro de llantas hacia los lados.
- 3.- Estructura en paralelogramo para el logro de la inclinación de las llantas.
- 4.- Cilindro hidráulico para mover el paralelogramo que produce la inclinación de las llantas.
- 5.- Llantas inclinadas hacia la izquierda.
- 6.- Llantas inclinadas hacia la derecha.

Las llantas de esta máquina se deben inclinar por dos motivos, el primero es para contrarrestar las fuerzas laterales que se generan al trabajar con la hoja inclinada y para facilitar la operación en el momento de dar vueltas con estas máquinas de tanta longitud.

El ancho de corte de la hoja no solo se controla con el mecanismo de dirección, sino también, al inclinar en menor o mayor grado las ruedas delanteras se puede cortar más o menor cantidad de terreno.

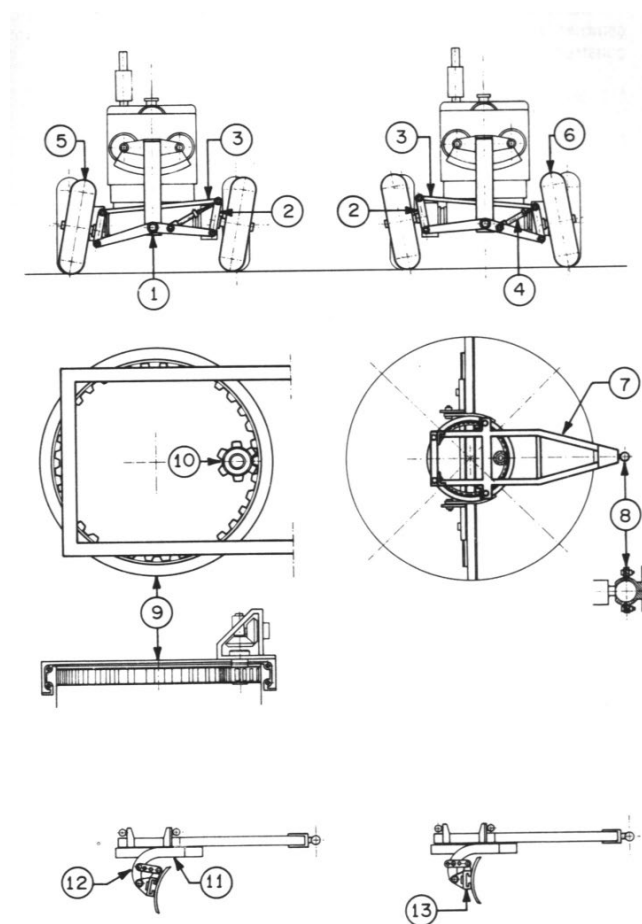
**Las partes de la unidad de nivelación también se presentan en la Figura 16 y son las siguientes:**

- 7.- Bastidor de la unidad de nivelación.
- 8.- Punto de conexión del bastidor con el tren delantero, se conectan por medio de una articulación tipo bola, la cual permite que se hagan ajustes en todas las direcciones.

- 9.- Círculo, es una estructura de forma circular fijada al bastidor de la unidad, por su interior gira un disco dentado, al cual está adherida la hoja niveladora.
- 10.- El engranaje hace girar el disco o círculo interno para poner la hoja en la posición deseada, hacia la izquierda o la derecha.

**La hoja niveladora se conecta al círculo interior de la siguiente forma:**

- 11.- Conexión por medio de dos brazos.
- 12.- Dispositivos de ajuste de la inclinación vertical de la hoja niveladora.
- 13.- Rieles para el desplazamiento de la hoja niveladora hacia la izquierda o derecha, en forma excéntrica.



**FIGURA 16. DETALLE DE LAS PARTES DE UNA MOTO NIVELADORA**

## OPERACIÓN DE LA HOJA NIVELADORA

La hoja niveladora puede ser usada en diferentes posiciones, el operador a través de palancas manipula las válvulas del sistema hidráulico y cambia la hoja en la dirección de trabajo deseada.

El sistema de operación de la posición de la hoja niveladora se puede apreciar en la (Figura 17), y es el siguiente:

- 1.- Brazo de levante izquierdo con manivela de mando.
- 2.- Brazo de levante derecho con manivela de mando.

- 3.- Barra de ajuste lateral, por medio de cremallera.
- 4.- Cuando se bajan los brazos de levante al mismo tiempo, la hoja baja y cuando estos se elevan, ocurre lo contrario. Gracias a la barra o brazo de ajuste lateral, la hoja puede desplazarse hacia la izquierda. Si la hoja se desplaza hacia la izquierda, el brazo de levante izquierdo se debe alargar.
- 5.- Cuando la barra lateral se mueve hacia la derecha, la hoja se coloca al lado derecho, e igualmente el brazo de levante derecho debe alargarse.
- 6.- Al construir taludes altos, se debe colocar la hoja en posición extrema hacia la derecha, el brazo de levante izquierdo debe extenderse, casi al máximo, la cremallera estará en su posición derecha. También la hoja puede colocarse en esa misma posición hacia el lado derecho.
- 7.- Hoja en posición declinada para realizar cortes, por ejemplo la realización de un canal triangular.

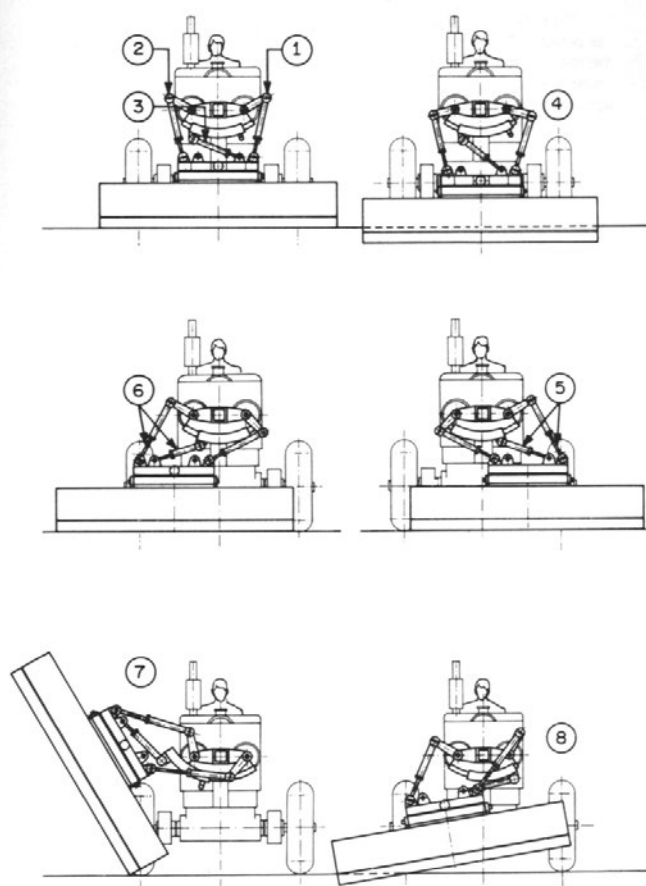


FIGURA 17. POSICIONES DE LA HOJA NIVELADORA

## CONSTRUCCIÓN DE TERRAZAS CON MOTONIVELADORA

Para la construcción de terrazas o bancales en contorno (siguiendo las curvas a nivel), se pueden seguir los pasos que se describen a continuación y que se ilustran en la Figura 6.

1.- Muestra en el perfil del declive original, el lugar de corte y el relleno, o sea el plan de la obra.

