

TEMA 14^o

Laboreo del suelo

Objetivos del laboreo

- **Objetivo** = conseguir en el suelo una estructura adecuada para que las plantas se desarrollen en las mejores condiciones posibles.
- **Otros autores** = crear y mantener *una adecuada estructura* para que las plantas que se cultiven en él encuentren un medio óptimo para su desarrollo.

- estructura adecuada que depende de
 - porosidad de los agregados
 - estabilidad de los agregados

¿ como tiene que ser esa estructura ?

tiene que producir un soporte que ofrezca condiciones ideales para el desarrollo de la vida vegetal.

Objetivos del laboreo

¿ cuales son esas condiciones ideales ?

- óptimas para
 - germinación de las semillas
 - desarrollo de la actividad radicular.

- las acciones que sobre el suelo ejercen los agentes naturales (hielo y deshielo, variaciones de temperatura, cambios de humedad, etc.), no son suficientes para ofrecer a los diferentes cultivos que se suceden en la rotación, un soporte físico adecuado y el agricultor se ve obligado a actuar con diversos instrumentos de labranza para conseguir aquel objetivo que afecta a las propiedades físico, químico y biológica del suelo.

- Un suelo compacto es aquel que tiene poca porosidad y la compactación se produce por efecto del agua y por el paso de maquinaria y ganado de pastoreo.

Objetivos del laboreo

¿ cuales son esas condiciones ideales ?

- factores que inciden en la compactación
 - humedad
 - patinamiento de las ruedas de tractores
 - peso de la maquinaria
 - frecuencia de paso
- produciendo efectos más desfavorables en suelos arcillosas húmedos.
- la nascencia de las plantas y el desarrollo posterior del cultivo requieren una estructura distinta a lo largo del perfil del suelo.

Objetivos del laboreo

- En el lecho de siembra se necesita un suelo pulverizado que asegure un buen contacto con la semilla y que, además, tenga humedad y aireación suficiente para facilitar la germinación.
- Por debajo de ese lecho, el suelo deberá tener una compactación media, de tal forma que soporte bien el peso de las máquinas, pero que no impida el desarrollo de las raíces y la circulación del agua y el aire. Las labores deben ir encaminadas a conseguir ese perfil diferenciado.

Otros objetivos del laboreo:

- Eliminación de las malas hierbas. > efectividad cuando se voltea la tierra, ya que la vegetación queda enterrada y muere por falta de luz y de aire.
- Enterramiento de los residuos de cosecha, abonos, enmiendas y plaguicidas.
- Control del agua en el suelo: unas veces para acumular la mayor cantidad posible; otras, para reducir pérdidas y otras, en fin, para evacuar el agua sobrante.
- Control de la temperatura del suelo: muy relacionado con el contenido de humedad, ya que el suelo húmedo se calienta y se enfría con más lentitud que el suelo seco.
- Reducir los riesgos de erosión.

Clasificación de las labores

1) **Labores preparatorias.** Preparan el suelo para la siembra o la plantación.

Laboreo primario. Afecta a todo el perfil del suelo y tiene por finalidad reducir su compactación y favorecer la formación de agregados.

Otras finalidades del laboreo primario son:

- enterrar los restos de cosecha, las malas hierbas y los abonos y enmiendas aplicados en la superficie. Algunos aperos realizan un volteo más o menos acusado del suelo (arado de vertedera, arado de discos, rotocultor), mientras que otros (subsolador, descompactador, arado cincel) remueven el suelo sin producir volteo, lo que se conoce con el nombre de *labranza vertical*.
- Algunas de estas labores se realizan sólo de forma ocasional y en determinados suelos y cultivos (como es el caso del subsolado), mientras que otras se realizan normalmente todos los años y en la mayoría de suelos y cultivos.

Clasificación de las labores

Laboreo secundario. Conjunto de labores más o menos superficiales, cuya finalidad es preparar el lecho de siembra, con tierra fina y mullida que sirva de asiento a la semilla, a la vez que se eliminan las malas hierbas. Esto se logra con una o varias pasadas de cultivador o de grada, intensificando las labores cuando las condiciones climáticas no favorecen la rotura de los terrones. Se puede preparar el lecho de siembra con una sola pasada, utilizando para ello un apero combinado que, a veces, se asocia a la operación de sembrar.

¿ como se pueden dar las labores preparatorias ?

- *De máxima intensidad.* Es la labranza tradicional, que utiliza los aperos clásicos.
- *De media intensidad.* Es la labranza reducida, en donde se utilizan los aperos clásicos solos o en combinación con otros más diferenciados.
- *De mínima intensidad.* Es la labranza cero, en donde la preparación mecánica del suelo se reduce a la acción de la sembradora.

Clasificación de las labores

Labores de cultivo. Labores que se dan después de la siembra o plantación

- finalidad de las labores
 - romper la costra superficial (impide la nascencia)
 - disminuir la densidad de siembra
 - recalzar la planta (arrimar tierra)
 - extirpar las malas hierbas
 - facilitar la recolección

Clases de labores

Labores preparatorias

- Principales*
 - subsolado
 - subsolado-drenaje
 - desfonde

Labores de cultivo

- Complementarias*
 - alzar
 - gradear
 - escarificar
 - extirpar
 - nivelar
 - rular
- gradear, cultivar
- escardar, rular
- tablear, aporcar, descalzar

Clases de labores según el apero utilizado

Con instrumentos cortantes

Manuales

- Azada
- ↗ Azadón
- Rastrillo
- Escardillo
- Tridente

Mecánicas

- Subsolador
- Grada de discos
- Extirpador
- Escarificador

Con instrumentos volteadores

Manuales

pala

laya

Mecánicas → arado de vertedera

Clases de labores según el apero utilizado

Con instrumentos cortan/voltead.

- Fresadoras*
- Arado discos*
- rotoazada
- rotoarado

- Rodillo*
- compactador
- marcador (cultipacker)
- sembrador (cultip-seeder)
- desterronador (croskill)

Con instrumentos especiales

- Aporcadores*
- Descalzadores*
- Excavadora de raíces y tubérculos*

Acción de las labores sobre las propiedades físicas del suelo

a) *Humedad*

- influye en
 - el *saneamiento* en climas húmedos y suelos encharcados
 - conservación de la humedad*, en los climas secos o estaciones áridas.
- labores profundas con
 - subsolador
 - arado o topo

↓ descenso del agua en profundidad y ↓ drenaje interno
- labores superficiales eliminan la costra ==> rompe los capilares ==> destruye las malas hierbas ==> minimizan las pérdidas de H₂O por evaporación.

Acción de las labores sobre las propiedades físicas del suelo

B) *Aireación*

- el mullimiento
 - facilita la aireación de los horizontes del suelo
 - favorece la difusión gaseosa entre la atmósfera del suelo y la atmósfera exterior.
- eliminación de los excesos de agua =====> aireación de los horizontes del suelo.

C) *Temperatura*

- en suelo mullido
 - ↓ coeficiente de conductividad térmica
 - es < el calentamiento diurno y el enfriamiento nocturno
- ↓ las oscilaciones térmicas del suelo
 - diarias
 - estacionales

Acción de las labores sobre las propiedades físicas del suelo

D) *Estructura*

labores realizadas en buenas condiciones =====> buena estructura granular =====> > *Rtos.*

Ejemplo:

Suelos bien drenados y con buena estructura granular ==> Δ Rtos del 15-30%

Suelos apelmazados y mal labrados =====> no sucede

Acción de las labores sobre las propiedades químicas del suelo

a) *Movilización de los elementos nutritivos*

El laboreo permite que vuelvan a las capas superficiales del suelo muchos compuestos fertilizantes que hubieran sido aplicados en profundidad o que pudieran haber sido arrastrados a horizontes profundos.

la disgregación de los terrones del suelo favorece la movilización de buena parte de sus compuestos minerales.

b) *Solubilización de compuestos minerales*

- se ve favorecida por el laboreo, ya sea por la más fácil circulación del agua en el suelo o por el mayor desprendimiento de CO_2 que se produce en la rizosfera de los suelos bien labrados.

c) *Oxidación de elementos minerales y orgánicos*

- el aumento de la porosidad y de la aireación favorece la oxidación de los elementos minerales y orgánicos que, de esta manera, pueden ver favorecida su asimilabilidad por las plantas (NO_3 , SO_4) o reducida su toxicidad (Mn, B, Zn).

Acción de las labores sobre las propiedades biológicas del suelo

A) *Sobre los microorganismos del suelo*

La acción de las labores sobre las propiedades físicas y químicas del suelo favorece la vida microbiana =====> > n° microorganismos/gr.tierra.

incrementa su actividad en los procesos de humificación, mineralización de la materia orgánica, nitrificación, fijación biológica del nitrógeno atmosférico, evolución del azufre y fósforo orgánicos, y cantidad de CO₂, desprendido.

B) *Sobre el desarrollo y actividad radicular*

La fisuración y la aireación del terreno favorece el desarrollo de las raíces y su actividad.

Hay un incremento de la masa radicular y de su actividad en los suelos saneados y mullidos mediante un laboreo adecuado frente a los sucios apelmazados, encharcados, etc., sin labrar.

Clases de labores

- Labor en cresta o de aristas vivas. Los prismas de tierra levantados por el apero son rectangulares con bordes rectos y vértices marcados.
- Labor angulosa. Las bandas de tierra levantadas por el apero son aparentemente prismáticas, pero el lado mayor de los rectángulos es más o menos curvado y los vértices presentan aún ángulos vivos, casi rectos.
- *Por su aspecto* → Labor redondeada o alomada. Al ser levantado el prisma de tierra, ya sea por trabajar el suelo con poca humedad, por excesiva velocidad o por emplear rejas cortas, se fragmenta y cae en forma de terrones de dimensiones medias formando lomos redondeados.
 - Labor llana. Cuando las condiciones enumeradas a propósito de la labor alomada (humedad del suelo, velocidad de trabajo o apero empleado) son más enérgicas, se origina tierra fina, que cae formando una superficie sensiblemente plana.

Clases de labores

- Labores profundas. Son las que se realizan con una profundidad superior a 30 cm. Estas labores están recomendadas cuando se trata de fragmentar capas endurecidas del suelo que impidan la circulación del agua en profundidad.

- *Según su profundidad* → Labores medias. Se hacen con profundidad entre 15-30 cm.

- Labores superficiales. Se hace con profundidad < 15 cm.

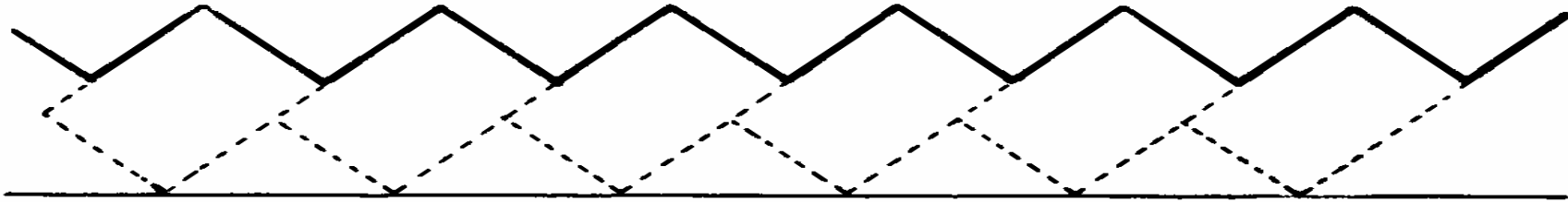
- Labor vertical o picada. Los prismas de tierra reposan sobre su lado menor y existe una pequeña separación entre dos primas contiguos.

- *Según posición labor* → Labor adosada. Los prismas de tierra se apoyan entre sí sin dejar ningún espacio libre entre dos-prismas contiguos. Si la inclinación de éstos forma un ángulo con la horizontal (fondo de la labor) > a 45°, se dice que la labor es *enderezada*. Si este ángulo es < a 45°, la labor es *acostada*.

