



Serie Didáctica No. 3
Departamento de Ingeniería Agrícola
Agosto, 1979

Brian G. Sims
Gilberto Orbe C.

COMO ARAR CON TRACTORES

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS



SERIE DIDACTICA
DE
INGENIERIA AGRICOLA
No. 3

COMO ARAR CON TRACTORES

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

COMO ARAR CON TRACTORES

*Brian G. Sims**
*Gilberto Orbe C.***

1. INTRODUCCION

El arado es el implemento básico para obtener una eficiente cama de semillas y, por esta razón, la mayoría de los agricultores utilizan algún tipo de arado.

La labor de arar con tractor es costosa, pues existe un desgaste del tractor, implementos, combustible, mano de obra y tiempo. Por este motivo, es imprescindible utilizar con eficacia el equipo; es decir, se debe arar en forma correcta y disminuir el número de labores, tanto para preservar el suelo como para reducir los costos.

Los ajustes que se deben realizar en el arado son sumamente importantes para efectuar el trabajo y reducir el esfuerzo del tractor. Un correcto mantenimiento del arado es necesario ya que prolonga su vida y además mejora la calidad del trabajo.

2. ARADOS

2.1. Tipos de arados

Los arados más utilizados en el país son de tres tipos: arado de vertedera, de disco y de cincel.

Los arados de vertedera y de disco pueden ser convencionales y reversibles. Los convencionales voltean el suelo hacia el lado derecho; los reversibles voltean el suelo tanto al lado derecho como al lado izquierdo del implemento.

Las ventajas del arado reversible en relación al convencional son las siguientes:

- No es necesario hacer camellones para iniciar la labor de arado.
- No deja zanjas al terminar el trabajo.
- Se reduce la pérdida de tiempo dando la vuelta al final de cada paso.
- El terreno queda nivelado; lo cual es una ventaja para muchos cultivos y ayuda a evitar daños en la maquinaria que se emplee en futuras labores.

La desventaja del arado reversible es su costo, que es mayor que el arado convencional.

Los arados de cincel son implementos con rejas simples y no voltean el suelo a ningún lado.

* *Asesor del Instituto Nacional de Ingeniería Agrícola, Silsoe, Inglaterra.*

** *Técnico del Departamento de Ingeniería Agrícola.*

2.1.1. Arado de vertedera (Figura 1)

El arado de vertedera se utiliza para enterrar toda la vegetación superficial (rastrojo); se usa además, para mejorar las condiciones físicas del suelo cuando éste ha sido dañado por el paso de animales o vehículos.

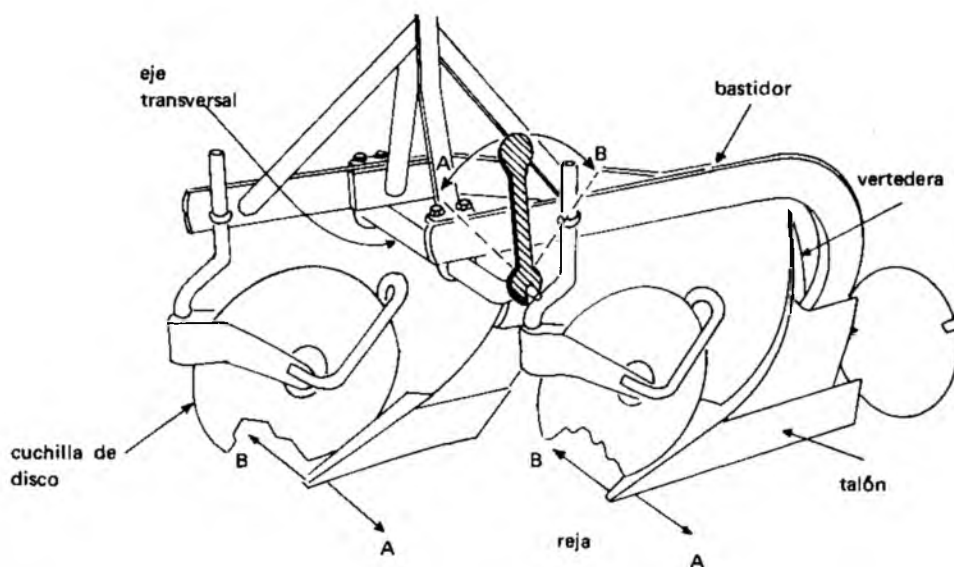


FIGURA 1. Arado de vertedera.
Para el significado de A y B ver sección 2.2.1.5

2.1.1.1. Componentes del arado de vertedera.

Los componentes del arado de vertedera son: el bastidor, la reja, la vertedera, el talón, la cuchilla y la raseta.

Las partes del arado reversible son iguales, pero, hay dos juegos de cuerpos (sólo en arados de vertedera) y un mecanismo para hacer girar el implemento.

- Bastidor

El bastidor es el cuerpo del arado donde el tractor aplica su potencia; a éste se acoplan directa o indirectamente los otros componentes.

– Reja

La reja rompe el suelo horizontalmente y realiza la labor de disgregar y levantar el suelo.

La reja más común tiene forma triangular y puede ser de acero o hierro fundido; en éste último caso, el lado vertical y el fondo de la reja vienen preparados para resistir el desgaste y mantener afilada la reja.

La reja de acero tiene forma de una barra y puede moverse hacia adelante, cuando se desgasta. Estas rejas son aconsejadas para suelos pedregosos y pesados.

– Vertedera

La vertedera es el componente que realiza el volteamiento del suelo dejando al fondo del surco el material de la superficie. Existen tres formas básicas de vertedera y cada una produce un trabajo distinto. Estas formas son las siguientes:

- a) **Vertedera corriente (general purpose).**- Esta es larga, con una curvatura ligera y un poco convexa. Se usa para potreros, pues entierra completamente a la vegetación. Su desventaja es que se necesitan muchas labores para la preparación de una buena cama para las semillas.
- b) **Vertedera semi-cavadora (semi-digger).**- Este tipo es más corta que la anterior y tiene un poco más de concavidad. Generalmente el prisma del suelo que produce, es más desintegrado que el de la vertedera corriente y, por lo tanto, se requiere de menos labores en la realización de una cama para las semillas.
- c) **Vertedera cavadora (digger).**- Esta vertedera es corta, con una marcada concavidad, que le permite romper y desintegrar el prisma del suelo. Naturalmente, con este tipo de implemento el requerimiento de potencia es más alto.

– Talón o costanera

Es la parte del arado que recibe el esfuerzo lateral producido por la inversión del prisma. Está colocado en el lado izquierdo del arado y empuja contra la pared del surco.