2.- Se realiza un corte inicial con la motoniveladora.

3.- Se hace un segundo corte con la máquina.

4.- Con ayuda de la hoja, la tierra cortada se desplaza hacia la zona de relleno.

5.- La máquina corta el fondo de la terraza.

6.- La máquina hace un primer corte sobre la pendiente superior de la terraza.

7.- Se desplaza la tierra cortada hacia la zona de relleno

8.- La tierra cortada se desplaza hacia la pendiente inferior de la terraza.

9.- La máquina trabaja de nuevo en la pendiente superior de la terraza, realizando un nuevo corte.

10.- Se desplaza nuevamente la tierra hacia la zona de relleno.

11.- En la parte superior de la terraza se realiza el último corte, dándole el acabado a la pendiente superior, quedando terminado el talud.

12.- La tierra cortada se desplaza a la zona de relleno.

13.- Se realiza la nivelación de la terraza, quedando su superficie ligeramente inclinada hacia adentro.

14.- Se le da el acabado a la pendiente inferior o sea que el talud queda definido.

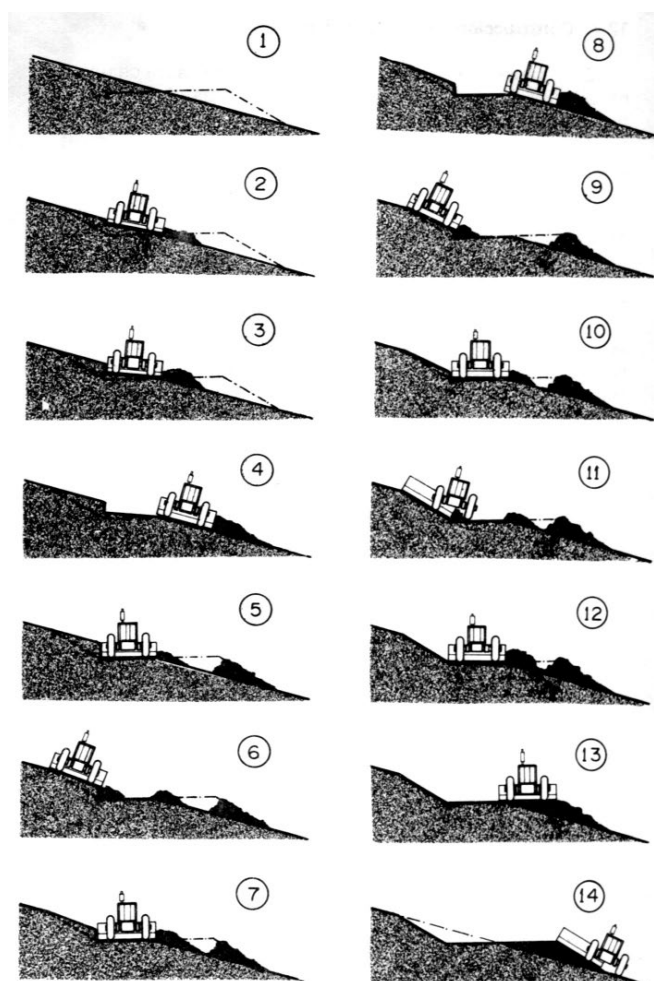



FIGURA 18. CONSTRUCCIÓN DE UNA TERRAZA CON UNA MOTO NIVELADORA



*El auténtico  
problema no es si las  
máquinas piensan,  
sino si lo hacen los  
hombres.*

*Frederic Burrhus Skinner  
(1904-1990)*

# MAQUINARIA AGRÍCOLA DE USO EN EL SECTOR FORESTAL

## SUBSOLADOR

Es un implemento diseñado para ejecutar labores pesadas. Como su nombre lo indica, se emplea para trabajar a profundidades mayores que las que pueden lograrse con un arado, o sea, que es capaz de romper el subsuelo.

### PARTES COMPONENTES DE UN SUBSOLADOR

Puede estar compuesto de un chasis de forma rectangular o triangular (en V), en el cual van montados uno o varios brazos o vástagos de material pesado y muy resistente. Estos brazos pueden tener distintas formas y estar a distancias muy variadas entre sí. Al final de estos brazos se encuentran adheridas las rejas, construidas de acero especial, muy resistentes al desgaste y normalmente tienen un ancho que varía entre 3 y 8 centímetros, y pueden ser de perfil rectangular, trapecial, o con aletas.

El chasis (3) (Figura 7) cuenta con una torre (1), para ser acoplado a los tres puntos del sistema de levante hidráulico, en el caso de que el subsolador sea integral, si el subsolador no es integral, se acopla a la barra de tiro del tractor por medio de un timón y las mangueras con acoples rápidos, las cuales

conectan el sistema hidráulico del tractor con el cilindro de levante de las ruedas de transporte del subsolador.

El subsolador que se presenta en la Figura 19, es integral y, como puede observarse, cuenta con un tirante (2), que le da soporte a la torre de acople. Además, se representan en esta Figura, el brazo (4) al cual va adherido el porta reja (5) y sobre el porta reja se encuentra la reja (6), que es la parte del implemento que corta el suelo. El brazo lleva, en su parte frontal, una lámina delgada de material resistente al desgaste o tiene endurecida esa parte, ya que es la que mantiene contacto directo con el suelo, para causar su ruptura, al paso del subsolador.

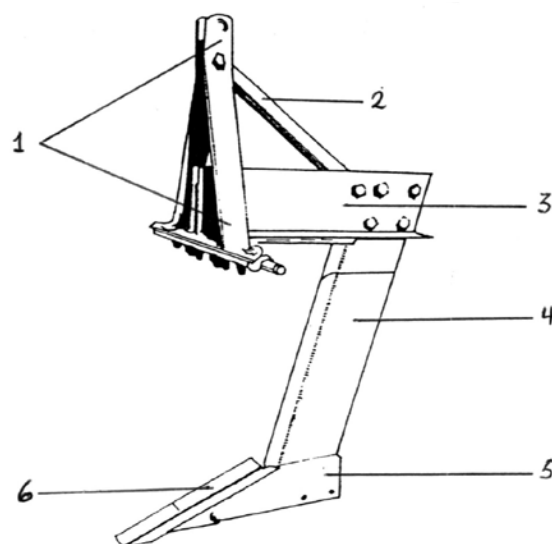


FIGURA 19. PARTES DE UN SUBSOLADOR

## OBJETIVOS QUE SE PERSIGUEN AL SUBSOLAR LOS SUELOS

La labor que realiza un subsolador es la de fragmentar las capas profundas y roturar toda la masa del suelo compactado sin voltearlo. Al no voltear el suelo ni removerlo de su estado natural, es decir que el suelo es poco perturbado, la estructura del mismo permanece casi inalterada, por lo tanto las partículas del mismo no quedan propensas a la erosión, tanto eólica, como hídrica.