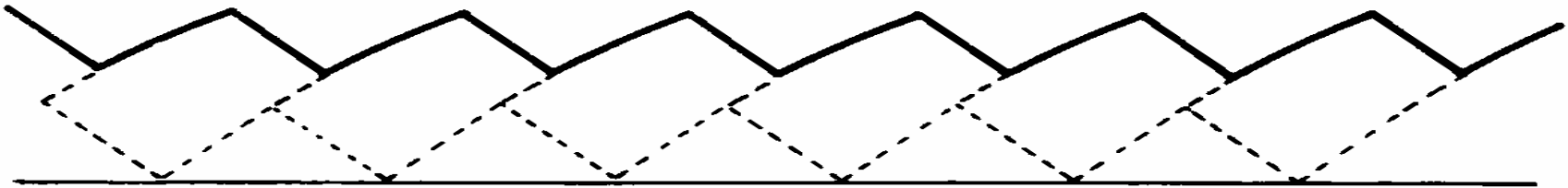
y

- Labor volteada. El prisma de tierra sufre un vuelco completo la primitiva cara superficial se encuentra ahora en el fondo del surco.

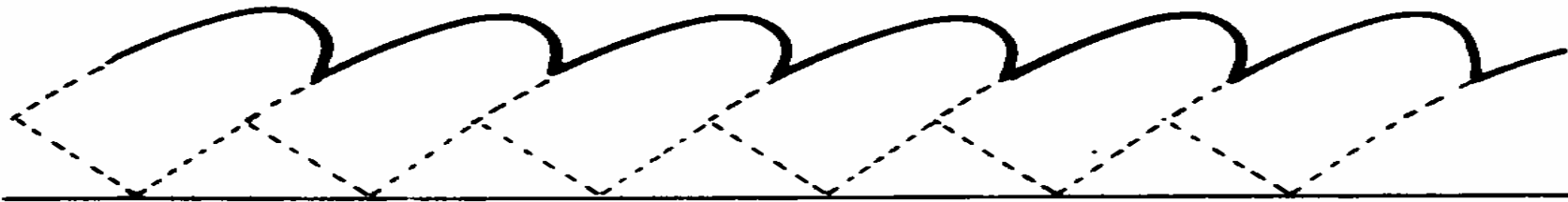
Labor en crestas o de aristas vivas



Labor angulosa



Labor redondeada o alomada



Labor llana

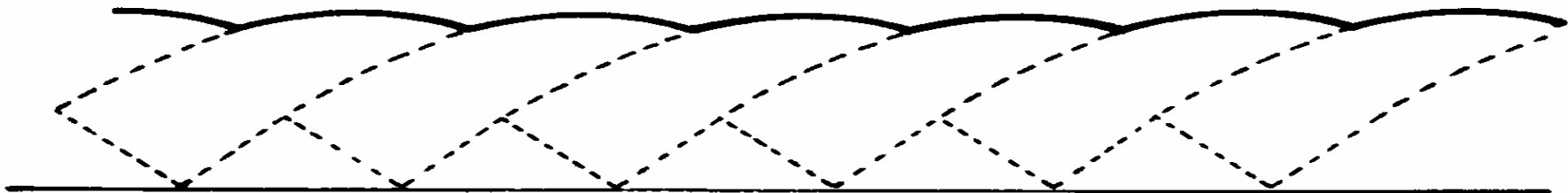


Figura 9.1 Clases de labores según su aspecto

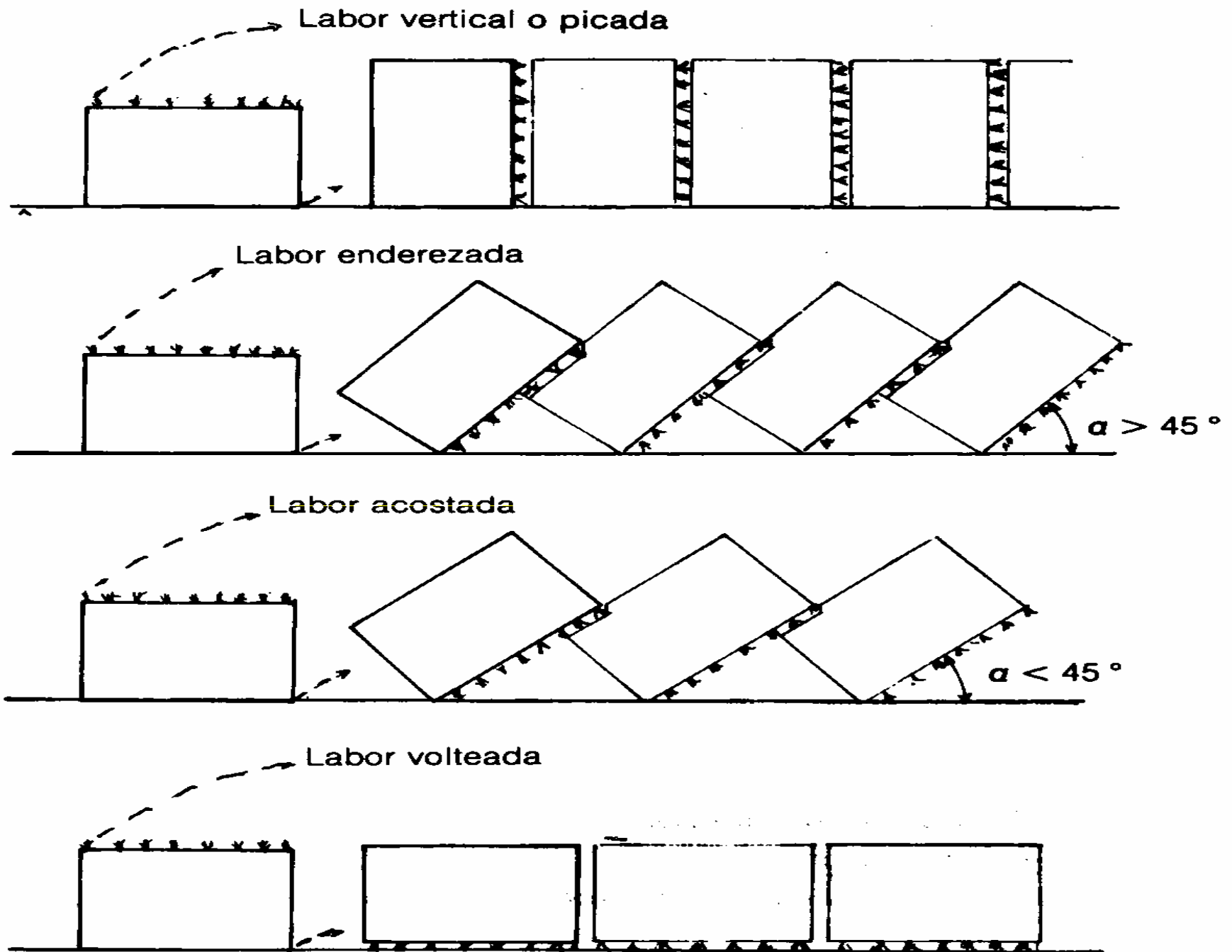


Figura 9.3 Clases de labores según la posición de la labor

Estado óptimo del suelo para el laboreo: tempero

- Cuando el suelo se labra con poca humedad, se obtiene una estructura cavernosa o terronosa que suele resultar desfavorable ==> requiere otras complementarias que rompan los terrones y rellenen los espacios vacíos para ==> más tarde hacer la siembra o plantación.
- Otras veces las labores hechas en suelos con excesiva humedad suelen resultar desfavorables ==> las partículas disgregadas con la labor tienden a amasarse y cimentarse cuando el suelo va secándose ==> requiere labores complementarias que fragmenten y desmenucen los prismas de tierra.
- Se impone caracterizar el estado adecuado de humedad del suelo para poder obtener, mediante el laboreo, la estructura granular más recomendable ==> **tempero**
- El estado de tempero puede caracterizarse a partir de determinadas propiedades físicas del suelo: *cohesión, plasticidad y adherencia*.

Estado óptimo del suelo para el laboreo: tempero

En estado seco

- las partículas del suelo se mantienen unidas formando agregados mediante fuerzas de cohesión. Estas fuerzas son débiles en los suelos arenosos y van aumentando a medida que crece el contenido en elementos coloidales del suelo.
- el *estado coherente* es bastante frágil, pues el suelo no admite deformaciones y al aplicarle un esfuerzo se disgrega.

Si ↑ % de humedad del suelo

- , llega un momento en que éste puede soportar la acción de determinados esfuerzos sin romperse =====> decimos que el suelo ha adquirido una cierta *plasticidad* y que se encuentra en *estado plástico*.

Si ↑↑ % humedad

- sometiendo la muestra de tierra a la acción de algún esfuerzo, se consigue formar una dispersión de tierra en agua =====> suelo *en estado líquido*.

¿ como se caracterizan los diferentes estados del suelo (coherente, plástico y líquido)?

Límite inferior de plasticidad (LIP)

Es la humedad mínima por debajo de la cual el suelo no puede deformarse sin ruptura (se determina amasando la tierra con agua y formando bastoncitos de 3 mm de diámetro y donde la humedad mínima que permite mantener estos bastoncitos sin que se disgreguen corresponde al LIP). Se expresa en % de peso de suelo seco.

Límite superior de plasticidad (LSP)

Corresponde a la humedad mínima que posee una muestra de tierra en la que un surco hecho con un cuchillo tiende a cerrarse espontáneamente. Se expresa en % de peso de suelo seco.

Plasticidad del suelo (P)

Corresponde a la humedad del suelo comprendida entre ambos límites de plasticidad.

$$P = LSP - LIP$$

Si la humedad del suelo es $>$ que LIP y $<$ que LSP \implies suelo en *estado plástico*

Si la humedad del suelo es $<$ LIP \implies *estado coherente*

Si la humedad es $>$ LSP \implies *estado líquido*

¿ como se caracterizan los diferentes estados del suelo (coherente, plástico y líquido)?

Punto de adherencia (PA)

Se encuentra dentro del estado plástico y corresponde a la humedad mínima con la que una muestra de tierra, amasada con agua, empieza a adherirse a una superficie lisa. Se expresa en % de suelo seco.

Aplicación de estos conceptos al laboreo

El laboreo en *estado coherente* supone:

- \uparrow resistencia al avance del apero que realiza la labor \implies la energía requerida para realizar el trabajo suele ser \uparrow .
- Si el laboreo se hace con instrumentos simplemente cortantes \implies suelo no se disgrega.
- Los terrones formados originan una estructura cavernosa impropia para las siembras o plantaciones.
- Si la labor se hace con instrumentos volteadores o si con las labores posteriores se disgregan los terrones \implies los elementos obtenidos no tienen tendencia a reunirse entre sí aunque se los comprima.
- El estado coherente \implies no hay adherencia de la tierra a los aperos del laboreo.

Aplicación de estos conceptos al laboreo

El laboreo en *estado plástico* con $H < \text{al PA}$ supone:

- < resistencia al avance de los aperos y ↓ consumo de energía.
- El suelo se disgrega con facilidad =====> formar una estructura granular, adecuada para las siembras.
- Los elementos disgregados tienden a reunirse formando agregados de tamaño y separaciones adecuadas.
- La adherencia a los aperos no es, aún, importante.

El laboreo en *estado plástico* con **humedad próxima al PA** supone:

- Grandes fuerzas de adherencia que motivan que el prisma de tierra se pegue al disco o a la vertedera.
- La fuerte adherencia dificulta el avance de los aperos y exige alto consumo de energía.
- El prisma de tierra queda moldeado, reflejando la forma de la vertedera o del disco

Aplicación de estos conceptos al laboreo

- Las partículas de tierra están muy unidas entre sí y se cementan al desecarse el suelo.
- El peso del tractor y del apero comprimen excesivamente el suelo, formando las temidas suelas de labor.

El laboreo en *estado líquido* supone:

- Dispersión de las partículas del suelo en agua. No se obtendrá ninguna estructura, pues las partículas sólidas en suspensión irán sedimentándose, haciéndolo primero las de mayor peso y, después, la más ligeras.
- Dificultad para el avance de los tractores, que se ven sometidos a un resbalamiento excesivo. Con frecuencia, será necesario dotarles de implementos especiales para mejorar la adherencia de las ruedas al suelo y facilitar su rodadura.

¿resumen?