La cola del talón va detrás y recibe todo el esfuerzo vertical debido al peso del arado y del prisma del suelo.

– Cuchilla de disco

La cuchilla de disco, corta verticalmente el suelo para separar el prisma del terreno que no está arado.

Existen tres tipos de discos: Liso, dentado y ondulado, (Figuras 2 y 3). Los dos últimos son más ventajosos en condiciones de mucha vegetación.

Una forma alternativa de hacer el corte vertical es con una cuchilla sencilla (no de disco) pero provoca más bloqueos, donde hay vegetación.

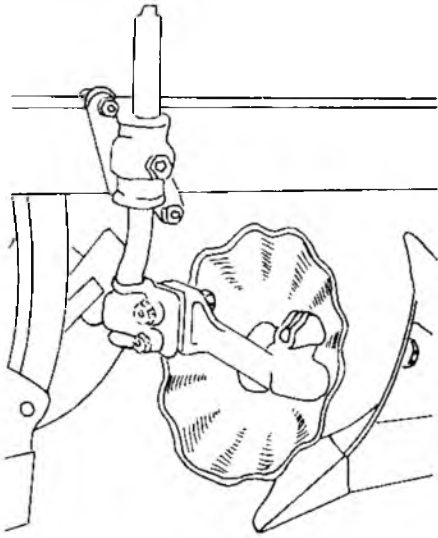


FIGURA 2. Cuchilla de disco ondulado.

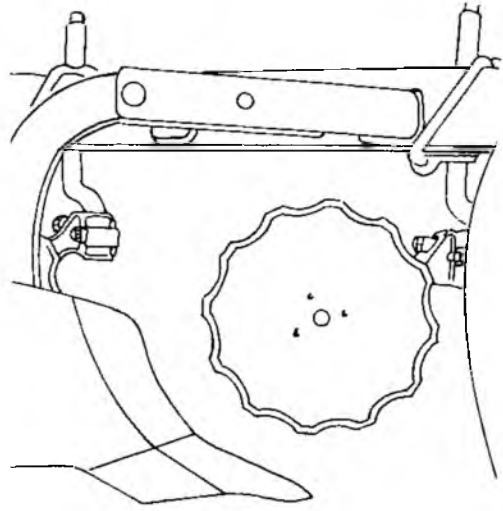


FIGURA 3. Cuchilla de disco dentado.

— Raseta o raedera

La raseta es una pequeña vertedera situada delante de la vertedera grande (Figura 4). Su función es cortar una parte superficial del prisma del suelo y dejarla en el fondo del surco. El objeto de esta labor es evitar que asome la vegetación entre los prismas del suelo, una vez que están invertidos.

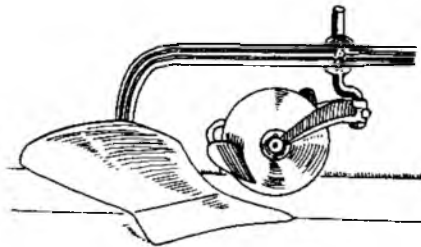


FIGURA 4. Arado de vertedera con cuchilla de discos y raseta combinada.

2.1.2. Arado de discos. (Figura 5.)

En terrenos donde existen raíces de árboles, piedras o abundante vegetación, se recomienda el arado de discos; ya que éste sufre menos daño que los otros, debido a su capacidad de rodar sobre obstáculos.

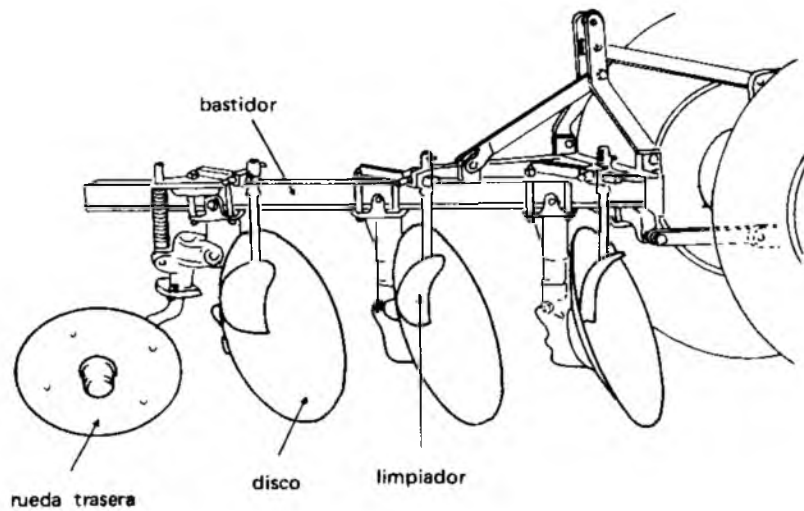


FIGURA 5. Arado de discos.

Esta compuesto de una serie de discos cóncavos que reemplazan a las rejas, a las cuchillas del disco y a las vertederas, en el arado de vertedera. Estos discos se ponen en ángulo de alrededor de 45° con respecto a la dirección de avance y de 15° a 25° en relación a la vertical (Figuras 6 y 7).

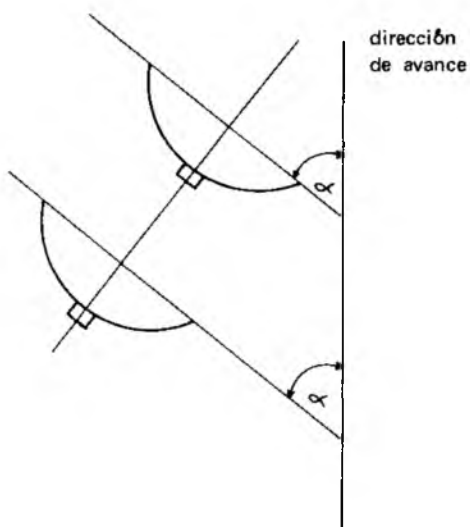


FIGURA 6. Arado de disco.
El ángulo que hace el disco con relación a la dirección de avance.

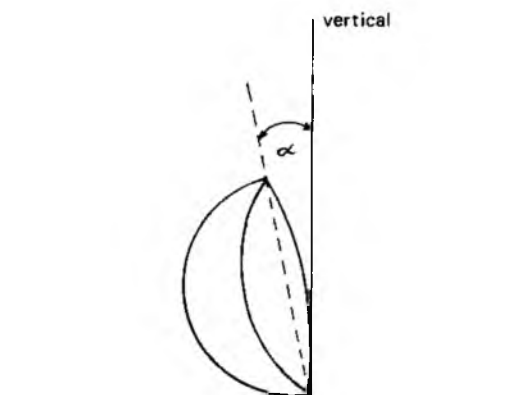


FIGURA 7. Arado de disco.
Angulo de inclinación del disco.