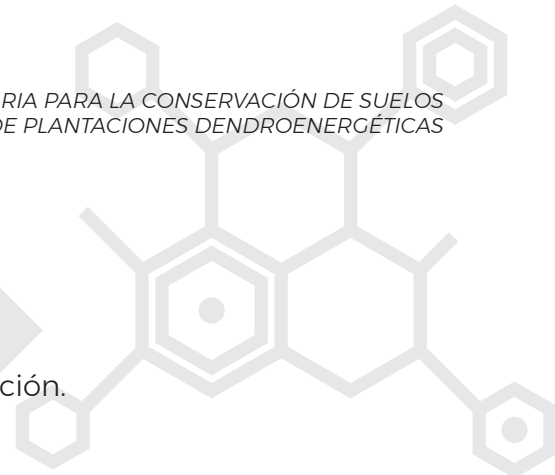
Al labrar el terreno con el subsolador, se elimina el llamado pie de arado; el cual se forma en los suelos que han sido preparados por muchos años con arados de vertedera y con arados de discos. Como consecuencia de dicha labor se logra un mejoramiento de las condiciones del suelo para los cultivos, entre las que están:

- Mejorar el drenaje natural del suelo y la capacidad de almacenamiento de agua.
- Disminuir la escorrentía superficial al mejorar la capacidad de absorción de agua y por ende una disminución de la erosión hídrica.
- Mejorar la circulación de agua y del aire, desplazándose la humedad tanto en forma vertical como horizontal. Aumentando también la cantidad de aire para las raíces y con ello un mejor desarrollo y absorción de nutrientes.
- Reducir la cantidad de malezas, al cortar la capilaridad del suelo y llegarle menos humedad a las malezas en época seca.
- En algunos casos se usa para aflojar piedras, raíces y troncos del terreno y sacarlos posteriormente.
- Dejar el terreno en condiciones favorables para el trabajo de arados o rastras.

## ARADOS DE CINCELES

Los arados de cinceles también llamados escarificadores son parecidos a los subsoladores en lo que se refiere a su estructura y trabajo que realizan, la diferencia estriba en que son más livianos y la profundidad de trabajo es menor que la de los subsoladores.

Los arados de cinceles son denominados “chisel” que significa tijeras en inglés, con este nombre se designan equipos agrícolas con dientes rígidos, semi-rígidos o con sistema vibratorio. Puede decirse que los “chisel” son cultivadores reforzados, extremadamente fuertes que se utilizan para arar suelos bastante secos y a velocidades relativamente elevadas. Este tipo de arado se inventó para aflojar el terreno sin voltearlo ni enterrar el material orgánico superficial, con el fin de disminuir la erosión eólica, sin embargo también ayuda a controlar la erosión hídrica.



## LABORES QUE REALIZA

- 1) Cincelar el suelo para eliminar el pie de arado.
- 2) Ayudar a sacar raíces y piedras del terreno.
- 3) Disminuir la maleza al cubrir y enterrar parcialmente la vegetación.
- 4) Aflojar y reventar el suelo para:
  - Aumentar la cantidad de aire en el suelo.
  - Facilitar la circulación y absorción del agua, al lograr este objetivo, la escorrentía se disminuiría de gran forma, por lo que el suelo quedaría protegido contra la erosión.
  - Mejorar la estructura del suelo.
  - Favorecer la descomposición de la materia orgánica.

## CONSTRUCCIÓN DEL ARADO DE CINCELES (FIGURA 20)

Al igual que un subsolador puede estar compuesto por un chasis o bastidor de forma rectangular o triangular ( en V ) en el cual van montados varios brazos o vástagos muy resistente, los que algunos autores y operadores de maquinaria agrícola llaman dientes, dichos dientes pueden ser de distintas formas y estar a distancias muy variadas entre ellos; adheridos al final de los mismos se encuentran las rejas que pueden ser de punta sencilla, reversibles o triangulares, de acero especial muy resistente al desgaste.

Los arados de cinceles tienen tres o más dientes que pueden ser rígidos, semi-rígidos o flexibles y cualquiera de estos pueden ser rectos, inclinados o curvos, similares a los de un subsolador.

El chasis cuenta con una torre de acople a los tres puntos del sistema de levante hidráulico, si es un arado integral y con un timón y mangueras con acoples rápidos en el caso de que sea de tiro, o sea, acoplado o enganchado a la barra de tiro del tractor, dichas mangueras conectan el sistema hidráulico de control remoto, con un cilindro hidráulico que opera un eje sobre el cual van montadas las ruedas de transporte, las que, además de servirle para el transporte cuando están en posición baja, también actúan como ruedas de control de la profundidad de trabajo, cuando el eje gira y las llantas suben hasta cierta altura. El arado de tiro, presentado en la Figura 20, cuenta con patas para el estacionamiento, las cuales pueden ser ajustadas en su altura por medio de un pasador que se inserta en agujeros de la misma pata y en agujeros previstos en el bastidor del arado para ese fin.

Además puede apreciarse también en la Figura 20, que en ambos tipos de arados, los brazos se fijan al bastidor mediante tornillos con tuercas y arandelas y platinas metálicas. Finalmente, puede verse el sistema de seguridad de resorte, tanto en el arado integral como en el de tiro.

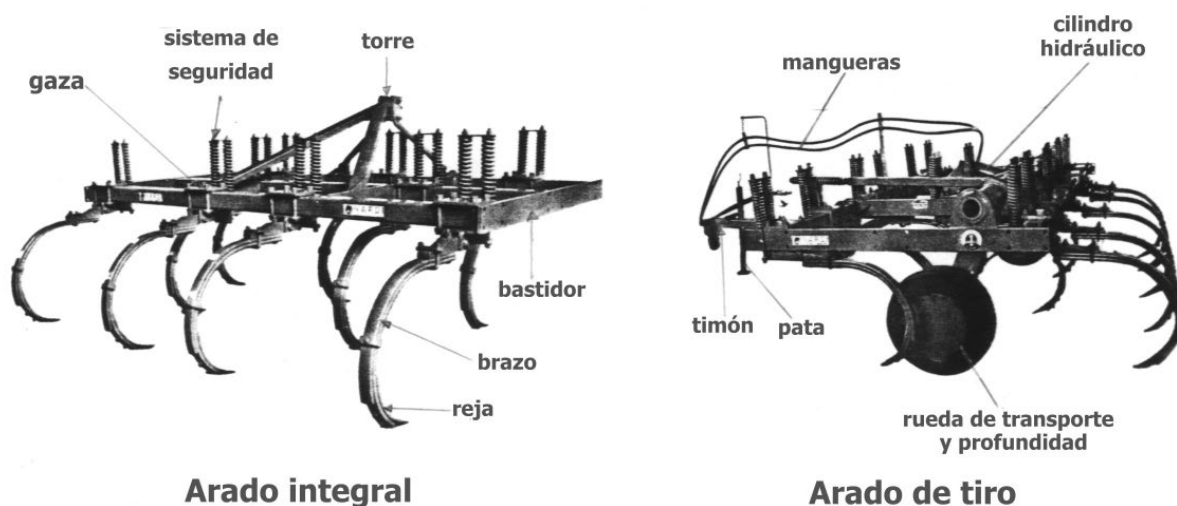


FIGURA 20. PARTES DEL ARADO DE CINCELES

## ARADOS DE VERTEDERAS

Es un arado bastante antiguo, ha sido usado desde la Edad Media. Trabaja mejor en suelos sin obstáculos, tales como troncos, raíces y malas hierbas en exceso (arbustos o gramíneas que lo sacan del surco), es muy susceptible a averías en terrenos con obstáculos.

Es el apero que mejor realiza la labor de aradura. Este arado corta, eleva y voltea totalmente el prisma de suelo. Su nombre es derivado de la vertedera, que es la pieza encargada de elevar, voltear y pulverizar en mayor o menor grado, la tierra que es cortada y levantada por la reja.