- Laboreo para obtener tierra fina y, en casos extremos, labor pulverulenta =====> **estado coherente.**
- Laboreo para obtener agregados de pequeño tamaño con adecuada separación entre ellos (estructura granular) =====> **estado plástico con % H < al PA.**
- Labor moldeada para formar prismas de tierra compactos que puedan sufrir la meteorización invernal (lluvias y heladas), sin grandes riesgos de erosión =====> **estado plástico con % H ≅ al PA.**
↙ **cercana**
- Labor de enfangamiento mezclando las partículas del suelo con agua =====> **estado líquido.**

Labores mas importantes

Subsolado

- Labor profunda que se realiza para fragmentar, en sentido vertical, los horizontes del suelo. En condiciones adecuadas, la reja del subsolador abre una galería y hace estallar la tierra situada por encima de ella.
- El objetivo es facilitar el descenso en profundidad del agua, eliminando los encharcamientos, superficial e hipodérmico. Favorece, asimismo, el desarrollo de las raíces pivotantes, ampliando el volumen de suelo explotado por los sistemas radiculares.
- La operación debe realizarse con suelo ligeramente húmedo, en el inicio del estado plástico.
- En aquellos casos en que existan horizontes cementados (suela de labor) o esquistosos que impidan claramente el descenso del agua superficial o el desarrollo radicular, y para cultivos de enraizamiento pivotante (alfalfa) o profundo (frutales), el subsolado resulta generalmente favorable.
- Esta operación se encuadra dentro del grupo de las labores preparatorias para las siembras o plantaciones y debe realizarse en suelos en estado coherente para producir la fragmentación de sus horizontes, sin que éstos vuelvan a cerrarse una vez realizada la labor.

Labores mas importantes

Subsolado-drenaje

- En los casos en que es necesario eliminar agua libre del suelo, se combina la operación de subsolado con drenaje y para ello se realizan galerías en el subsuelo, que tendrán la misión de actuar como tuberías de desagüe.
- Para realizar la labor se usa el arado-topo, que es una reja subsoladora con forma de obús o que arrastra una bola o una pieza obús, que debe moldear las galerías destinadas a la eliminación del agua.
- La labor debe realizarse en estado plástico para que pueda obtenerse el moldeado de las galerías de desagüe y para ello es necesario, además, que el suelo presente un contenido en arcilla suficiente ($> 20\%$) y estabilidad estructural adecuada para que las galerías se mantengan durante algún tiempo sin desmoronarse.
- El laboreo debe hacerse según líneas de pendiente para facilitar la evacuación del agua. Es normal dar a las galerías una pendiente variable entre el 0,3 y 3%, con espaciamientos entre ellas de 2 a 4 m. Todas las galerías deben confluir en zanjas de drenaje que actúen como emisarios e impidan la formación de bolsas de agua en el subsuelo.

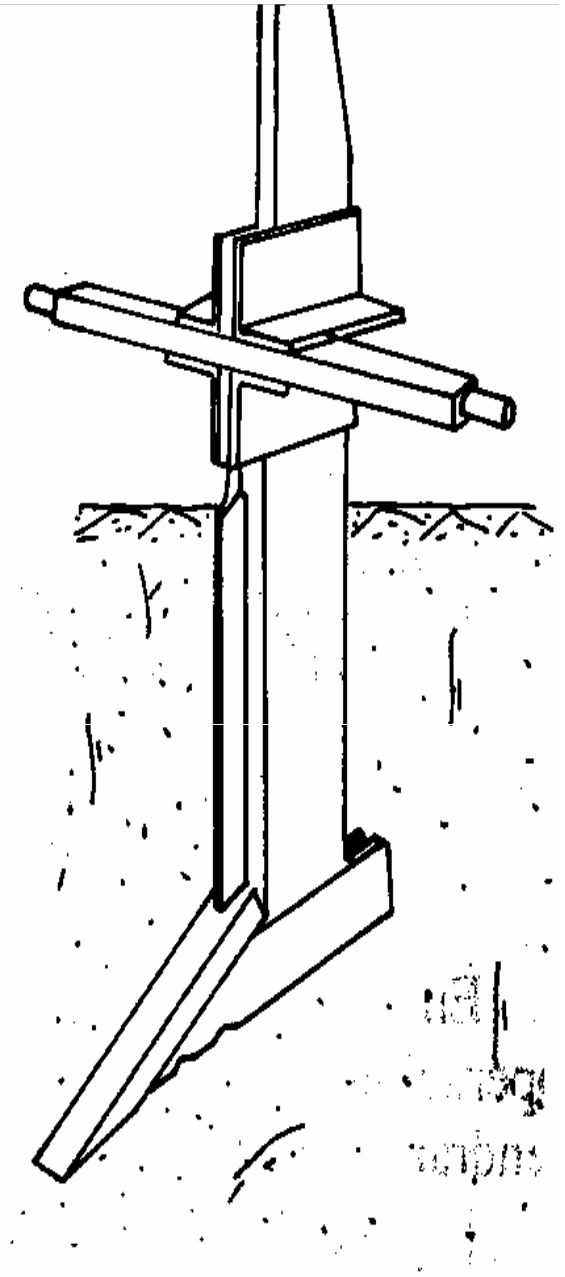
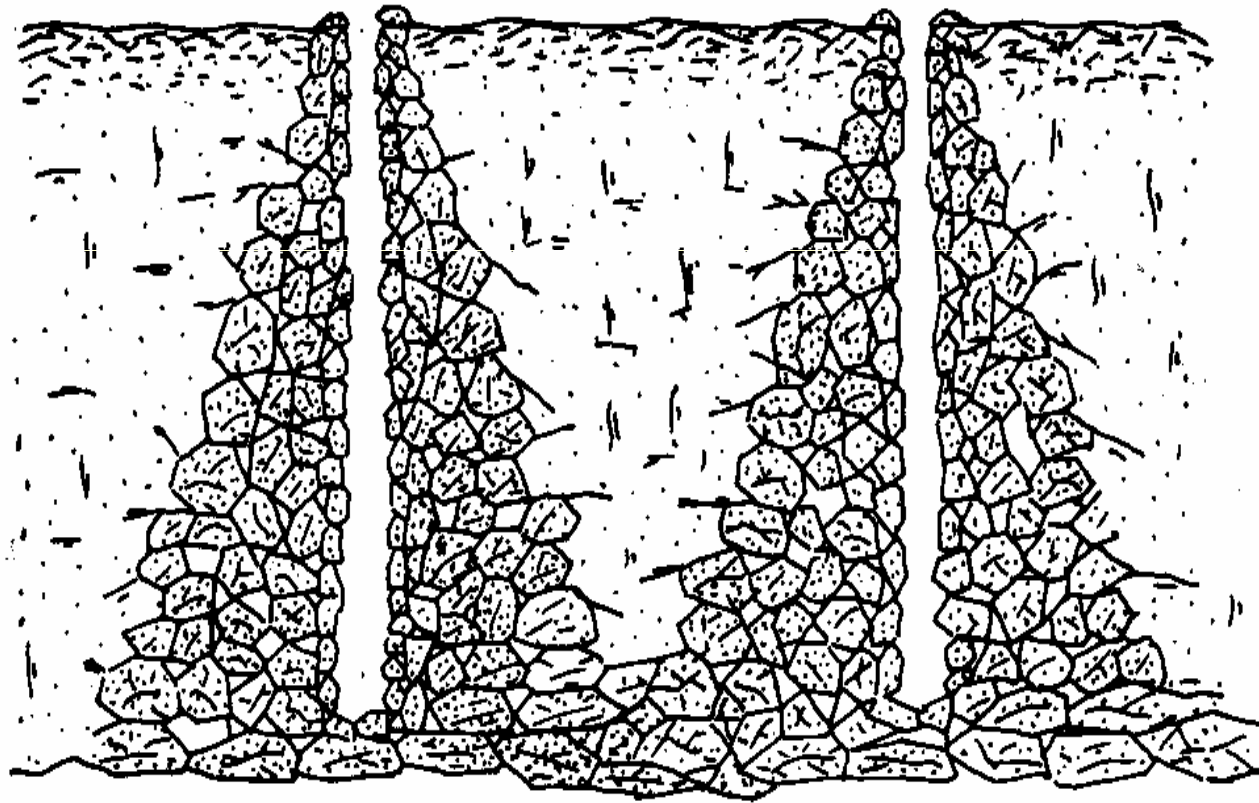


Figura 9.6 Labor de subsolador y detalle de reja subsoladora

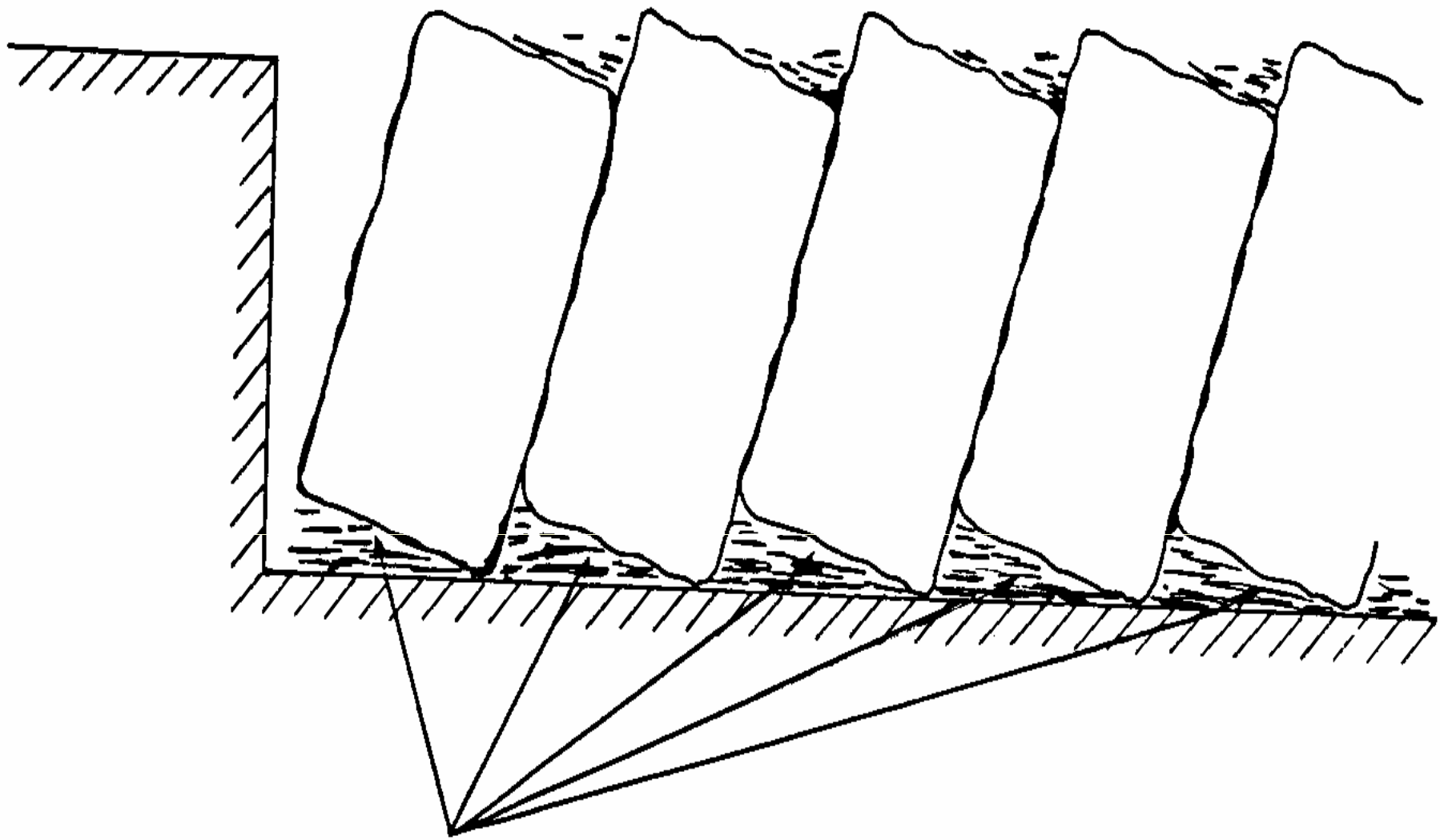
Labores mas importantes

Desfonde

- Labor profunda, del grupo de las labores preparatorias, que realiza al mismo tiempo la fragmentación y el volteo de los horizontes del suelo.
- Los objetivos perseguidos por el desfonde son parecidos a los del subsolado, aunque, en este caso, la circulación y posible evacuación del agua libre del suelo, son más restringidas.
- Al tratarse de una labor profunda, los prismas de tierra, una vez volteados, deben quedar en forma de labor enderezada que permitirá la circulación del agua por los espacios libres entre los prismas de tierra (**Fig. 9.7**).
- La labor se efectúa con arados de desfonde, que no son más que vertederas de gran tamaño, de forma que la anchura de la labor resultante suele ser inferior a vez y media su profundidad.
- Debe trabajarse el suelo en estado plástico, cuidando mucho los posibles riesgos de erosión. En los casos en que ésta pueda ser peligrosa, se realizará la labor de desfonde según curvas de nivel, procurando formar labor moldeada si ésta ha de dejarse a la meteorización invernal.