En la parte trasera del arado, en ángulo respecto a la vertical y a la dirección de avance, se encuentra una rueda, cuya función es resistir la fuerza lateral del implemento al empujar la pared del último surco.

Cada disco posee un limpiador o vertedera que mantiene limpio el disco, ayudándole a invertir el prisma del suelo; la inversión, sin embargo, no es total, por lo que el control de malezas es ineficiente.

2.1.3. Arado de cincel (Figura 8).

El arado de cincel, está compuesto por rejas o cultivadores grandes que trabajan a la misma profundidad que los arados de disco o vertedera. No invierte el suelo sino que lo rompe y, por lo tanto, no sirve para controlar las malezas.

El número de rejas varía de 5 a 10, dependiendo de la consistencia del suelo y la profundidad de trabajo; las rejas son reversibles e intercambiables ya que son las partes que más se desgastan.

Las rejas están protegidas por "pasadores de seguridad" que pueden romperse cuando encuentran una gran resistencia. Y deben reemplazarse, únicamente con pasadores recomendados por el fabricante.

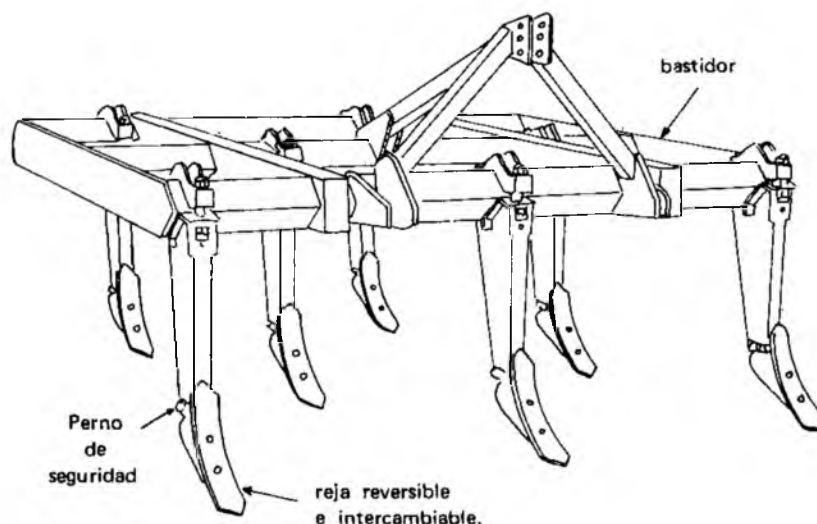


FIGURA 8. Arado de Cincel

2.2. Ajustes

2.2.1. Ajustes en el arado de vertedera

2.2.1.1. Ajuste de la reja antes del trabajo

- a) **Succión.-** Si se pone una línea recta entre la punta de la reja y el extremo del talón, debe existir una luz de 3 a 10 mm donde se une la reja y el talón. Esta luz se llama "succión de la reja" y es necesaria para que ésta y el talón, se adhieran a la pared vertical del surco (Figura 9).
- b) **Inclinación.-** La punta de la reja debe inclinarse hacia abajo para dejar una luz de 9 a 13 mm, en la unión de la reja y el talón. Esta luz es necesaria, para que dichas piezas mantengan su posición en el fondo del surco, (Figura 10).
- c) **Inclinación del cuerpo completo.-** En algunos arados modernos, es posible cambiar la inclinación del cuerpo completo con relación al chasis del implemento. Existen tornillos para efectuar este ajuste (Figura 11). Según el manual de operación del implemento, se debe medir la distancia entre el chasis y la reja y hacer los ajustes correspondientes. Por supuesto, esta distancia tiene que ser igual para todos los cuerpos del arado.

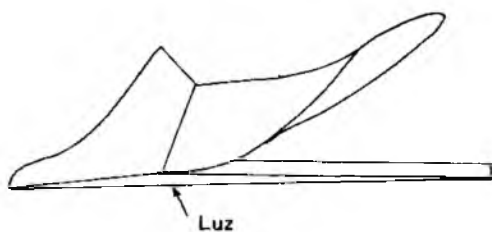


FIGURA 9. Succión del arado de vertedera.

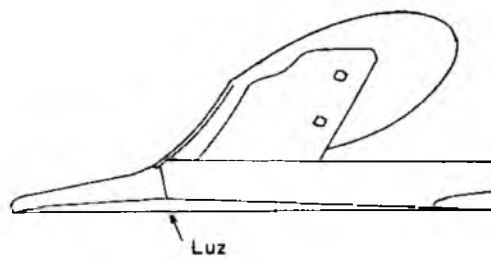


FIGURA 10. Inclinación del arado de vertedera.

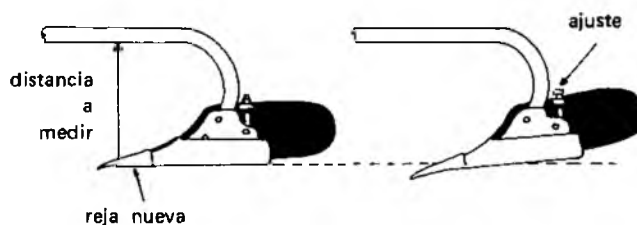


FIGURA 11. Inclinación del cuerpo completo. Arado de vertedera.

2.2.1.2. Ajuste de la cuchilla del disco antes del trabajo

En condiciones normales de suelo, el disco debe situarse al lado de la tierra no arada para dejar una luz de 9 a 16 mm entre la reja y el disco, (Figura 12 b).

Entre la parte baja del disco y la reja debe existir una luz de más o menos 25 mm, (Figura 12 a).

El eje del disco debe colocarse un poco atrás de la punta de la reja (la distancia depende de las condiciones del suelo). En suelo duro hay que levantar el disco y moverlo hacia atrás para que profundice el arado. En potreros, el disco tiene que ser movido hacia adelante para permitir que el pasto sea cortado y que opere la raseta antes de que suba el prisma del suelo por la vertedera.