Al cortar y voltear el suelo totalmente y enterrar el material vegetativo, produce dos problemas al suelo que lo dejan susceptible a la erosión, el primero es que disturba el suelo y modifica su estructura y le quita la protección que le da el material vegetativo. Además de los inconvenientes anteriores, este arado produce el llamado pie de arado, que es una capa dura que puede tornarse impermeable, la cual disminuye la capacidad de absorción de agua del suelo, causando una escorrentía más fuerte, que puede llegar al lavado del suelo o erosión. Sin embargo este tipo de arado es muy adecuado para la realización de acequias de ladera, pero no debe usarse para labrar suelos susceptibles a la erosión.

### LOS OBJETIVOS DEL PASO DE ESTE ARADO SON:

- Aumentar el volumen del suelo al aumentar la cantidad de poros y por ende la cantidad de aire en el suelo.
- Mejorar la capacidad de retención de agua en el suelo, lo que disminuye la escorrentía superficial, disminuyendo por lo tanto la erosión.
- Disminuir la maleza, las plagas y enfermedades al invertir las capas inferiores.
- Incorporar residuos de cosechas, maleza, fertilizantes y otros.



## CONSTRUCCIÓN DEL ARADO DE VERTEDERAS

Este arado está compuesto por un bastidor o chasis que puede ser de varios tipos y formas. Sobre este bastidor van montados los demás dispositivos tales como: cabeza o torre, cama o brazo, porta cuchillas y cuchillas, porta raederas y raederas y algunos cuentan con rueda de surco y de profundidad, así como con una pata para el estacionamiento (Figura 21).

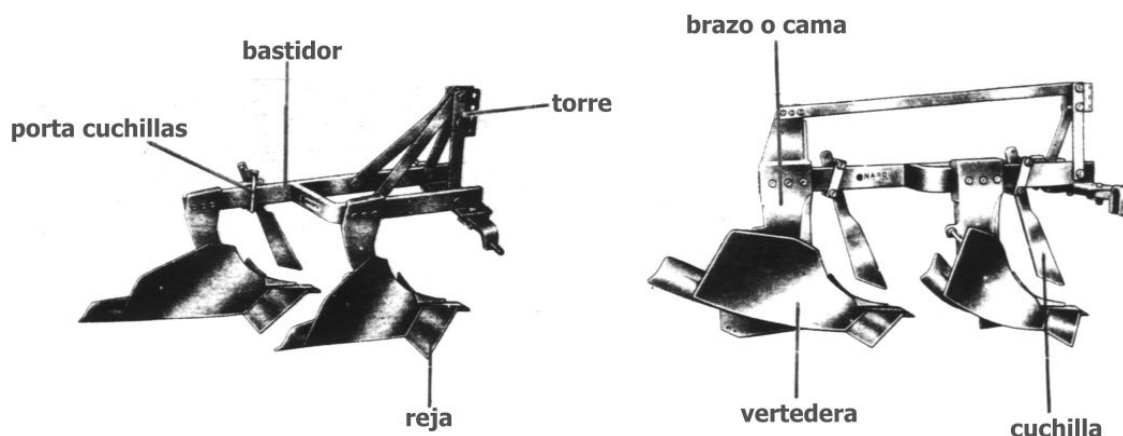


FIGURA 21. VISTA LATERAL DE ARADOS INTEGRALES DE DOS VERTEDERAS

Por último y como la parte principal de este arado está el cuerpo del arado (Figura 22), compuesto por el dental, el cual va sujeto al brazo, sobre el dental van montadas la vertedera, la reja y el resguardador. En el último cuerpo y pegado al final del resguardador se encuentra el talón.

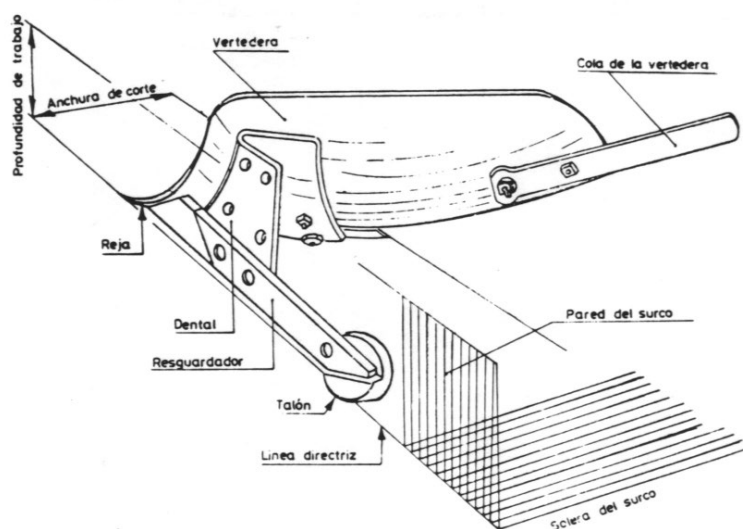


FIGURA 22. ELEMENTOS DEL CUERPO DE UN ARADO DE VERTEDERAS

## ARADO DE DISCOS

Es un implemento o apero muy común en Centroamérica para la realización de la labranza primaria. Lo anterior se debe a que los importadores de aperos agrícolas, creían que era lo mejor para las condiciones imperantes y por muchos años ignoraron la existencia de otros implementos como los arados de cinceles y los arados tipo excavadora.

Durante muchos años en otros países, el arado de vertederas fue el más fabricado y el más usado por la mayoría de los productores. No obstante que, tanto los fabricantes, como los productores, sabían que este tipo de arado, consumía mucha energía debido a que ocupa mucha fuerza de tiro para vencer la fuerza de fricción que ejerce el suelo sobre las vertederas.

Después de realizar muchas investigaciones y pruebas con muchos diseños, para disminuir la fuerza de tiro necesaria para operar el arado, los fabricantes se convencieron de que, la solución estaba en el arado de discos, ya que, se disminuía la fuerza de fricción a causa de la rotación del disco.

Pero a pesar de ser una buena solución, ésta se vio frustrada debido a que los discos no tienen ángulo de succión para facilitar su ingreso en el suelo, entonces los discos, para poder penetrar, necesitan mucho peso, peso que se logró al fabricar un bastidor sumamente pesado; aproximadamente el bastidor cuenta con un peso de 200 a 550 kilogramos por disco, según el tamaño del arado. Finalmente la disminución de la fuerza de fricción que se logró con la rotación de los discos, se aumento al tener que tirar de un arado mucho más pesado, quedando prácticamente igual en el aspecto de la fuerza de tiro, pero la invención no fue en vano, ya que el arado de discos, tiene otras ventajas sobre el arado de vertederas.

El trabajo realizado por un disco es semejante al que realiza una vertedera corta y cilíndrica, pero el resultado que se obtiene al final de la labor es un poco diferente, en los siguientes aspectos:

- El material no se voltea totalmente, el menor o mayor volteo, depende de la velocidad de trabajo, a velocidades bajas se obtiene menor volteo y al aumentar la velocidad, el volteo que se produce es mayor.
- El material orgánico no se incorpora o entierra totalmente, pero si se mezcla mejor con la tierra, quedando ésta menos propensa a la erosión en su superficie.
- Pulveriza en menor grado el suelo, por lo que se obtienen terrones de mayor tamaño y el terreno queda más irregular que cuando se prepara con un arado de vertederas, lo anterior causa que, se tengan que realizar un mayor número de operaciones después de arar el terreno, para obtener una superficie apta para la siembra, pero mientras se realizan las otras operaciones, el terreno queda menos propenso a la erosión.

Produce menor compactación que el arado de vertederas, no formándose una película de suelo liso en el fondo y pared del surco, eso debido a que la tierra es más bien arrancada que cortada y se produce un enrollamiento de la misma que junto al ángulo abierto de los discos, provoca una fuerte ruptura de la banda de tierra, cuando se trabaja a una velocidad suficientemente alta. La banda de tierra arrancada, toma la forma de una media luna, en cambio la vertedera, corta y voltea el suelo en forma rectangular.