Labores mas importantes

- Debe trabajarse el suelo en estado plástico, cuidando mucho los posibles riesgos de erosión. En los casos en que ésta pueda ser peligrosa, se realizará la labor de desfonde según curvas de nivel, procurando formar labor moldeada si ésta ha de dejarse a la meteorización invernal.
- Los principales inconvenientes de esta labor residen en el alto consumo de energía (coste elevado) y en el riesgo de mezclar con las capas superficiales del suelo, horizontes profundos de escasa fertilidad.
- En ocasiones, es necesario romper mediante el desfonde algunas capas rocosas, muy compactadas o arcillas muy plásticas que los arados de desfonde son incapaces de atacar o de trabajar. El *desfonde con explosivos* permite fragmentar estos horizontes en forma enérgica, rápida y económica. Este desfonde deberá complementarse con operaciones superficiales de despedregado, desmenuzamiento, nivelación, etc., que permitan dejar preparado el suelo agrícola.



Salida del agua

Figura 9.7 Labor profunda enderezada que permite la eliminación del agua en exceso

Labores mas importantes

Alzar

- Labor realizada con arado de vertedera o de discos con el objetivo de levantar los residuos del cultivo anterior removiendo, al mismo tiempo, una capa de suelo de profundidad determinada (< 30 cm.).
- Es una labor preparatoria que admite muchas variantes en función de las clases de suelos a labrar, cultivos, épocas de realizar la labor, etc.

Los objetivos que suelen buscarse con la labor de alzar son:

- Mejorar la estructura del suelo deteriorada mediante el cultivo anterior.
 - Enterrar los residuos del cultivo precedente.
 - Facilitar la penetración del agua en el suelo.
 - Destruir malas hierbas y enterrar los fertilizantes de fondo o de presiembra
- La labor de alzar, hecha en otoño con 20-30 cm de profundidad, se realizará en dos formas muy distintas, según se prevean las actuaciones posteriores.

Labores mas importantes

- Si se piensa dejar la tierra a la meteorización invernal, deberá hacerse una labor en crestas para facilitar la acción de los agentes naturales y facilitar la circulación del agua.
- Si se piensa sembrar el mismo otoño, se alzará la tierra haciendo labor llana que facilite el paso de las máquinas sembradoras.
- Si la labor de alzar se hace en primavera, ya sea porque se ha retrasado el levantamiento de los rastrojos o porque se trata de levantar un cultivo de invierno-primavera para la siembra de un cultivo de verano, se hace labor llana con suelo en tempero para obtener la cama de siembra adecuada.
- Si en el terreno hay muchas malas hierbas o en el caso de roturar praderas, resulta útil dotar al arado, ya sea de vertederas o de discos, de una *raedera o reja delantera* que corta una banda superficial del suelo y la voltea al fondo del surco (**Fig. 9.8**).

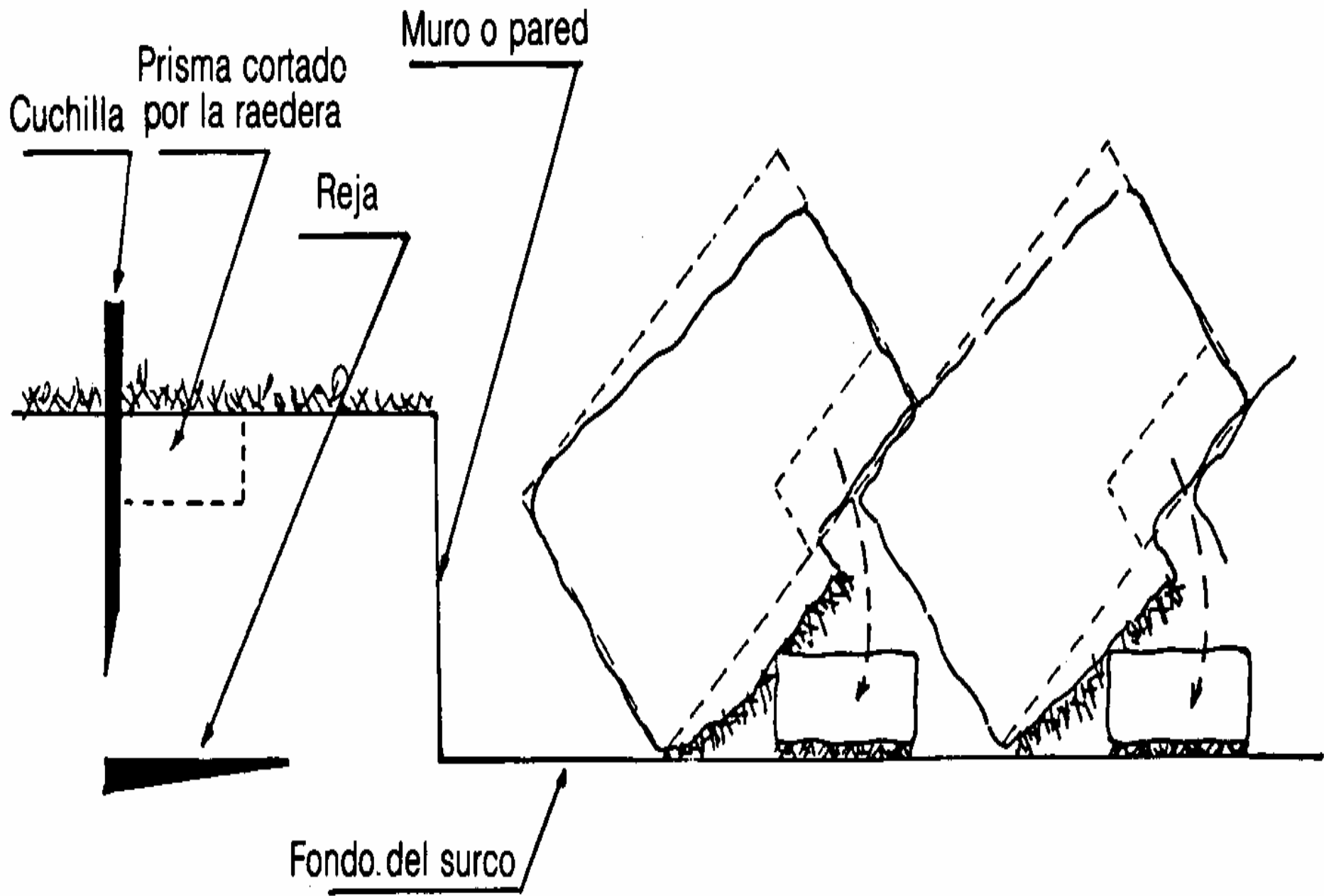
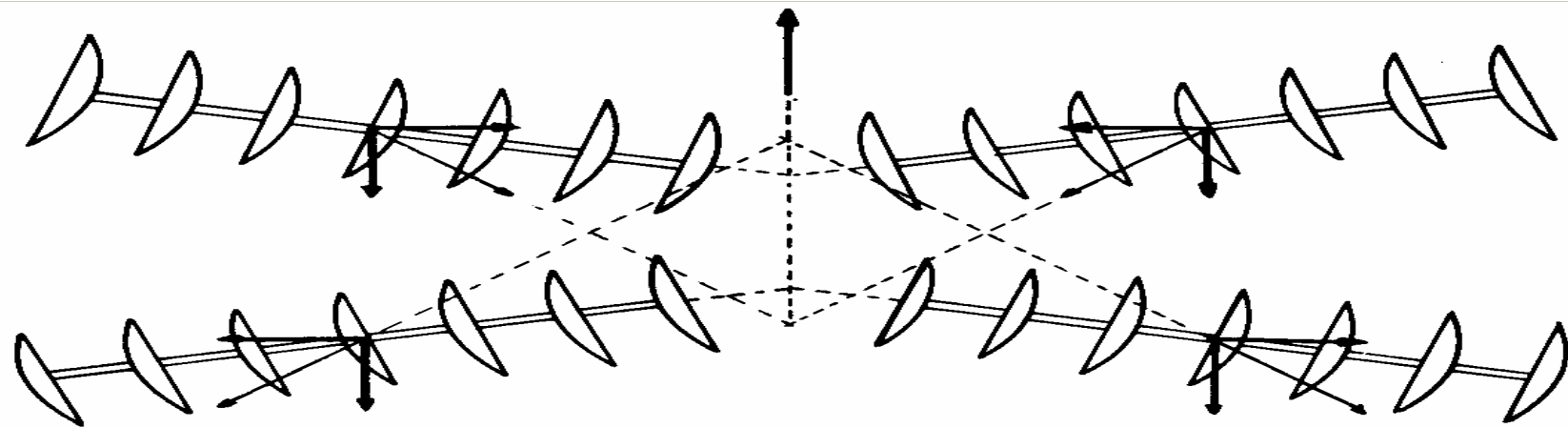


Figura 9.8 Acción de la raedera

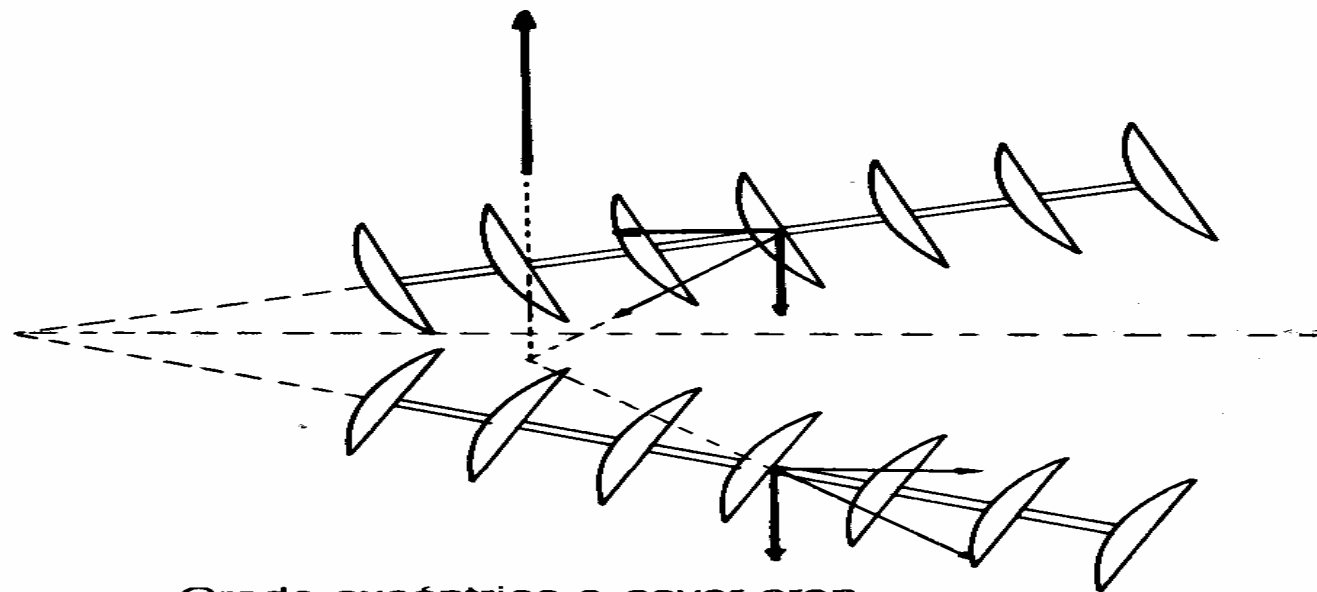
Labores mas importantes

Gradear con discos

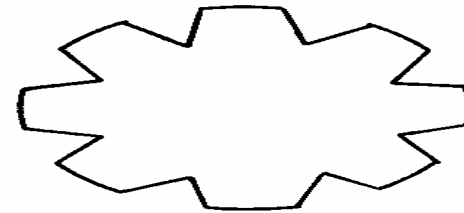
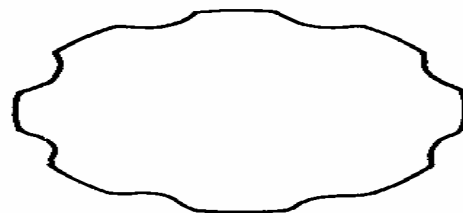
- El objetivo de esta labor es desmenuzar y mullir el suelo, rompiendo los terrones dejados por el arado en la labor de alzar. Para ello, suelen darse una o dos labores cruzadas con la grada de discos.
- El objetivo fundamental del laboreo con grada de discos es desmenuzar y mullir el suelo superficialmente, también se consigue, en buena medida, nivelar el suelo, destruir las malas hierbas, cortar y desmenuzar hojas, abonos verdes, etc.
- Cuando se trata de cortar y enterrar rastrojos, hierbas, estiércol, abonos verdes, etc, los discos escotados (**Fig. 9.9**) dan mejor resultado que los discos lisos.