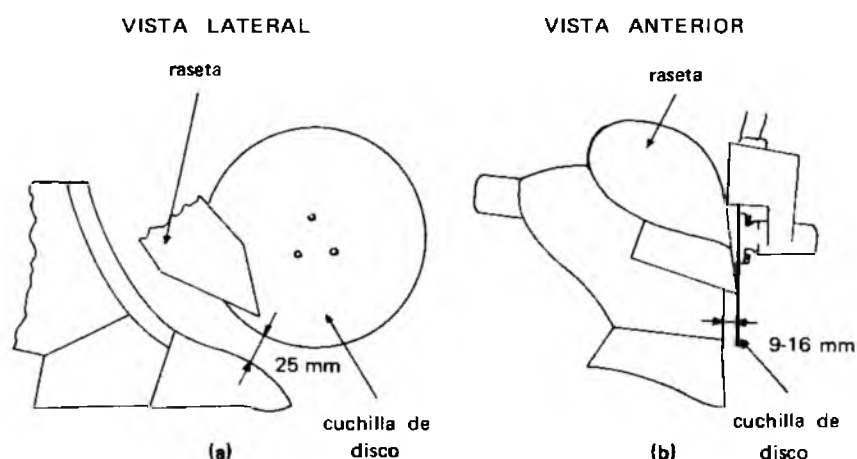


FIGURA 12. Ajustes de la raseta y cuchilla de discos

- a) Cuchilla encima de la reja
- b) Cuchilla al lado de la reja

En el caso de los arados con cuchillas sencillas, en vez de discos, éstos deben tener el punto de la cuchilla hacia adelante hasta formar un ángulo de 55° a 85° con el extremo del talón. Las cuchillas sencillas deben colocarse dejando una luz de 12 a 25 mm entre su punta y la reja; y, con respecto a la tierra no arada, a una distancia de más o menos 12 mm.

2.2.1.3. Ajuste de la raseta antes del trabajo

El problema más común, con las rasetas es que están ajustadas para cortar demasiado. Deben cortar aproximadamente 25 mm de la parte superficial del prisma del suelo y ubicarse hacia adelante para que corten antes de que el prisma empiece a levantarse, (Figura 12).

La punta de la raseta debe estar aproximadamente a 10 mm del disco, de esta manera, se puede trabajar sin bloqueos, en la preparación del suelo.

2.2.1.4. Ajuste en profundidad y ancho del trabajo

La relación entre ancho y profundidad del trabajo es importante, desde el punto de vista de inversión del prisma del suelo; una guía tentativa de esta relación presenta el Cuadro 1.

CUADRO 1. Relación entre profundidad y ancho de trabajo para los tres tipos principales de vertedera.

Tipo de vertedera	Relación profundidad/ancho
Corriente	7 : 10
Semi-cavadora	2 : 3
Cavadora	1 : 1

En términos generales, los prismas anchos pueden invertirse con mayor facilidad que los prismas angostos. Así por ejemplo, si se usa la vertedera corriente y el ancho del trabajo es de 20 cm, la profundidad de trabajo deberá ser de 14 cm.

Existen dos sistemas de control de profundidad de trabajo:

- El más común, es el sistema hidráulico del tractor, empleando fuerza controlada, que se explica en la serie didáctica No. 2 (Acople y control de los implementos en el tractor) del Departamento de Ingeniería Agrícola, INIAP.
- Para los arados que tienen rueda de profundidad, se selecciona la hondura del trabajo por medio del ajuste de dicha rueda.

2.2.1.5. Ajuste en el ancho del primer surco durante el trabajo

Para cambiar el ancho del primer surco hay dos ajustes importantes. Inicialmente, el ancho de la trocha del tractor tiene que ser correcta, (Figura 13). Los manuales de operación de todos los arados tienen datos sobre la trocha correcta del tractor. Para ajustes finos, el tractorista debe hacer girar el eje transversal del arado, lo que hace que la parte delantera se mueva a la izquierda o a la derecha, (Figura 1). Cuando se inicia el trabajo, el implemento se alinea en el tractor y el ancho del primer surco queda cambiado.

2.2.1.6. Ajuste en la nivelación del arado durante el trabajo

- Lateral.- El tractorista debe asegurarse que el chasis del arado esté paralelo a la superficie del suelo para que todos los cuerpos trabajen a la misma profundidad, (Figura 14 c). Si éste no es el caso, tiene que nivelarse el arado, empleando la caja de nivelación que se encuentra incorporada a la barra de soporte del brazo inferior derecho.
- Longitudinal.- La parte delantera del arado debe tener la misma altura sobre la superficie, que la parte trasera, (Figura 15 c). Si éste no es el caso, el tractorista debe cambiar el largo del tercer punto.

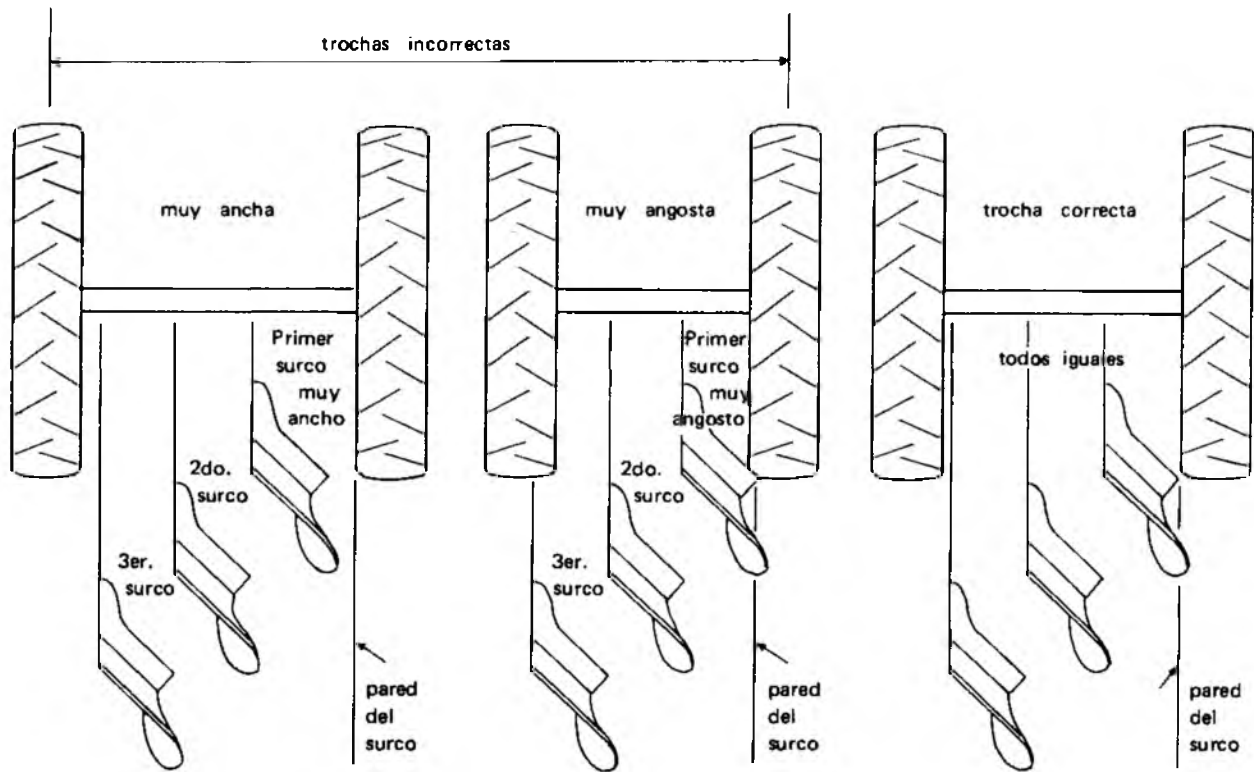


FIGURA 13. Efecto de la trocha de las ruedas motrices sobre el ancho del primer surco.