## CONDICIONES DE USO

El arado de discos sustituye al arado de vertederas en ciertas condiciones de trabajo, en las cuales el arado de vertederas tiene dificultades para realizar una buena labor, por ejemplo en terrenos cubiertos de gramíneas (pastos); terrenos con residuos de cosechas y basura; terrenos con piedras, troncos y raíces de grosores medianos a grandes; en suelos arcillosos y pegajosos y en terrenos sueltos abrasivos.

En terrenos sueltos con gramíneas, rastrojo y otras basuras, los discos cortan el pasto, los residuos de cosecha y la basura (cuando el filo es adecuado), al cortar el material junto con la tierra, el arado no se atasca, siempre que el suelo no esté demasiado cohesivo para convertirse en una masa sólida, junto con el material vegetal.

Este arado tiene la desventaja (respecto al de vertederas), de no cubrir totalmente el material vegetal, sin embargo como se dijo, esta característica puede convertirse en una ventaja en suelos susceptibles a la erosión, ya que, al dejar un poco de material vegetal sobre la superficie del suelo del suelo labrado, se reduce la erosión y se facilita la penetración y el mantenimiento de la humedad en el suelo.

En terrenos con raíces, troncos y piedras, este arado tiene la ventaja que al encontrar raíces de poco grosor y dureza, puede cortarlas, ayudando a limpiar el terreno y cuando las raíces, troncos y piedras están muy anclados en el terreno, los discos ruedan sobre esos obstáculos, impidiendo que se rompa el disco o cualquier otra pieza, pero algunas veces los discos se quiebran porque se pegan y no pueden rodar sobre el obstáculo.

No obstante, hay que acotar, que si hay muchos obstáculos en el terreno, el arado no profundizará lo suficiente y el suelo quedará mal labrado, porque el arado se levanta con frecuencia, quedando una profundidad de trabajo muy irregular a lo largo del surco.

La ventaja en suelos pegajosos es la rotación de los discos, la cual no permite que el disco acumule el suelo cortado, ya que al avanzar el arado, el terreno que va arrancando, empuja al que ya se encuentra en el disco y hace rotar al disco, obligando al material a caer.

En suelos secos y duros, los discos pueden penetrar mejor que las rejas, gracias al filo y al gran peso existente sobre los discos. Esta característica no siempre se cumple, por lo que es conveniente, antes de adquirir un arado de este tipo para suelos en esas condiciones, realizar algunas pruebas para comprobar si el desempeño del arado es satisfactorio. Muchas veces el arado responde bien o mal, según el tipo de discos, el tamaño y la concavidad que estos tengan.

Con respecto a los suelos abrasivos, la ventaja radica en que, el suelo cortado viaja con el disco, no pasando a través del mismo, como si sucede en el arado de vertederas, debido a eso, la fricción entre el suelo y la superficie del disco es menor que la que se produce en una vertedera, disminuyéndose así el desgaste y prolongándose la vida útil de estos arados en los terrenos abrasivos.

Este arado (Figura 23), al igual que el de vertederas puede ser usado en la construcción de acequias de ladera y canales pequeños para la evacuación de aguas sobrantes, que pueden causar erosión si no se canalizan con la pendiente y las dimensiones adecuadas.

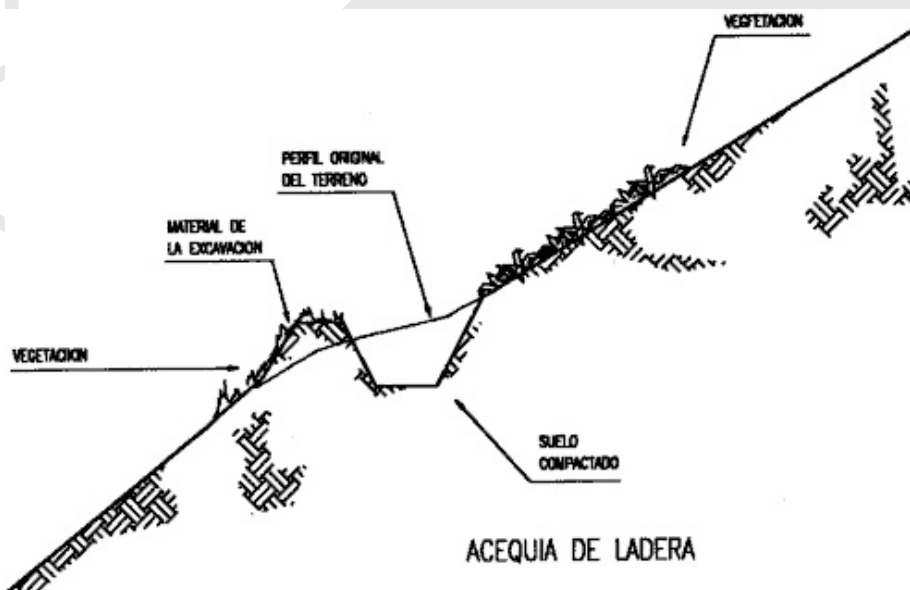


FIGURA 23. ACEQUIA DE LADERA CONSTRUIDA CON ARADO DE DISCOS

## CONSTRUCCIÓN DEL ARADO DE DISCOS

En la Figura 24, se muestran las partes de un arado de discos estándar tipo integral, cada número indica una de sus partes: el bastidor es el número 1; el 2, el soporte de la torre o tirante; 3, torre o cabeza; 4, perno de acople a uno de los brazos inferiores de levante del sistema hidráulico del tractor; 5, brazo o porta disco; 6, dispositivo de conexión entre el brazo y el disco, con su respectivo rodamiento; 7, disco; 8, rasqueta; 9, disco de corte vertical; 10, rueda guía; 11, resorte de ajuste de la presión de la rueda guía.

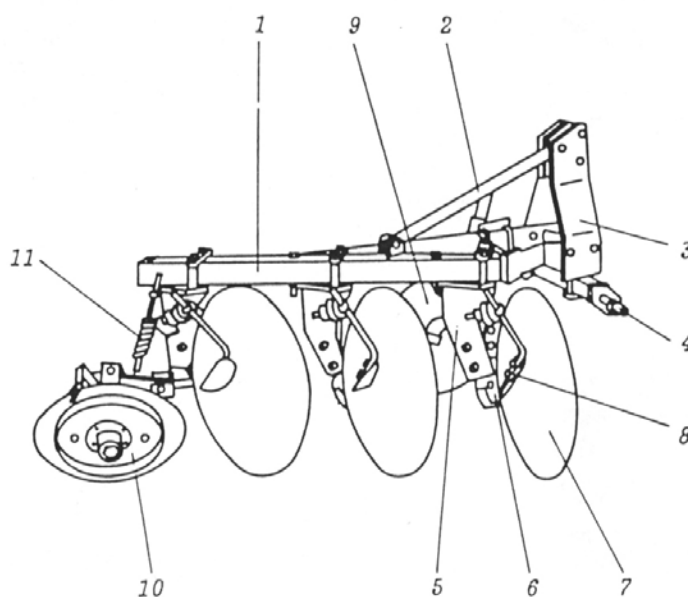


FIGURA 24. PARTES DEL ARADO DE DISCOS

Algunos arados de discos de este tipo, pueden contar también con una rueda o llanta para apoyo o para el control de profundidad o ambas cosas y pueden tener también una “pata” para el estacionamiento. Existen otros tipos de arados de discos, los cuales no se mencionarán, lo mismo que no se detallarán las partes del arado, ya que aquí lo que interesa es la función que este tipo de arado pueda realizar en cuanto a conservación de suelos se refiere. Solamente se quiere presentar el arado y sus partes para que quede claro (sobre todo a las personas que no conocen el apero), a que implemento estamos haciendo referencia.