Grada tándem de cuatro cuerpos en X



Grada excéntrica o *cover-crop*



Discos escotados

Figura 9.9 (continuación) Diferentes tipos de gradas de discos

Labores mas importantes

Cultivador

- Con este apero se dan labores complementarias, de tipo superficial y múltiples funciones, según sean los elementos de trabajo.
- La labor de cultivador puede ser:

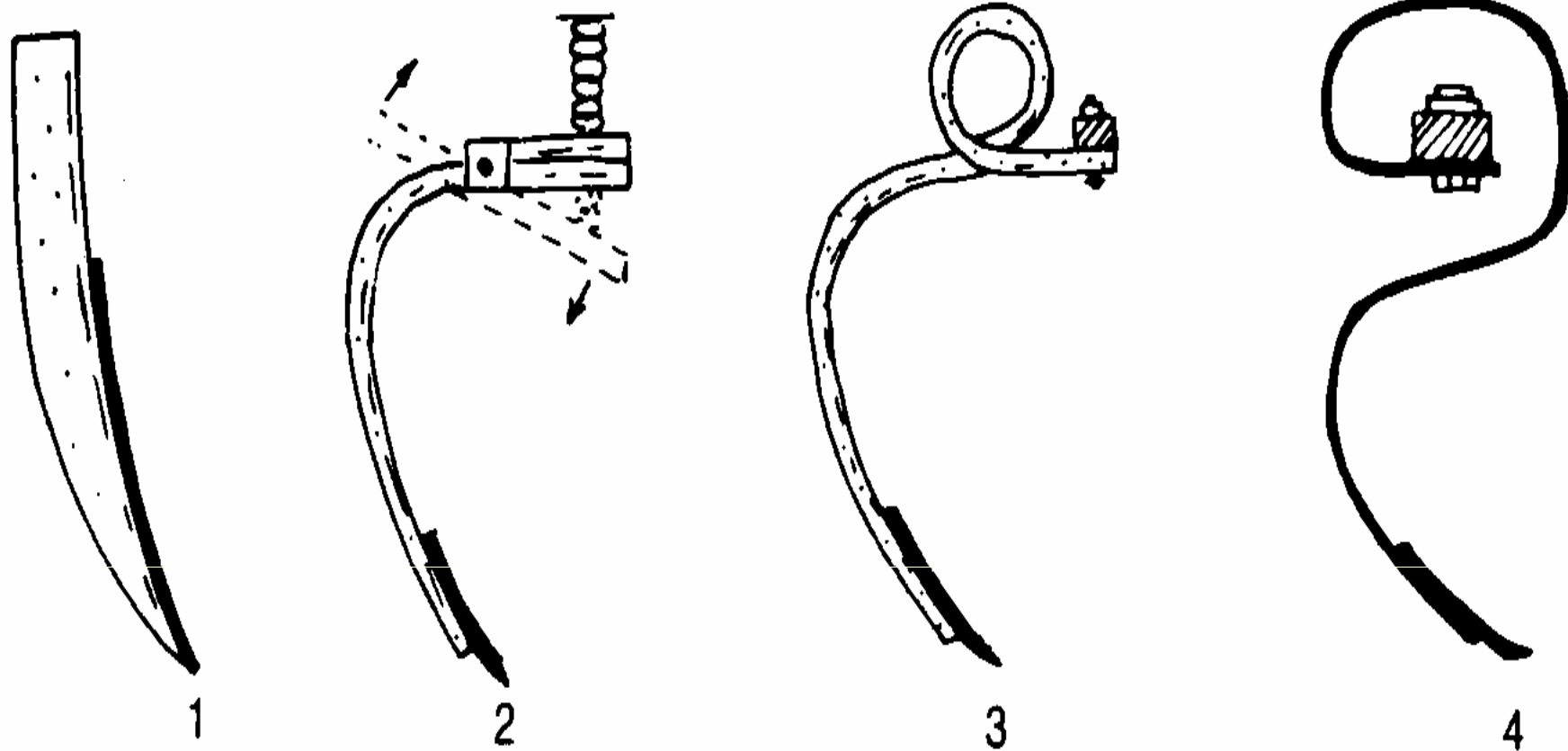
Escarificadora: se trata de cortar el suelo sin desmenuzarlo ni destruir las malas hierbas. La profundidad de la labor oscila entre 10 y 15 cm.

Extirpadora. Su objetivo es destruir las malas hierbas y, para ello, usa rejas que atacan el suelo en posición horizontal a una profundidad prácticamente constante.

Mixta: Destruye las malas hierba y muelle la superficie del terreno utilizando en el cultivador brazos flexibles y elásticos que con su vibración facilitan el desmenuzamiento de los terrones.

Los brazos del cultivador pueden adoptar formas diferentes:

- *Rígidos:* Prácticamente abandonados en la actualidad.
- *Rígidos con resortes:* Permiten el levantamiento del brazo al tropezar con piedras, raíces, etc.
- *Elásticos:* Permiten el avance del cultivador sorteando los obstáculos y, al mismo tiempo, su flexibilidad facilita el desmenuzamiento y levantamiento de terrones, raíces, malas hierbas, etc. Son los más utilizados actualmente.



1. Recto rígido;
2. Curvo rígido con resorte;
3. Curvo elástico de sección cuadrada;
4. Curvo flexible de sección plana

Figura 9.11 Diferentes tipos de brazos de cultivador

Labores mas importantes

Los objetivos al realizar esta labor:

- Rotura de la costra del suelo.
- Desmenuzamiento de terrones.
- Mullimiento superficial.
- Aireación de las capas superficiales del suelo.
- Extirpación de las malas hierbas.
- La labor de cultivador es, en consecuencia, una operación típica de primavera y verano, dada entre las líneas de cultivo, para facilitar la nascencia de las siembras, defender las plantas de la competencia de la vegetación adventicia y dejar terreno mullido en superficie que reduzca la evaporación.
- Según sea el objetivo de. la labor de cultivador, la profundidad de trabajo se regula entre 5-15 cm.

Labores mas importantes

Gradeo con púas

- Se realiza esta labor antes de las siembras para completar el desmenuzamiento de los terrones dejados por el cultivador, al tiempo que se mulle y nivela la superficie del suelo, con el objeto de obtener, de esta forma, una adecuada cama de siembra. Por esta razón, a estas gradas se las denomina *qfinadoras*.
- Una vez realizada la siembra, puede pasarse una grada de púas o de estrellas para romper la costra o eliminar plántulas si se hubiera hecho la siembra con excesiva densidad.
- Las gradas más sencillas son simples bastidores de madera o metálicos provistos de púas (*gradas rígidas*).
- *Las gradas en zig-zag* están compuestas por un número variable de cuerpos con dientes en la intersección de varios travesaños.
- Las *gradas flexibles* no llevan un bastidor diferenciado, que es sustituido por cadenas o estructuras formadas por redondos de acero de pequeño diámetro.
- En las *gradas rodantes*, las púas son sustituidas por estrellas que al rodar, apoyadas en el suelo, rompen la costra y no perjudican a las pequeñas plantas (*gradas noruegas*) (**Fig. 9.12**).

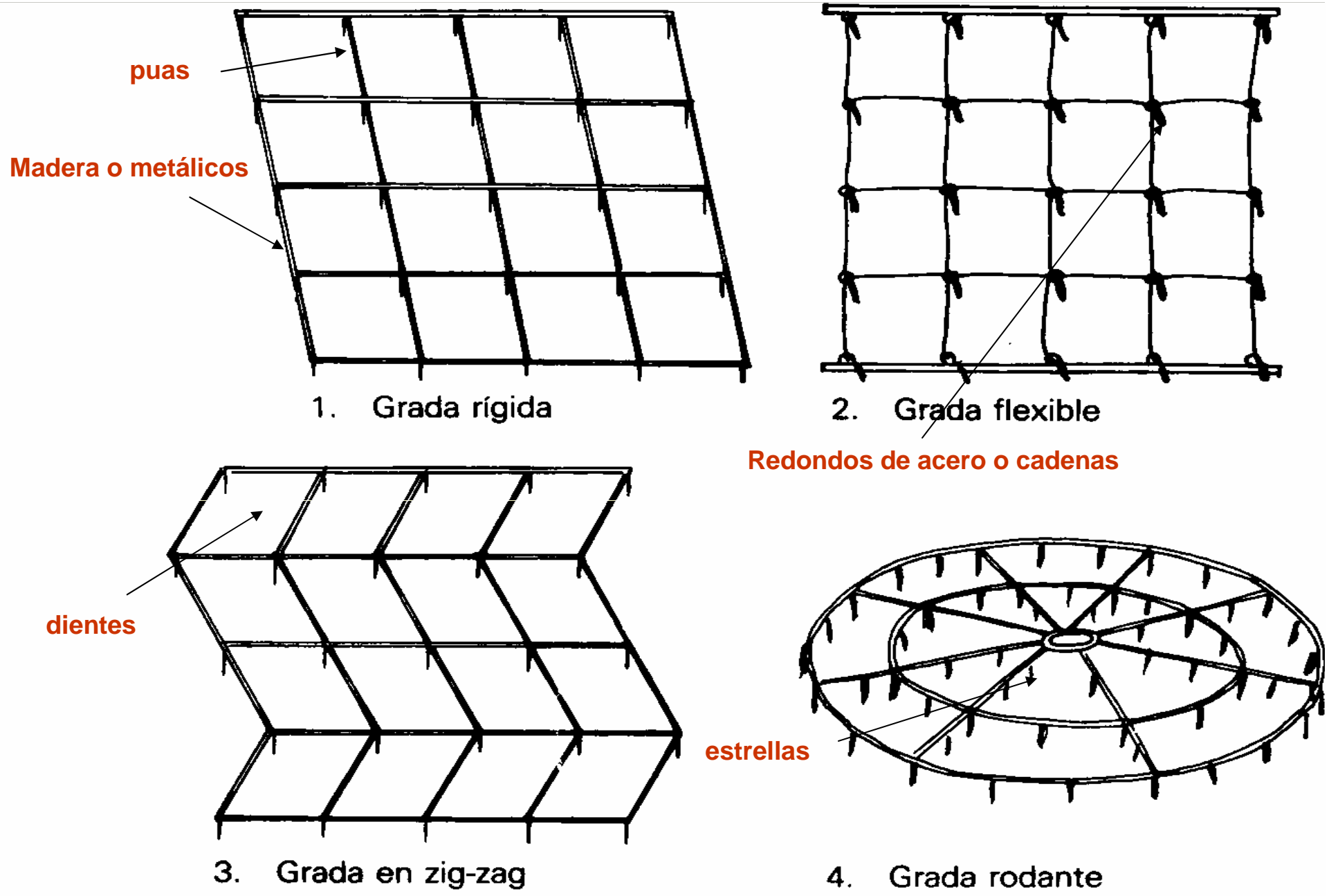


Figura 9.12 Diferentes tipos de gradas ligeras

Labores mas importantes

- Las púas que se incorporan a estas gradas son de longitud y sección variable en función del tipo de labor que se desea realizar (**figura 9.13**).
- Es una labor de cultivo típica de primavera que ha de realizarse sobre terreno poco húmedo. La operación se hace a alta velocidad y la exigencia de energía es escasa.