2.2.2. Ajustes en el arado de disco

Como siempre, para cada arado, el tractorista debe consultar el manual de operación. Los ajustes que se indican a continuación son los que pueden aplicarse, pero no en forma generalizada.

2.2.2.1. Ajustes de la rueda trasera o rueda guía antes del trabajo

En condiciones normales, el disco de la rueda guía debe profundizar más o menos 20 mm bajo la línea que dejan los discos del arado.

Este ajuste depende de la dureza del suelo. En un suelo suelto se debe profundizar más, la rueda, que en un suelo duro.

- Angulo con dirección de avance

La rueda guía debe inclinarse un poco hacia el suelo ya arado para su buen trabajo; de esta forma, se asegura que el implemento siga al tractor, sin moverse hacia el suelo no arado.

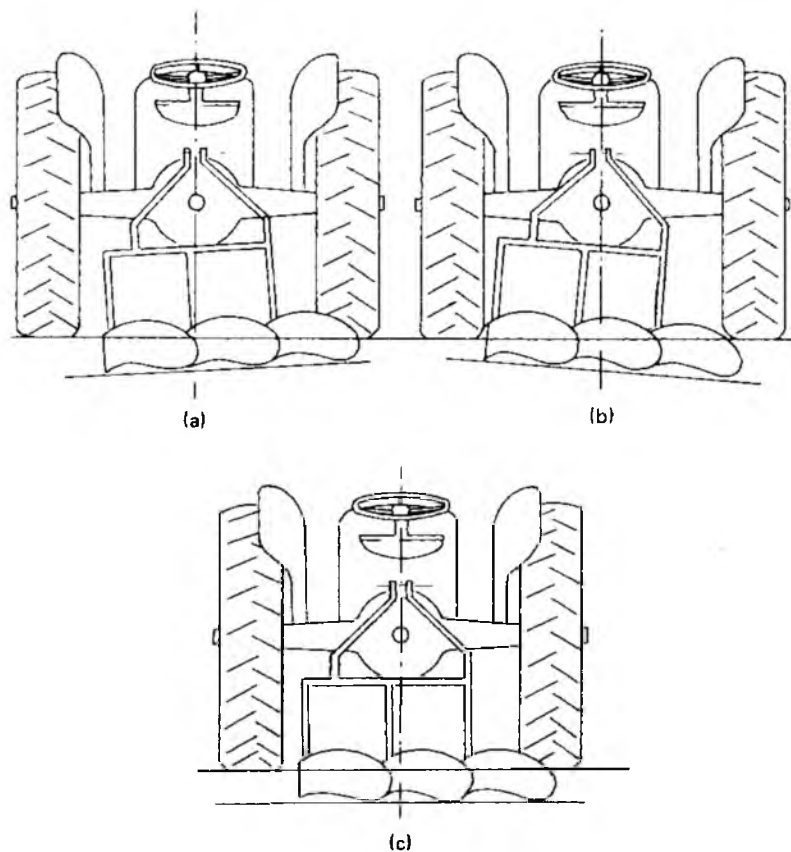


FIGURA 14. Nivelación lateral del arado

- a) Primer surco con poca profundidad
- b) Tercer surco con poca profundidad
- c) Arado nivelado.

– **Presión vertical**

En suelos sueltos se debe aumentar la presión en el resorte para que la rueda guía presione más hacia el suelo. Muchas veces, es posible aumentar la presión vertical de la rueda guía, añadiendo pesos a la misma.

– **Ubicación lateral**

La ubicación lateral de la rueda guía tiene un efecto sobre el ancho de corte del primer surco. Si se mueve la rueda hacia el suelo no arado, tiende a disminuir el ancho del corte del primer surco. Para aumentar el ancho de éste surco hay que mover la rueda hacia el suelo arado.

Muchos arados tienen el eje transversal acodado para efectuar cambios en el ancho de corte del primer surco; en este caso, siempre se debe ajustar la posición lateral de la rueda guía, después de realizar los ajustes del eje acodado para que éste siga el surco.