## ARADO ESCAVADORA

Es un implemento de labranza primaria, poco conocido y también poco usado en Costa Rica, no es sino hasta hace muy pocos años, que se ha tratado de introducir en el país y es conocido con el nombre de palín, en España se conoce como “azada mecánica” (Figura 25).

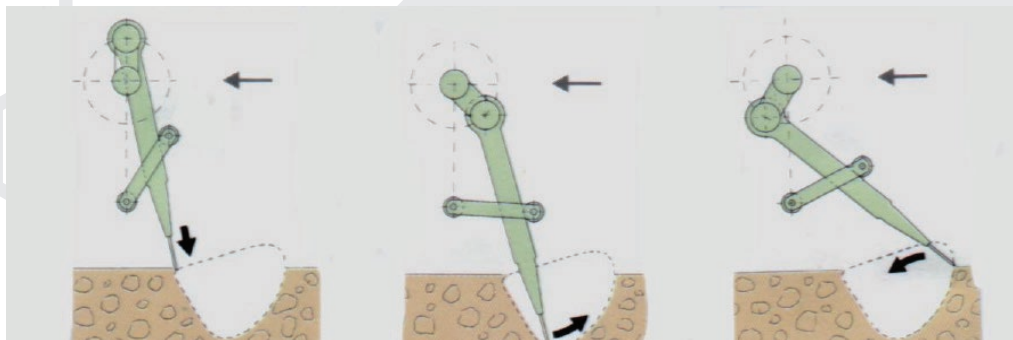


**FIGURA 25. ARADO ESCAVADORA**

Los elementos de trabajo de esta máquina son las azadas, las cuales también reciben nombres diferentes de acuerdo al país o región donde se usa, así puede conocerse con varios nombres, tales como: espadas, palas, escavadoras o cuchillas.

El accionamiento de las azadas lo realiza un eje cigüeñal, el cual está conectado a una caja de cambios, que normalmente, en las máquinas modernas, es de cuatro velocidades y es movida por el eje de la toma de fuerza del tractor a través del eje cardán. Algunos de estos modelos están diseñados para girar con el eje cardán a 540 rpm y otros a 1.000 rpm.

El movimiento de las azadas es oscilante y alternativo, semejante al que se realiza cuando se trabaja con una azada manual. El ciclo de operación de las azadas, se presenta en la Figura 26.



**FIGURA 26. MOVIMIENTO DE LAS AZADASA**

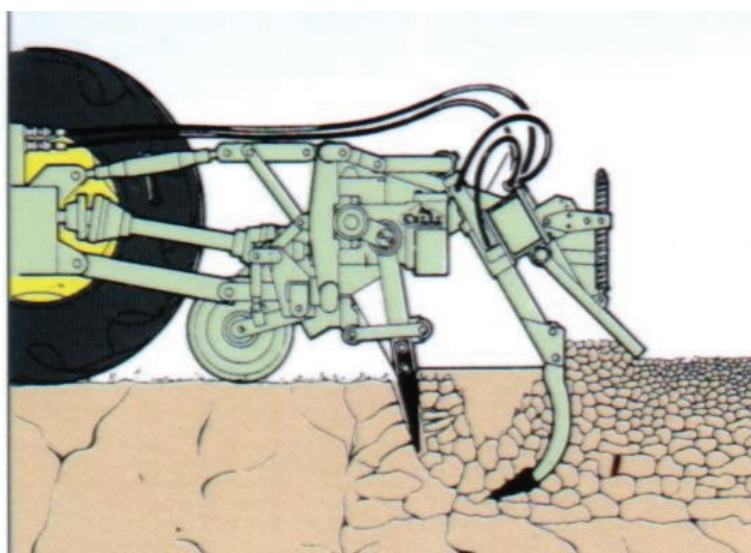
Como puede apreciarse en la Figura 26, el suelo es cortado verticalmente y vuelto hacia arriba, solo en parte, lo que garantiza, por un lado que los residuos de cosecha y otros materiales vegetales sean enterrados a una profundidad adecuada y por otra parte, el suelo fértil no queda muy profundo.

Este tipo de arado, puede ser usado en suelos bastante húmedos, ya que, por su movimiento es difícil que se atasque y opera bien en terrenos con pendientes pronunciadas, puede trabajar satisfactoriamente en suelos pedregosos, con raíces y donde el espacio de trabajo es reducido. Su paso deja el suelo menos compactado y menos propenso a la erosión y al empobrecimiento.

Otra ventaja presentada por este apero es que, con una sola pasada, la mayoría de las veces, deja el suelo listo para la siembra, reduciéndose el número de pases del tractor por el campo, eso es muy ventajoso, sobre todo en los suelos propensos a la erosión y la compactación.

La acción de la excavadora sobre el suelo, deja el terreno mejor nivelado que lo que se logra con un arado de vertederas o de discos y crea suficientes poros en el suelo para lograr una buena aireación, retención y circulación del agua en el suelo.

Algunos modelos pueden poseer subsoladores traseros, generalmente operados hidráulicamente, tal y como se muestra en la (Figura 27).



**FIGURA 27. ARADO EXCAVADORA CON SUBSOLADORES**

Esos subsoladores contribuyen a romper el suelo más profundamente, complementando el trabajo que la máquina realiza en la superficie del suelo.

Según el modelo, estos aperos pueden tener de 3 a 12 azadas; un ancho efectivo de trabajo entre 0.8 y 3.50 metros; una profundidad de trabajo de 25 hasta 60 centímetros y ser operados por tractores de potencias que oscilan entre 20 y 190 Hp.

## IMPLEMENTOS DE LABRANZA SECUNDARIA QUE AYUDAN A LA CONSERVACIÓN DE LOS SUELOS

Los implementos para labranza secundaria son muchos y de muy variados tipos, sin embargo los que más contribuyen a la conservación de los suelos, son los de púas, los de picos y los rodillos, ya que afinan el terreno sin remover el suelo y sin destruir su estructura, mezclándolo a la vez con residuos vegetales y algunos de ellos dejan sobre la superficie, dichos residuos, lo que protege al suelo labrado, tanto de la erosión hídrica, como de la eólica.

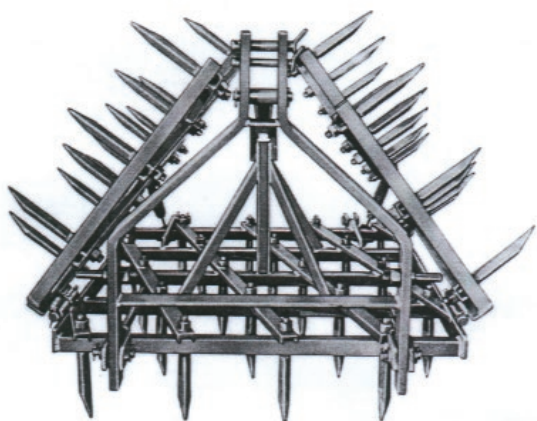
### ENTRE ESTOS IMPLEMENTOS TENEMOS

#### **RASTRAS DE PÚAS RÍGIDA.**

Este tipo de implemento, afina el terreno por medio del impacto de las púas al chocar con los terrones que quedan en el terreno, producto de la labor de aradura. Debido a que no cortan ni desplazan el suelo de un lugar a otro, como si lo hacen otros implementos como las rastras de discos, dejan el suelo menos propenso a la erosión (Figura 28).