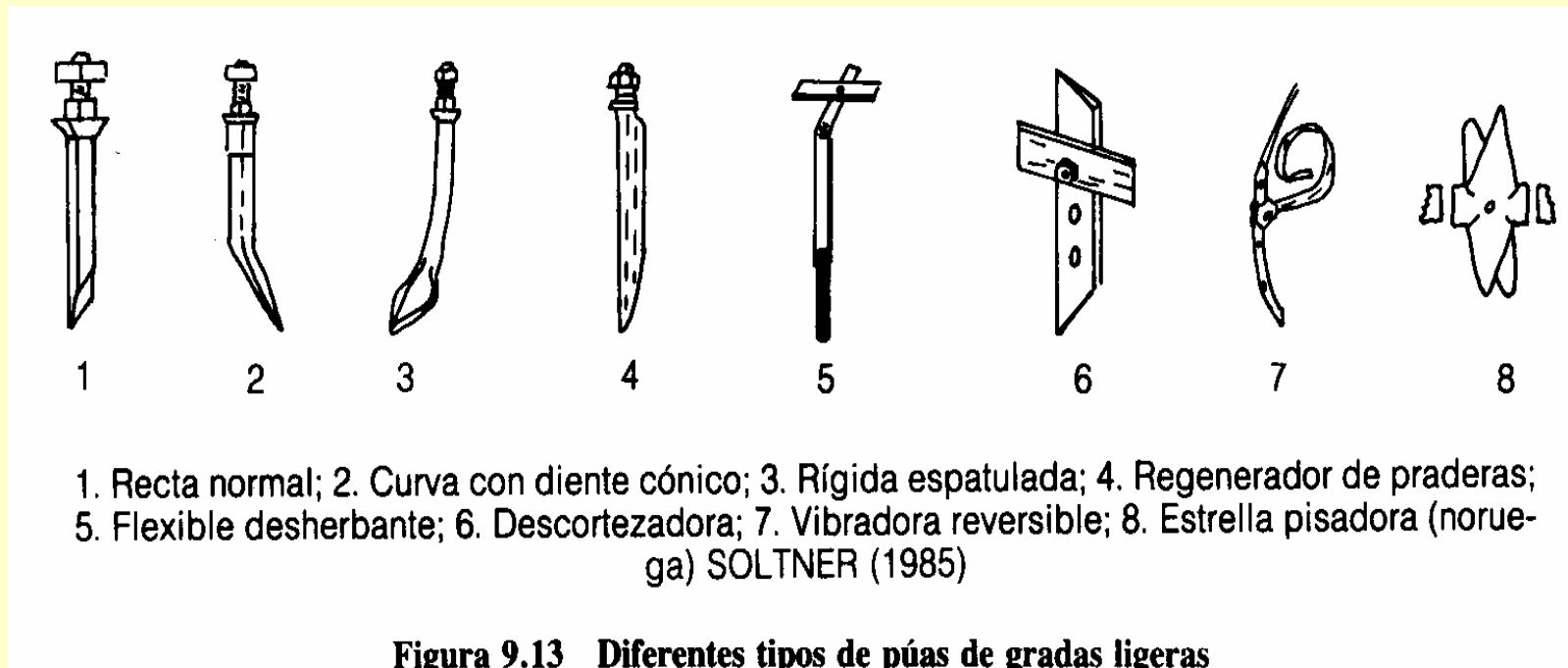
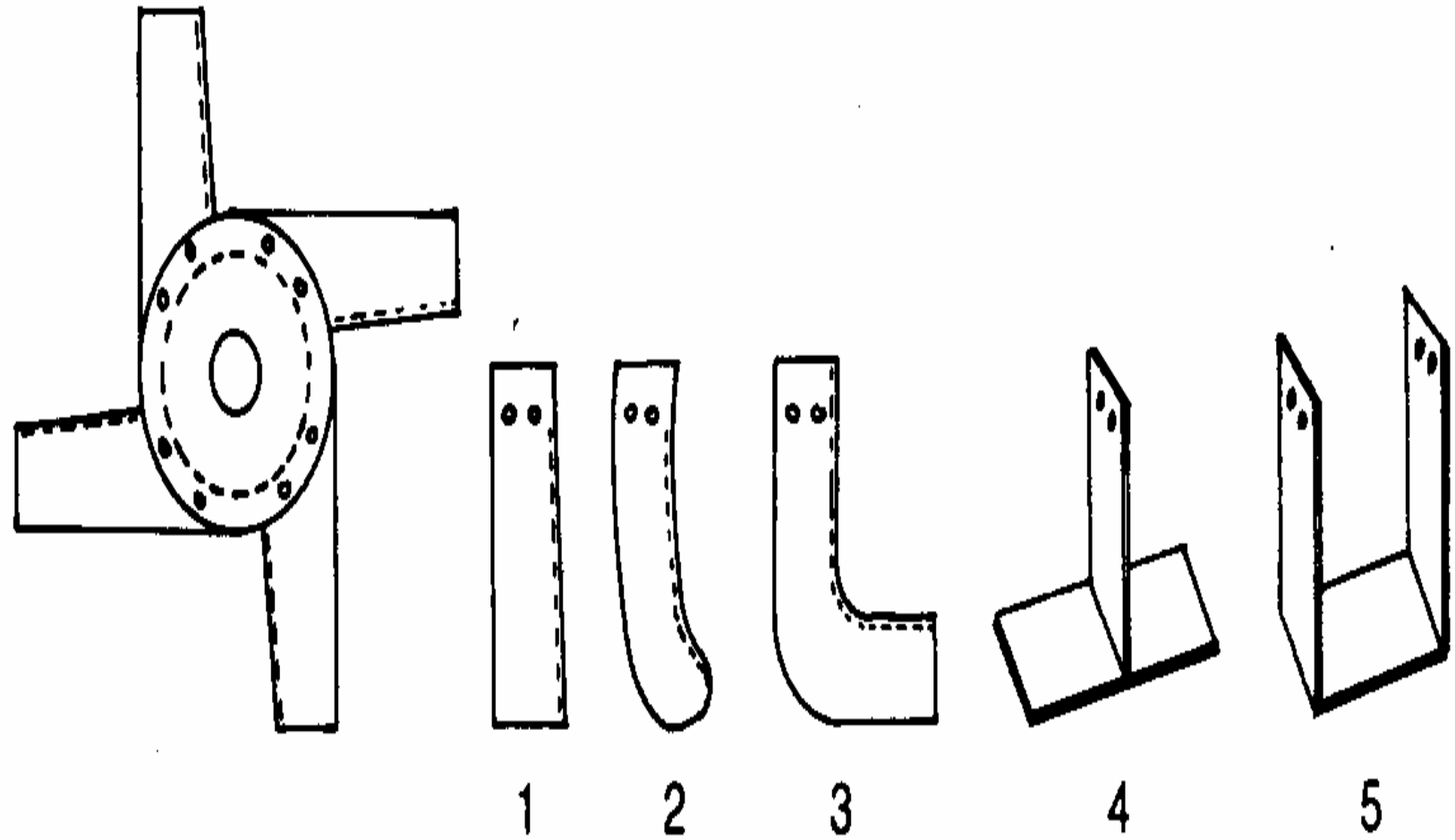


Figura 9.13 Diferentes tipos de púas de gradas ligeras

Labores mas importantes

Fresado

- Con esta labor puede realizarse, en una sola operación, el corte y el volteo propio del arado y la pulverización de la grada de discos. Puede conseguirse además, el enterramiento de praderas, rastrojos y pajas secas, el desbroce de terrenos con matorral o el desmenuzamiento y enterramiento de cañas de maíz, algodón, etc.
- Se usan diferentes máquinas (*rotoazadas, rotovatores o rotocultores, etc.*)
- El eje de giro es accionado, mediante complicadas transmisiones que permiten regular su velocidad (de 100 a 300 revoluciones por minuto, generalmente), por la toma de fuerza del tractor. Las cuchillas, por otra parte, pueden presentar perfil recto, helicoidal, acodado, en Te, en U, etc. (**figura 9.14**).



1. Recto; 2. Helicoidal; 3. Acodado; 4. En Te; 5. En U.

Figura 9.14 Diferentes perfiles de cuchillas fresadoras

Labores mas importantes

- Estas máquinas trabajan a profundidad media (0-25 cm) y mezclan en forma muy uniforme la tierra con los residuos orgánicos. Su acción es muy enérgica, disgregando los terrones más compactos y resistentes.
- La acción de desmenuzamiento se obtiene siempre que el suelo no se encuentre en estado plástico o líquido. Por otra parte, trabajando en estado coherente, puede obtenerse un esponjamiento exagerado que requiera el paso siguiente de un rodillo compactador.
- El empleo más adecuado de estas máquinas es en terrenos sueltos, desprovistos de elementos gruesos y ricos en materias orgánicas, en los que con una sola operación puede prepararse el terreno para las siembras (terrenos de huerta).
- Pueden emplearse con éxito, asimismo, en el levantamiento de praderas, donde, después de alzadas con vertedera o arado de discos, se pueden desmenuzar los terrones y macollas de raíces con una labor de fresado.

Labores mas importantes

Inconvenientes:

- En suelos pedregosos es frecuente la rotura de cuchillas.
- Su uso continuado puede provocar la formación de suelas de labor
- El consumo de energía es elevado.
- Existen otras máquinas fresadoras donde las cuchillas cortan la tierra, pero no la voltean, sino que la lanzan centrífugamente, provocando la distribución de partículas, según su mayor o menor peso =====> *rotoarados* =====> trabajo de desmenuzamiento y mullimiento similar al de las fresadoras de eje horizontal, pero, en cambio, la mezcla de tierra y residuos orgánicos es poco eficaz.
- El *cultivador rotativo* es un apero muy indicado para la preparación de camas de siembra y puede emplearse en las técnicas de laboreo reducido y siembra directa.

Labores mas importantes

Rulado

- Tiene por objeto compactar el suelo cuando, como consecuencia de labores previas o por acción de las heladas, se produce un ahuecado excesivo de la que provoca la formación de estructura cavernosa.
- La labor se realiza ante de la siembra, durante la propia siembra o como labor de cultivo. En este último caso permite favorecer el ahijamiento de los cultivos y abrigar los sistemas radiculares de cara al frío invernal.

Rodillos simplemente compactadores: Cilindros de superficie lisa que ruedan sobre el suelo compactándole. Los más usados presentan un peso de 200 a 300 kg/ ml, y después de su paso dejan el suelo en una superficie plana, pudiendo enterrar elementos gruesos que facilitarán la recolección mecanizada (praderas, leguminosas de grano, etc.).

Si se trabaja en estado plástico, pueden formar costra en el suelo, y para evitarlo se utilizan rodillos estriados o que lleven varillas adosadas a su superficie.