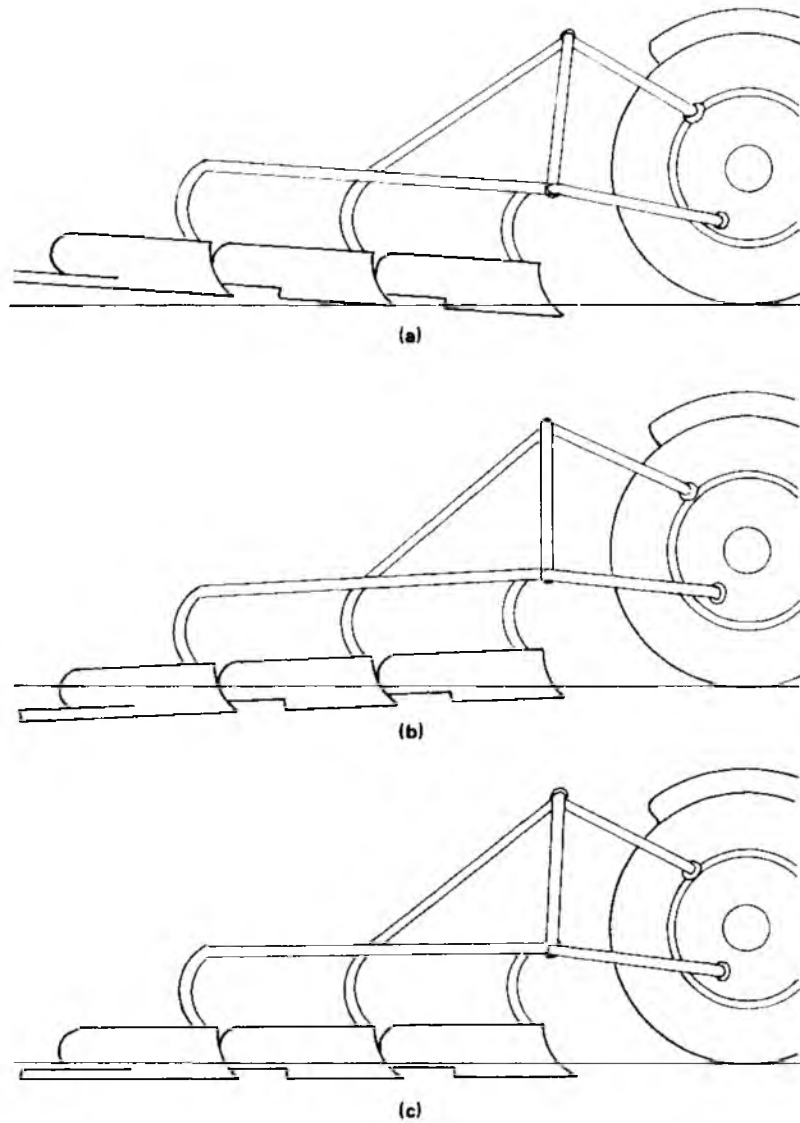


FIGURA 15. Nivelación longitudinal del arado

- a) Tercer punto muy corto
- b) Tercer punto muy largo
- c) Nivelado.

— Limpiador

El limpiador de la rueda trasera debe ubicarse lo más cerca posible de la rueda guía, pero sin tocarla.

2.2.2.2. Ajustes de los discos antes del trabajo.

Para una buena penetración de los discos se deben realizar ajustes en el ángulo de los mismos con relación a la dirección de avance. En suelo duro, por ejemplo, el ángulo se debe aumentar hasta un valor de 45° . En suelos sueltos, es aconsejable disminuir el ángulo (unos 5 u 8 grados), a fin de reducir la fuerza lateral que ejerce el suelo sobre el implemento; de esta manera, también se reduce la tendencia de la rueda trasera a saltar, del surco.

En suelos con alta pedregosidad se debe disminuir aún más el ángulo para que los discos pasen por sobre las rocas sin sufrir daños. La misma práctica se aconseja realizar en condiciones de mucha vegetación, para que pueda pasar los discos sin causar bloqueos en el implemento.

— Angulo vertical

El ajuste de este ángulo también es importante para una buena penetración de los discos, y debe tener entre los 15° y 25° , (Figura 7).

Cuando se aumenta el ángulo de 15° a 25° , se incrementa la inversión del suelo, el esfuerzo de arrastre aumenta y disminuye la capacidad de penetración de los discos.

— Limpiador

La función de éste es limpiar los discos y ayudar a invertir el prisma del suelo. Los limpiadores deben colocarse cerca del centro del disco, casi tocándolo. La luz entre la parte exterior del limpiador y el disco debe ser de unos 5 o 6 mm.

El ajuste vertical de los limpiadores está determinado por la profundidad de trabajo; si se ara a profundidad, se debe levantar el limpiador.

2.2.2.3. Ajuste de la nivelación del arado

El arado debe nivelarse lateral y longitudinalmente, al igual que en los arados de vertedera.

2.2.3. Ajuste en el arado de cincel

Una de las ventajas de este implemento es que casi no requiere de ajustes.

Antes del trabajo, únicamente hay que revisar que no estén sueltos los pernos. Durante el trabajo, la nivelación lateral y longitudinal es igual que para arados de vertedera o de discos; cuando hay demasiado esfuerzo de arrastre, sólo se tiene que sacar una o más rejas.

2.3. Mantenimiento

2.3.1. Arado de vertedera

2.3.1.1. Distorsión del chasis

Muchos de los problemas que se presentan para arar correctamente se deben a distorsiones del chasis en el arado, las mismas que pueden ser: verticales y/o laterales.

Es aconsejable revisar el arado anualmente para controlar que cada cuerpo esté en la misma posición, con respecto a los demás.

- Distorsión vertical

Esta se presenta cuando uno o varios cuerpos tienen diferencias en la distancia entre la punta de la reja y el soporte del cuerpo, (Figura 16). Para comprobar tal distorsión, se utiliza una reja nueva y se compara, en cada cuerpo, la distancia vertical; esta prueba debe hacerse sobre un piso

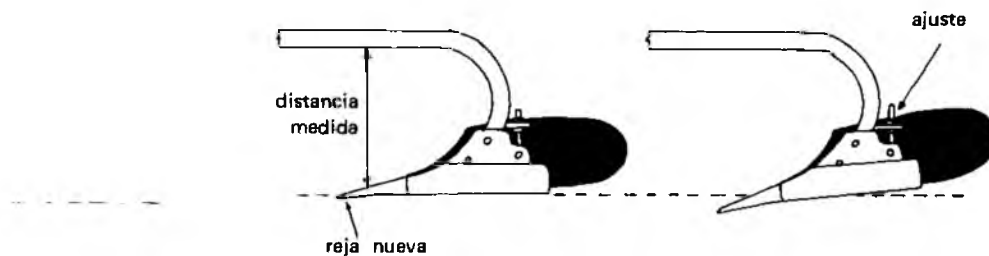


FIGURA 16. Revisión de distorsión del chasis

nivelado. Si hay distorsión, se debe ajustar la inclinación de los cuerpos. En algunos arados existe un mecanismo de ajuste, pero, si no hay el rango de inclinación necesario, se tiene que sacar el soporte del cuerpo para enderezarlo. De todas formas, cuando la medida es igual para todos los cuerpos, los talones deben sentarse horizontalmente sobre el piso; si algunos no lo hacen, significa que hay soportes doblados, (Figura 17).

- Distorsión lateral

A veces, los soportes se tuercen lateralmente en especial los de la parte posterior del arado y, para averiguar si cada cuerpo está nivelado, se pone una plomada en el soporte del cuerpo sobre la punta de la reja. La distancia que deja la plomada entre la reja y el talón, (Figura 18) debe ser igual en cada cuerpo.

Para revisar las posiciones relativas de los cuerpos, se trazan líneas rectas en base al talón de cada uno. Las líneas deben ser paralelas y la distancia entre cada una de ellas tiene que ser igual, (Figura 19).

2.3.1.2. Cuchillas de disco

Anualmente se debe sacar los rulimanes de las cuchillas y lavarlos con kerex. Si existe un juego y no hay ajuste, se debe renovarlos. Siempre hay que untar los rulimanes con grasa nueva, antes de colocarlos.

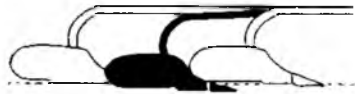


FIGURA 17. Chasis doblado.

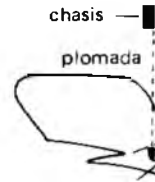


FIGURA 18. Chequeo para observar la distorsión lateral.