El apero realiza el trabajo de preparación de la cama de siembra, por medio del movimiento que le proporciona el tractor. Al ser las púas muy delgadas, es difícil que la rastra se atasque, solamente se atasca cuando hay demasiado material vegetativo en el terreno.

Normalmente no deja partículas demasiado finas en el campo, lo cual es una ventaja ya que las partículas finas tienden a “impermeabilizar” un poco el suelo, pudiendo ocurrir escorrentía superficial al disminuir la capacidad de absorción de agua. Además puede trabajar en terrenos un poco húmedos, así las partículas de suelo, al no ser muy finas y estar húmedas son difíciles de levantar por el viento.

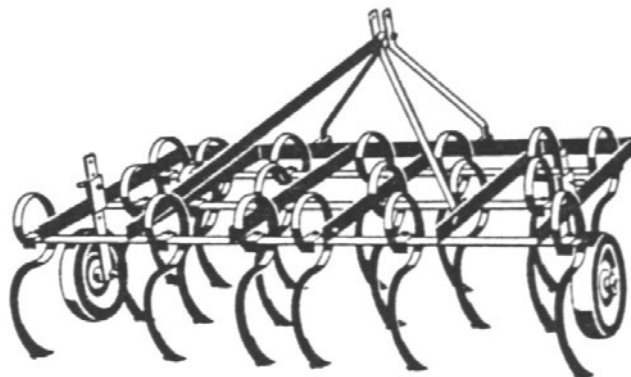


**FIGURA 28. RASTRA PLEGABLE DE PÚAS RÍGIDAS**

## **RASTRA VIBROCULTOR**

Son un poco parecidas a las rastras de púas, tla diferencia radica, en el tipo de púas o dientes, ya que esta máquina, los dientes son flexibles, curvos y vibran al ir avanzando por el terreno, por lo que desmenuzan los terrones, tanto por choque, como por vibración (Figura 29).

El trabajo que realiza, es sumamente parecido al que hacen las rastras de púas rígidas y dejan el suelo con las mismas ventajas contra la erosión.



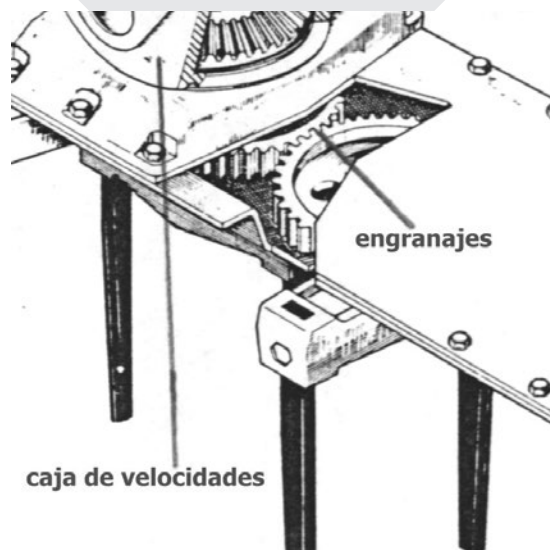
**FIGURA 29. RASTRA VIBROCULTOR**

## **RASTRA ROTATIVA.**

Son poco conocidas y usadas en el país, constan de una estructura con varios pares de dientes, los cuales tienen un movimiento giratorio, parecido al que realiza una batidora doble de cocina (batidora con doble molinete), los pares de dientes contiguos giran siempre al contrario, produciéndose un efecto de batido del terreno, pero sin removerlo de su lugar, el movimiento de los dientes también hace que el material vegetal quede sobre la superficie del terreno, protegiéndolo contra la erosión.

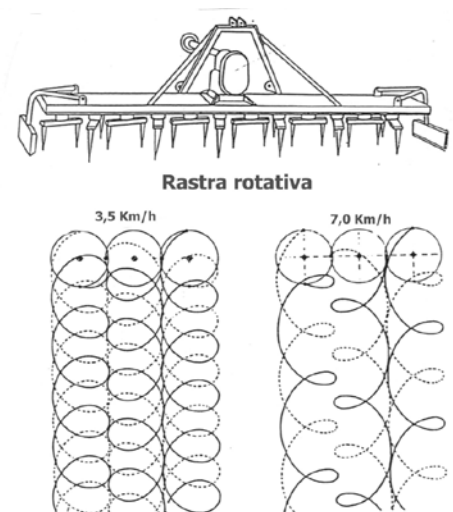


Cada par de dientes es movido por un eje vertical, el cual está conectado con un piñón o engranaje, que al mismo tiempo está en contacto con un engranaje vecino que es el que lo hace girar, transmitiéndose así, el movimiento de engranaje en engranaje hasta los extremos de la rastra, en el centro de la máquina hay una caja de velocidades por medio de la cual se transmite el movimiento a los dos primeros engranajes, los piñones de la caja reciben el mando del eje de toma de fuerza del tractor, a través del eje cardán (Figura 30).



**FIGURA 30. CAJA DE CAMBIOS Y ENGRANAJES DE UNA RASTRA ROTATIVA**

Otra ventaja del uso de esta rastra, es que, con una sola pasada se logra afinar el suelo, tanto como se logra con dos o tres pasadas de una rastra de púas, un vibrocultor o una rastra de discos, reduciéndose así, la compactación del terreno, debida al paso constante del tractor (Figura 31).

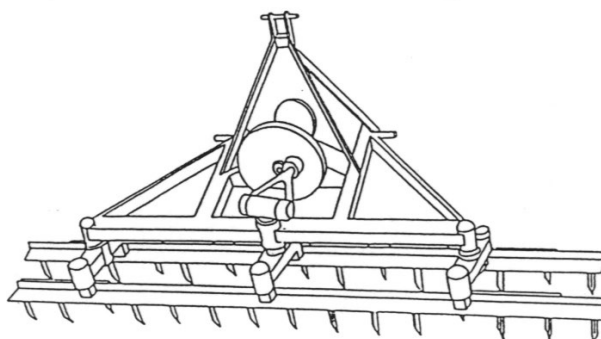


**FIGURA 31. RASTRA ROTATIVA Y TRABAJO QUE REALIZA**

## RASTRAS DE PÚAS MÓVILES

Este tipo de rastra, es accionada por la toma de fuerza del tractor, moviendo de dos a cuatro líneas de púas con un movimiento alternativo o de zigzag, tal y como se muestra en la Figura 32.

Estas rastras no voltean ni cortan el suelo, solo lo desmenuzan por impacto al avanzar hacia delante y por el zigzag de las púas, dejando el material vegetal, enterrado a una profundidad adecuada o en la superficie, ayudando a prevenir la erosión. Este tipo de rastras por su forma de trabajo, daña menos la estructura del suelo, son poco conocidas en el país y son muy susceptibles a averías, debido a su débil estructura, por lo que no es aconsejable usarlas en terrenos con obstáculos.