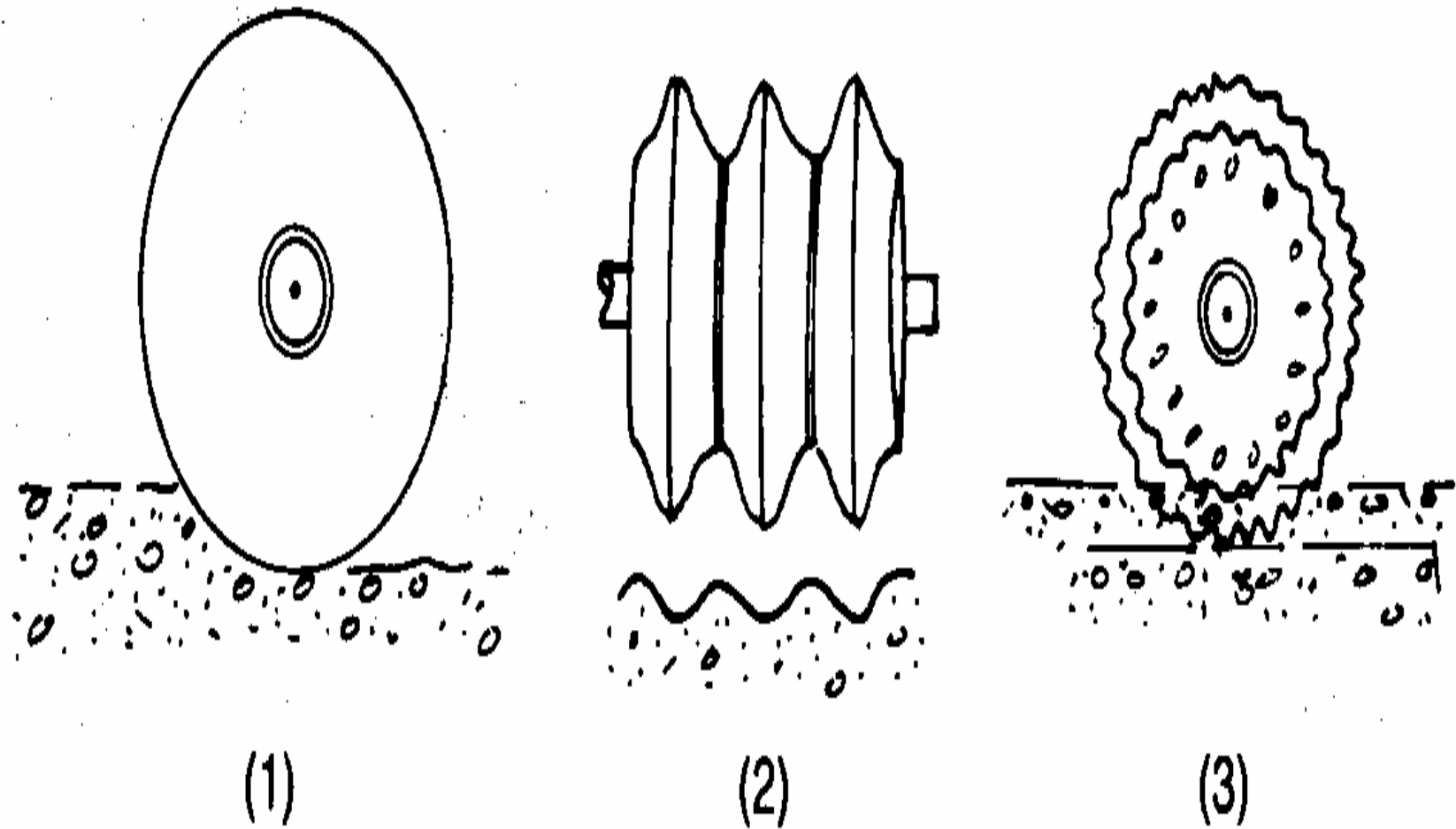
Labores mas importantes

Rodillos marcadores y sembradores: Conjuntos de anillos de superficie lisa y borde afilado que se sitúan en uno o dos ejes horizontales, perpendiculares a la dirección de la marcha. En conjunto, presentan un peso de 300 a 350 kg/ml (30 a 40 kg por cada anillo) y, debido a su peso y al efecto cortante de los anillos, que producen la compactación del suelo y el marcado de pequeños surcos.

Cuando se montan en dos ejes paralelos, los anillos se suelen disponer alternados, de manera que el filo del elemento posterior vaya rajando los pequeños lomos que forma a su paso el elemento delantero. De esta manera dejan una superficie desmenuzada, compactada y plana ==> *cultipacker*.

Para la siembra de praderas y en cualquier otro caso en que se desee hacer una siembra superficial (a voleo) en tierra fina, se utiliza el *rodillo cultipacker-seeder o cultiseeder*, que no es más que un *cultipacker* al que se acopla la tolva de una sembradora. Los anillos del elemento delantero abren los pequeños surcos sobre los que cae la semilla, que es tapada por los anillos del elemento posterior.

Rodillos desterronadores: Se utilizan para disgregar los terrones dejados en las labores previas y, al mismo tiempo, compactar el suelo para las siembras. Este tipo de rodillos se conoce con el nombre de *croskill*.



1. Rodillo liso compactador;
2. Rodillo acanalado (*Cultipacker*);
3. Rodillo desterronador (*Croskill*)

Figura 9.15 Distintos tipos de rodillos

Labores mas importantes

Aporcado y descalce

- Labores de cultivo cuyo objetivo es abrigar (aporcado) o abrir (descalce) los sistemas radiculares para facilitar su desarrollo o el ahijamiento.
- *El aporcado* se hace trabajando las calles de los cultivos, que han de estar sembrados o plantados en línea, con un apero capaz de echar tierra sobre la base de los cultivos. En cultivos hortícolas y frutales suelen hacerse aporcados muy enérgicos utilizando pala o azada, en labores manuales, o vertederas (arados viñeros), en laboreo mecanizado.
- *El descalce* se hace retirando la tierra que cubre los sistemas radiculares o base de tallos y troncos, para facilitar su aireación, la meteorización del suelo, recoger agua o aplicación de fertilizantes.
- La labor se realiza con tierra poco húmeda, no plástica, para facilitar su desmenuzamiento y volteo. No suele afectar a una profundidad superior a 15 cm y el consumo de energía es débil.

Modernas tendencias en el laboreo

En la actualidad, el agricultor es cada vez menos labrador, y esto por diferentes motivos:

- A) Razones económicas ==> reducir el número de labores para ahorrar combustible, deterioro de la maquinaria y tiempos operativos.
- B) Razones agronómicas indican que, con frecuencia, el laboreo excesivo conduce a situaciones negativas que pueden llegar se ser francamente contraproducentes.

Las razones más importantes que explican estas situaciones son las siguientes:

- b. 1) Con el laboreo excesivo se incremento la evaporación y, en consecuencia, se contribuye a la desecación de los horizontes del suelo labrado.
- b. 2) Si no se laboreo con tempero se facilita la degradación de la estructura del suelo.

Modernas tendencias en el laboreo

- b. 3) La producción de tierra fina y la eliminación de los residuos de la vegetación anterior, favorecen la acción destructora de los agentes erosivos (viento y agua, principalmente).
- b. 4) El paso frecuente del tractor y de los aperos de la labranza compacta el suelo y puede formar, según sean las condiciones, las temidas suelas de labor.
- b. 5) El laboreo frecuente reduce el contenido de materia orgánica del suelo. Es cierto que con el laboreo tradicional pueden enterrarse más del 95% de los residuos superficiales pero la calidad de este enterramiento es deficiente ya que los residuos no suelen quedar bien mezclados con el suelo.
- b.6) El laboreo permite enterrar larvas, huevos y semillas de malas hierbas pero también lleva muchos de estos organismos a la superficie.

Todo esto nos lleva a dos sistemas diferentes de labranza del suelo: *laboreo reducido* y *laboreo de conservación*.

Laboreo reducido

Nueva concepción del laboreo del suelo que tiene como objetivo el disminuir el número de pases y el volumen de suelo trabajado. Razones de tipo económico y agronómico, ya conocidas, justifican en numerosísimas ocasiones la puesta en práctica de esta modalidad de laboreo.

Objetivos más destacados son:

- Disgregar, mullir y obtener una estructura adecuada en el perfil cultural.
- Meteorizar las capas superficiales del terreno.
- Favorecer la infiltración de las lluvias.
- Enterrar los residuos de cultivos anteriores.
- Eliminar la vegetación adventicia.
- Incorporar enmiendas orgánicas, minerales y fertilizantes de fondo.
- Afinar la superficie del suelo y obtener una adecuada cama de siembra.

Laboreo reducido

¿cómo pueden lograrse estos objetivos con un número reducido de labores?

- uso de maquinaria más eficaz
- combinación de aperos
- uso de máquinas polivalentes

¿ como se hace ?

- Para las labores principales (laboreo primario) se prescinde de los arados de vertedera y de discos pesados, que son sustituidos por arados *chisel* (cincel) o subsoladores multibrazos de acción poco profunda (25-30 cm.). Los dientes del chisel o del subsolador fisuran el suelo, pero no lo voltean.
- En los suelos en que puedan estar indicadas, se emplean fresadoras y rotoarados, accionados por la toma de fuerza del tractor y velocidad regulable, que permiten obtener tierra gruesa o fina en una sola operación

Laboreo reducido

- Para las labores complementarias (laboreo secundario) se utilizan gradas alternativas y vibratorias, así como cultivadores de dientes numerosos y elásticos. Los rodillos, tipo **cultipacker y croskill**, pueden ir combinados con estas gradas e, incluso, con las máquinas sembradoras.
- El control de las malas hierbas deberá realizarse con el uso de los herbicidas apropiados.

Resumen:

- Con el laboreo reducido pueden obtenerse todos los objetivos señalados anteriormente, en condiciones prácticamente similares a las obtenidas con el laboreo tradicional.
- Solo el enterramiento de los residuos de cultivos anteriores y el de la vegetación adventicia es menos enérgico en el laboreo reducido que en el tradicional. En consecuencia, las parcelas de cultivo suelen quedar «más sucias» cuando se emplea el laboreo reducido.
- Se estima que con el laboreo tradicional se entierran del 95-100% de los residuos que existan sobre el terreno. El laboreo reducido suele enterrar del 80-95% de estos residuos, quedando, en consecuencia, sobre la superficie del suelo entre el 5-20% de aquellos residuos.

Laboreo de conservación

sistemas de laboreo que solamente entierran una parte de los residuos(< 30%) de los cultivos anteriores, dejando en la superficie del terreno otra parte de los residuos (30%) que, de esta forma, permanecen inalterados por la acción de los instrumentos de labranza.

¿ métodos de laboreo de conservación ?

Laboreo bajo cubierta de rastrojo (Mulch-till)

- Requiere el uso de aperos para la labranza principal y complementaria que disgreguen y mezclen los horizontes superficiales del suelo, pero enterrando solamente una fracción reducida del rastrojo del cultivo precedente.
- Debe quedar, como mínimo, un 30% de los residuos sin enterrar, midiendo la cantidad de residuos después de la siembra del nuevo cultivo.

Laboreo de conservación

Laboreo en bandas (Strip-till)

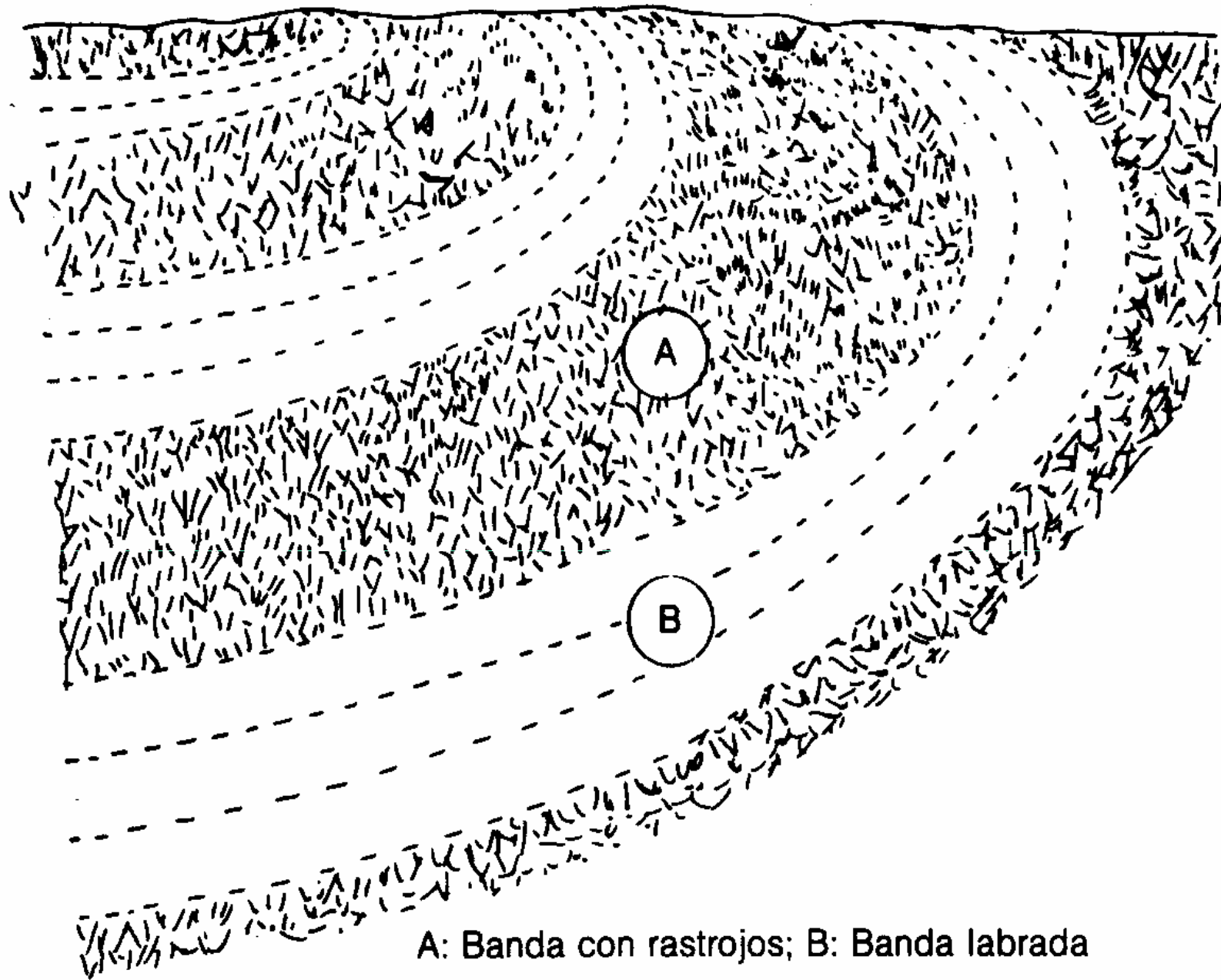
- Para suelos en pendiente (trabajar bandas de terreno de anchura variable siguiendo, normalmente, curvas de nivel y dejando sin labrar otras bandas de terreno que se dejan cubiertas de pastos).
- Sobre las bandas labradas puede realizarse laboreo tradicional si son estrechas, la pendiente no es excesiva y se deja, al menos, un 30% de la superficie sin labrar. En caso de mayores pendientes pueden aplicarse a las bandas labradas las técnicas del laboreo reducido o del laboreo bajo rastrojo.