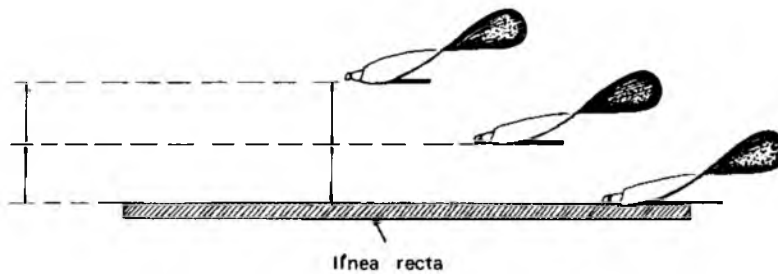


FIGURA 19. Revisión de las posiciones relativas de los cuerpos

2.3.1.3. Rueda de profundidad

Si el arado lleva una rueda de profundidad, tiene que darse la misma atención a su rulimán, como en el caso de las cuchillas de disco.

2.3.1.4. Partes sujetas al desgaste

Todas las partes gastadas, tales como: cuchillas, vertedera, talones y rejas, deben reemplazarse antes de que se dañe el arado.

2.3.1.5. Lubricación

La lubricación de los graseros debe hacerse con la frecuencia que recomienda el fabricante. Generalmente, es necesario engrasar los rulimanes de las cuchillas dos veces al día; el rulimán de la rueda de profundidad una vez al día, y los tornillos de ajuste del eje transversal y rueda de profundidad, una vez cada semana.

2.3.1.6. Protección después del trabajo

La protección debe hacerse cada día, cubriendo con aceite usado, las partes brillantes del arado (vertedera, reja, disco, etc.). Cuando el implemento no va a ser usado durante algún tiempo, debe aplicarse grasa a las partes ya indicadas y a los pasadores del enganche a los tres puntos.

2.3.2. Arado de disco

2.3.2.1. Distorsión del chasis y soportes

En los arados de discos se aplican las mismas reglas que en el caso de los arados de vertedera. Es decir, se debe chequear que los soportes no estén torcidos lateral ni longitudinalmente, al igual que el chasis.

- Distorsión vertical

Para revisar la distancia entre el chasis y el punto de contacto del disco con el piso, se deben utilizar discos nuevos, o por lo menos discos gastados por igual; la distancia debe ser similar en todos los casos.

Generalmente, el chasis en sí, no se tuerce, sino los soportes; pero, si existe distorsión vertical hay que inspeccionar ambas partes.

- Distorsión lateral

Para observar si los soportes están torcidos lateralmente, hay que hacer dos chequeos, como en los arados de vertedera:

- a) Se pone una línea a plomada desde el chasis hasta el disco; la que debe tener la misma distancia al centro del disco, en cada uno de ellos. Lógicamente, la línea a plomada debe ubicarse en la misma posición y distancia en el chasis, para cada disco.
- b) Para revisar las posiciones relativas de los discos, se señala en el piso el punto de contacto. Luego se marca líneas paralelas que pasen por estos puntos. Las distancias entre las líneas tienen que ser iguales, de lo contrario, existe distorsión en el arado.

2.3.2.2. Discos

Es importante mantener los bordes de los discos afilados, caso contrario, el arado tendrá problemas al penetrar en suelos duros y el esfuerzo de arrastre será mayor.

El rulimán del disco debe lubricarse según las recomendaciones del fabricante. Si los rulimanes son sellados, éstos deben ser reemplazados cuando presenten juego o desgaste.

2.3.2.3. Protección después del trabajo

Las recomendaciones para la protección del arado de disco son iguales que en el arado de vertedera. (Ver 2.3.1.6.).

2.3.3. Arado de cincel

2.3.3.1. Rejas

Las rejas deben limpiarse y cubrirse con aceite para evitar la corrosión, después del trabajo. Cuando se guarda el implemento por mucho tiempo, las rejas y los pasadores deben cubrirse con grasa para evitar la oxidación. En caso de que las rejas estén deterioradas, es muy importante cambiarlas antes de que ocasionen daños a los soportes.

2.3.3.2. Lubricación

La única labor que se debe hacer es lubricar el rulimán de la rueda de profundidad, si ésta existe.

3. SISTEMAS PARA ARAR

Los sistemas de arar que se describen a continuación, son aplicables con arados de vertedera y de disco convencionales, y no son útiles para arados reversibles. Estos sistemas son sencillos, anotando que existen otros sistemas más complicados, válidos para personal experimentado.

3.1. Arar en secciones

Cuando se trabaja con un arado convencional, éste siempre deja un surco a su derecha; por lo tanto, es necesario arar el terreno por un lado y regresar por el otro. Existen dos sistemas para realizar ésta labor:

- a) Arar alrededor de un camellón
- b) Arar entre camellones.

a) Arar alrededor de un camellón.- Cuando se ara alrededor de un camellón, el tractor gira a la derecha cada vez que se encuentra con la cabecera del terreno. Cuando los prismas del suelo asentados en una dirección, se encuentran con sus contrarios, se forma un camellón, (Figura 20).

b) Arar entre camellones.- Cuando se ara entre camellones, el tractor gira a la izquierda cada vez que encuentra la cabecera del terreno. Al terminar esta labor y al encontrarse los camellones, éstos forman una zanja, (Figura 21).

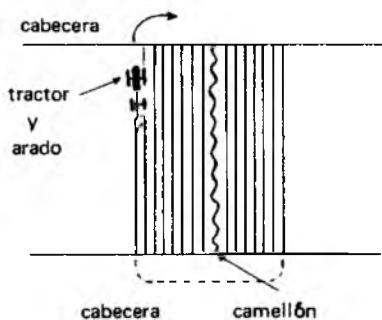


FIGURA 20. Arar alrededor del camellón

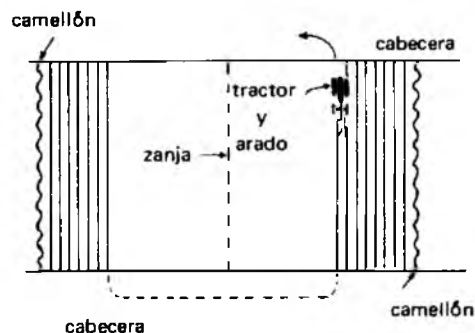


FIGURA 21. Arar entre camellones.