Rastra de púas oscilante

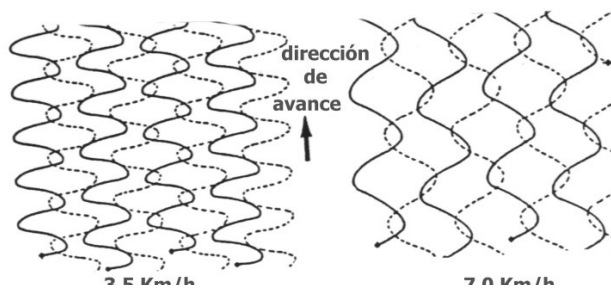


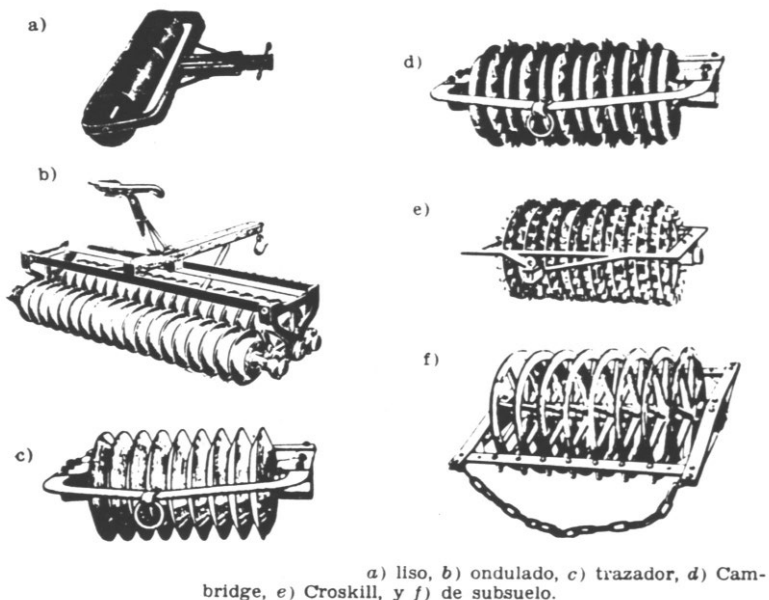
FIGURA 32. RASTRA DE PÚAS MÓVIL Y SU FORMA DE TRABAJO

## RODILLOS

Son implementos que constan de anillos (en la mayoría de los casos), o de tambores cilíndricos, cualquiera que sea el tipo (anillos o tambores), estos ruedan libres sobre un eje horizontal, en dirección transversal a la dirección de marcha del tractor.

La labor que realizan es la de deshacer terrones, nivelar un poco la superficie para la siembra y compactar la superficie del terreno, para regular la humedad del mismo y ayudar a un mejor contacto semilla - suelo para lograr una germinación más rápida y homogénea.

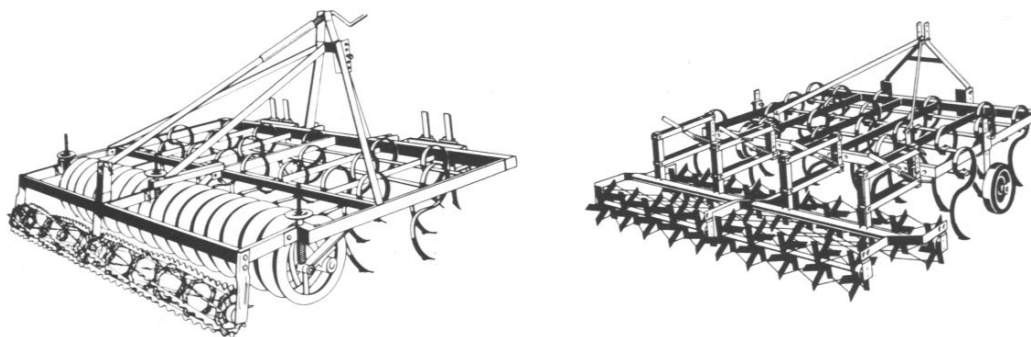
Estos aperos no remueven el terreno y algunos de ellos por el tipo de anillos, forman en el campo pequeñas ondulaciones que ayudan a la conservación de los suelos, existen varios tipos de rodillos, seis de ellos se presentan en la Figura 33.



**FIGURA 33. TIPOS DE RODILLOS**

## APEROS COMBINADOS

También se puede encontrar en el mercado, aperos combinados, los cuales bien empleados ayudan a la conservación del suelo, algunos de ellos se presentan en la Figura 34.



**FIGURA 34. APEROS COMBINADOS**

Como puede verse, la combinación se realiza entre implementos que por si solos, causan mucho menos daño y deterioro a los suelos.

## TERRAZADORAS DE TIRO

Como lo indica su nombre, estos implementos de discos, tienen como misión, la construcción de terrazas, las cuales van a servir para la protección del suelo contra la erosión. Es decir que, el objetivo que se persigue y el trabajo que se realiza, son los mismos que se logran con una moto niveladora, sólo que en menor escala, ya que el trabajo es más lento.

Como puede apreciarse en la Figura 35, el apero es tirado por un tractor de llantas, al que se acopla mediante la barra de tiro. Estos implementos pueden ser de diversos tamaños, pero muchas veces, en un mismo modelo se puede variar la cantidad de discos y su tamaño. Sin embargo, la mayoría de los modelos tienen un ancho de corte de 4 metros, lo que varía es la dimensión de los discos y la separación entre ellos.

Las terrazadoras no son muy usadas en nuestro país, pero pueden ser muy útiles para nivelar terrenos de poca extensión con la ayuda de tractores de llantas de potencias entre los 85 y los 160 cv.



**FIGURA 35. TERRAZADORA DE TIRO**

# BIBLIOGRAFÍA

---

- ARIAS, P. 1975. Tractores. 9 Edición. Edit. Poss at. S.A. Madrid.
- ARNAL, A. P. V; LAGUNA, B. A. 1993. Tractores y Motores Agrícolas. 2 Edición. Edit. Mundi - Prensa. Madrid. 427 pp.
- ASHBURNER JOHN, SIMS BRIANS. Elementos de diseño del tractor y herramientas de labranza. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica, 1984.
- BERLIJN, JOHAN. Desmonte y movimiento de tierras. Editorial SEP / TRILLAS. México. 1986.
- CAMACHO, H. G. y Otros. 1991. Maquinaria agrícola, ICA, Programa de maquinaria agrícola.
- CARRERA, Guillermo, 2003. Manual guía para la enseñanza de maquinaria agrícola. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, UNESCO, Bogotá Colombia.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Preparación de suelos en zonas mecanizables. Cali, Colombia 1982.
- CLAVIJO, N.P.E.1984. Maquinaria agrícola. Centro de enseñanza desescolarizada. Diversidad Santo Thomas. 318 pp.
- DEPARTAMENTO DE AGROQUIMICOS DE MONSANTO ARGENTINA. Produciendo para el futuro, labranza conservacionista. Argentina, 1988.
- DOCUMENTO IMPLEMENTOS NARDI. Macchine agricole. SELCI LAMA - PERUGIA - ITALY.
- HERRANDINA. 1993. Mecanización Agrícola, Tomo I y II. Proyecto Herrandina. enCooperación técnica del gobierno Suizo. Fredy's Publicaciones y Servicios. Lima. Perú. 728 pp.
- INTERNACIONAL CROPS RESEARH INSTITUTE FOR THE SEMI ARID TROPIES. 1989. The Agribar operators Manual. Patanchen. India. Pradesh. 57 pp.
- ORTIZ CAÑABATE, JAIME. 1984 Las máquinas agrícolas y su aplicación. Ediciones Mundi Prensa, Madrid, España.
- PÉREZ, A. J.J. 1998. Maquinaria y mecanización agrícola. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (Unad). Santafé de Bogotá. 525 pp.



Ingeniería en  
**Energías**  
Renovables