Laboreo en caballones (Ridge-till)

- Método que tiene cierto parecido con el laboreo en bandas, se diferencia de él fundamentalmente en que ahora las bandas son estrechas (20 a 40 cm) y el apero de labranza realiza un caballón de 10 a 25 cm de altura.
- Entre dos caballones consecutivos se deja una banda sin labrar de anchura variable (40 a 80 cm, generalmente), según sean los marcos de siembra o plantación.
- En consecuencia, se mezclan y entierran los residuos de una banda estrecha (la del caballón) y se dejan inalterados los residuos de una banda más ancha (la de la calle de siembra o plantación). El método suele dejar del 50 al 60% de los residuos sin enterrar (**Fig 9.18**).

Laboreo de conservación

- El laboreo en caballones es recomendable para las zonas húmedas y sucios pesados que tiendan a encharcarse, pues los caballones reducen la escorrentía superficial y, si se los orienta convenientemente, pueden llevar los excesos de agua hasta las conducciones de drenaje.
- Es recomendable este método de laboreo en los suelos fríos que, labrados de esta forma, se calientan antes en primavera, permitiendo una germinación de las semillas más rápida y un inicio de la vegetación más vigoroso.
- La siembra se hace sobre el lomo del caballón, quedando dificultadas por esta causa todas las operaciones de cultivo. Sin embargo, el beneficio que se obtiene por la defensa de la erosión hidráulica, saneamiento del suelo y estímulo de la vegetación en primavera, compensa ampliamente aquel inconveniente cuando se cultivan estas clases de suelos.



A: Banda con rastrojos; B: Banda labrada

Figura 9.17 Laboreo de conservación en bandas (Strip-till)

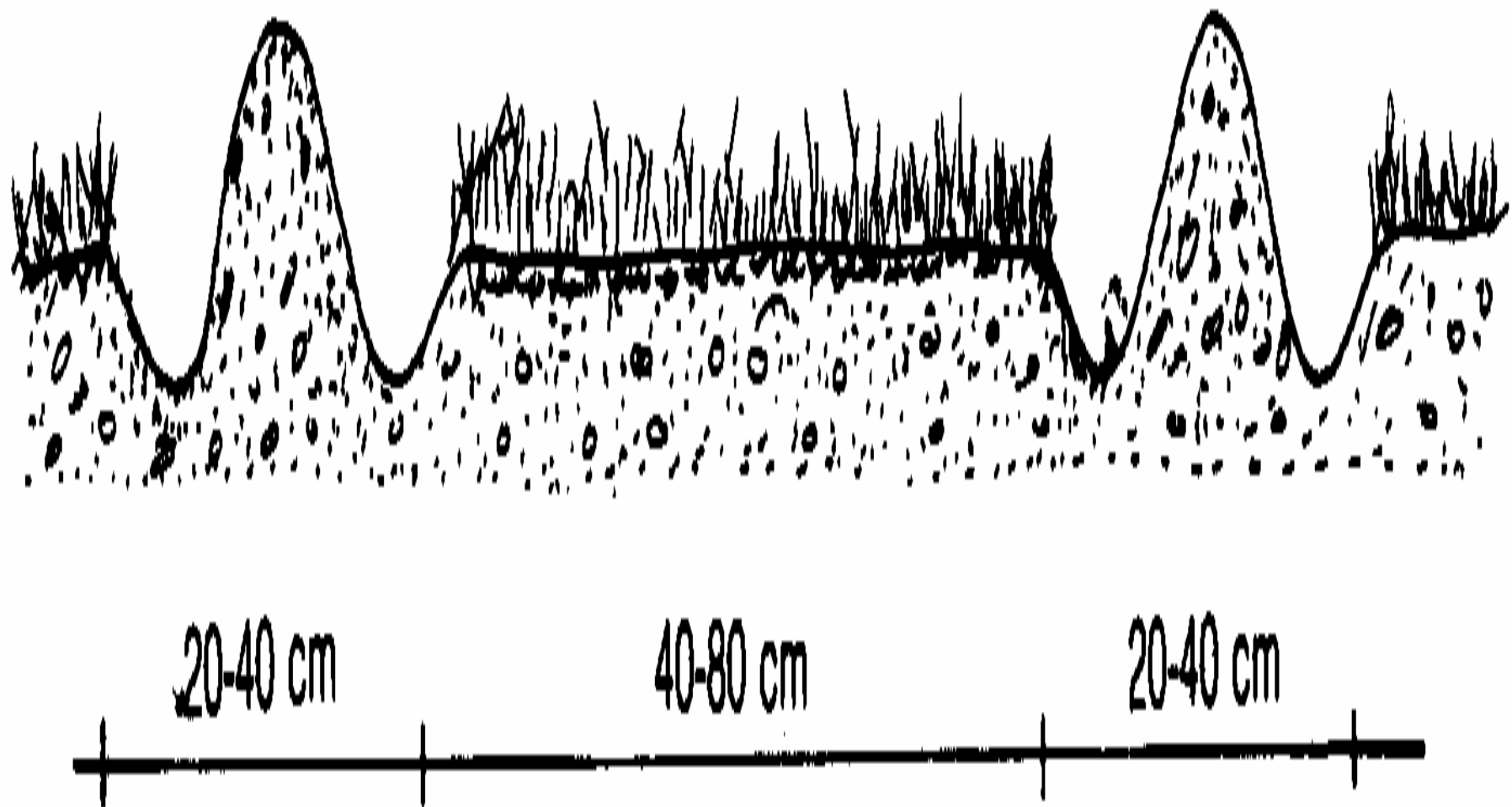


Figura 9.18 Laboreo de conservación en caballones (Ridge-till)

Laboreo de conservación

Laboreo cero con siembra directa (No-till)

- Para que un método de cultivo se considere como *laboreo cero* debe utilizar una máquina capaz de hacer la siembra sobre los rastrojos, totalmente inalterados, del cultivo precedente.
- El escaso laboreo que se realiza es el que corresponde a los instrumentos cortantes que lleve la bota de la sembradora con el objetivo de hacer una raja o hendidura (5 a 8 cm de anchura) en el suelo para depositar la semilla (**figura 9.19**).
- En estas condiciones, suele quedar sobre la superficie de la parcela no menos del 90% de los residuos del cultivo precedente. El control de la vegetación adventicia con herbicidas es absolutamente necesario.
- Es el método de laboreo de conservación que proporciona el máximo grado de defensa contra la erosión y que permite las mayores economías en combustible, elementos fertilizantes, mano de obra, etc

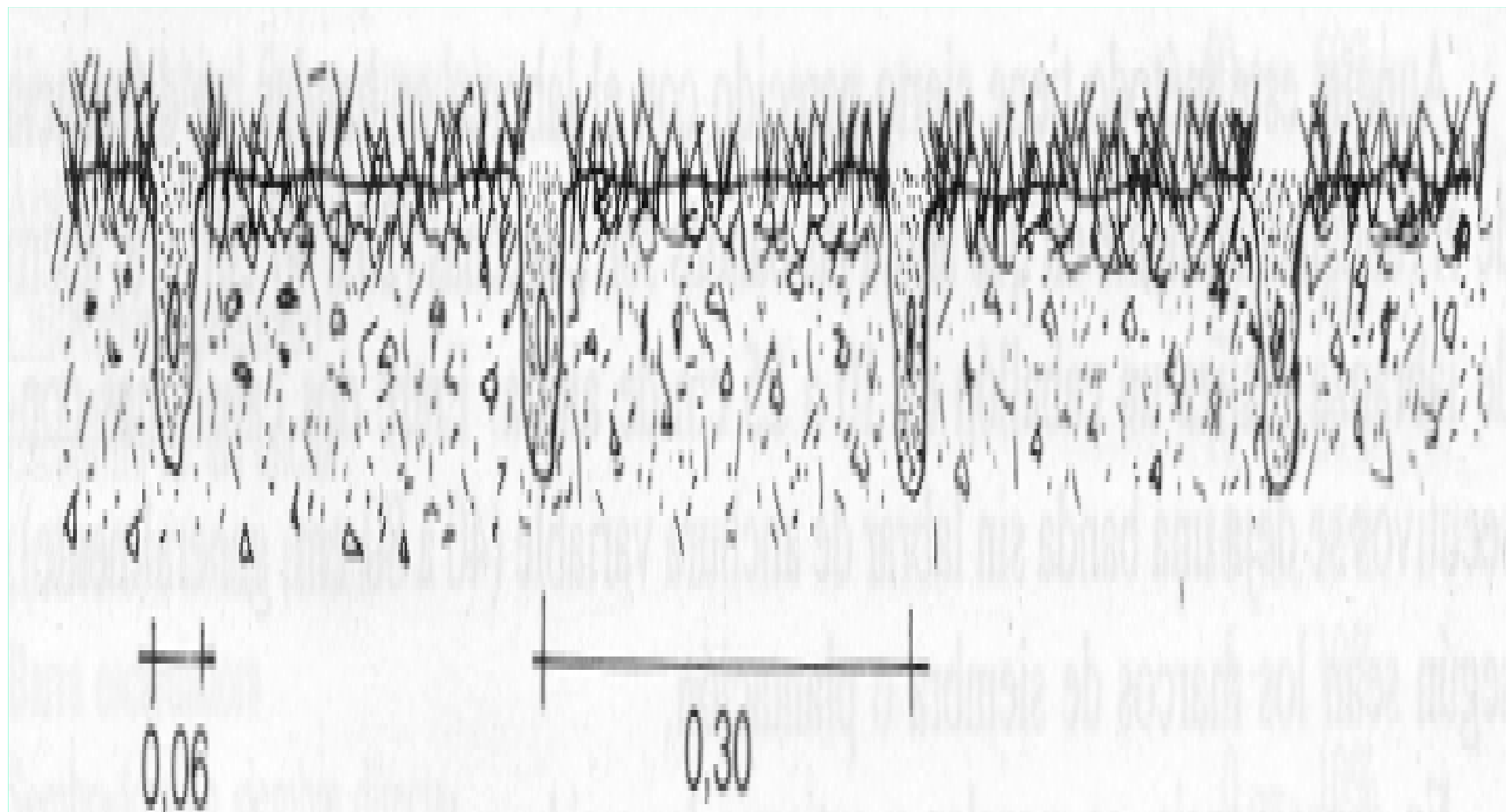


Figura 9.19 Laboreo cero con siembra directa (No-till)

Laboreo de conservación

- Este método de laboreo proporciona resultados muy ventajosos en cultivos que no son muy exigentes en preparación del suelo pero que, en numerosas ocasiones, se favorece la proliferación de malas hierbas, especialmente de las perennes. En estos casos recomiendan efectuar cada cierto tiempo (5 a 7 años) una campaña de laboreo tradicional con labor profunda de vertedera.
- No da buenos resultados en suelos fríos o excesivamente húmedos, en los que es recomendable el laboreo de conservación en caballones (*Ridge-till*).

Ventajas adicionales frente a los métodos tradicionales de siembra

- Al no realizarse labores preparatorias, se dispone de mayor facilidad para sembrar en el momento oportuno.
- Aunque la germinación y el crecimiento inicial suelen ser más lentos cuando se realiza siembra directa, el efecto puede compensarse adelantando las siembras.