3.1.1. Secuencias del trabajo

Las secuencias son las siguientes:

- a) Marcar la cabecera con un surco de poca profundidad.
- b) Formar camellones.
- c) Arar entre camellones.
- d) Arar alrededor de los camellones.
- e) Arar las cabeceras.

a) **Marcar la cabecera.-** La cabecera debe marcarse con un surco guía de poca profundidad, (aproximadamente 6 cm) hecho por el último cuerpo del arado. El prisma del suelo debe voltearse hacia el borde del terreno, para que el arado entre fácilmente al comenzar cada paso sobre el terreno. El ancho de la cabecera debe ser aproximadamente 8 m, dependiendo del tamaño del tractor e implemento.

b) **Formar camellones.-** Antes de la formación de camellones, se debe tomar en cuenta la dirección del trabajo y la distancia entre ellos. La dirección del trabajo dependerá de la forma que tenga el terreno; como regla general se deben formar los camellones paralelos a los bordes más largos del terreno. En terrenos inclinados, es mejor arar en sentido perpendicular a la pendiente para evitar la erosión del suelo. Cuando existen zanjales de arados anteriores, deben formarse los camellones en esos sitios.

La distancia entre camellones depende del número de cuerpos del arado. Como regla general, el ancho debe ser de 10 m para cada cuerpo del arado. Si se deja demasiada distancia, entre los camellones, se pierde tiempo en dar las vueltas; si la distancia es reducida, hay pérdida de tiempo en formar los camellones.

La distancia, entre el surco guía y el primer camellón, debe ser $\frac{3}{4}$ de lo calculado para el arado, y deberá estar marcada con estacas.

El arado tiene que ajustarse para hacer su primer surco a más o menos 6 cm de profundidad, utilizando el tirante ajustable del tractor. Al virar en la cabecera, el tractor deberá regresar pisando con sus llantas derechas el primer prisma del suelo, realizado en el primer paso. De ésta manera, se tapa dos veces la parte de suelo que no queda arado debajo del primer surco, que se hizo durante el primer paso del arado. Todos los demás camellones se hacen de la misma forma que el primero.

c) **Arar entre camellones.-** Una vez que se han hecho todos los camellones, se ajusta el arado para que los surcos tengan la misma profundidad. De ésta manera, se puede empezar a arar entre el primer camellón y el surco guía de la cabecera, (Figura 22 b). Esta labor, debe hacerse hasta $\frac{1}{4}$ de la distancia calculada entre camellones.

El último cuerpo del arado debe levantarse, (alargando el tirante ajustable del tractor) al efectuar su último paso en el lado del surco guía, con el fin de hacer un surco de 8 a 10 cm de profundidad.

d) **Arar alrededor de los camellones.-** El tractor tiene que girar a la derecha para arar alrededor del primer camellón, (Figura 22 c), hasta que se termine la primera franja, pero al mismo tiempo se ha arado $\frac{1}{4}$ de la segunda franja. Los $\frac{3}{4}$ restantes, de la segunda franja, se proceden a arar de la misma manera que en la primera y así sucesivamente con las otras.

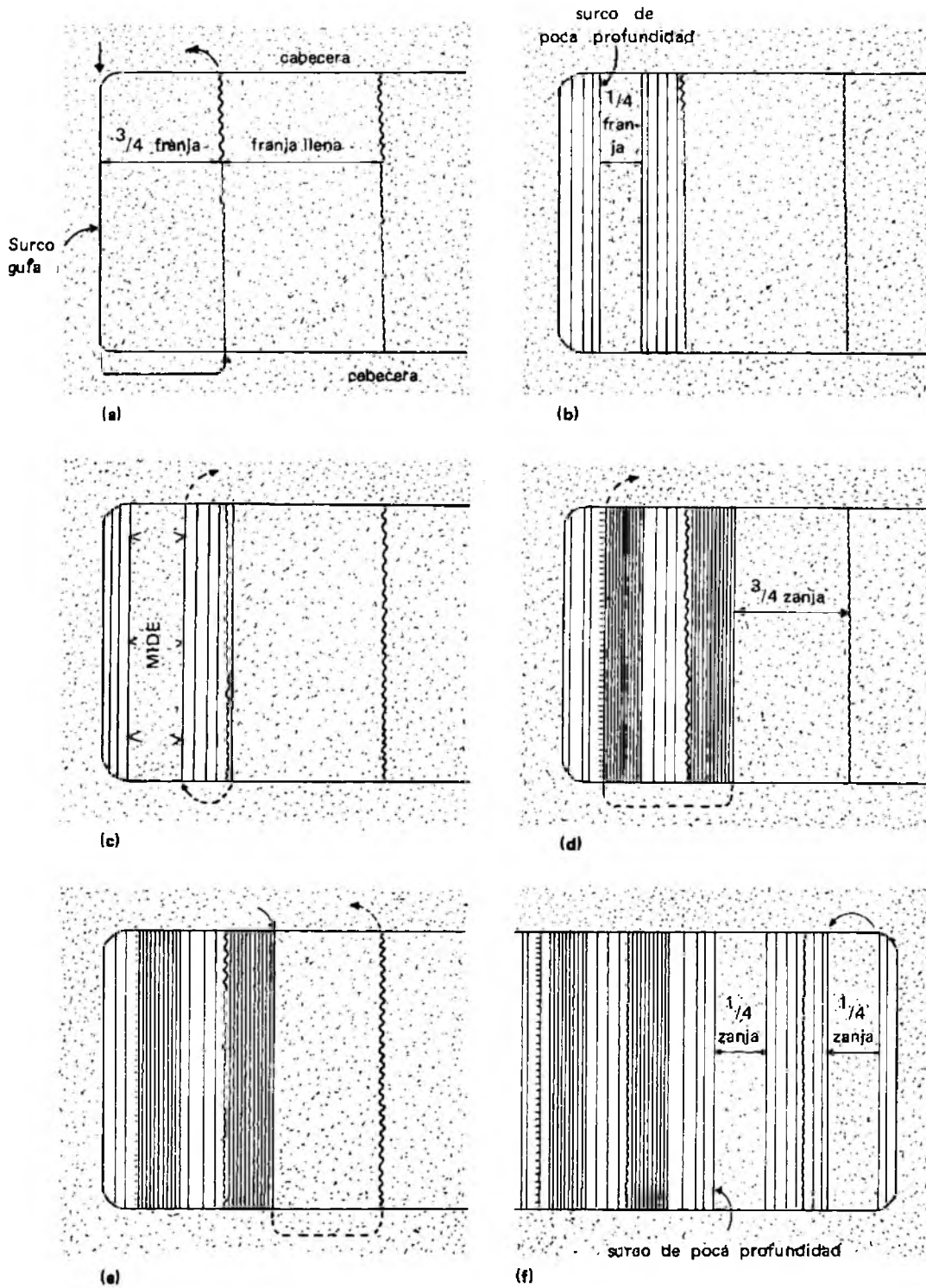


FIGURA 22. Arar en secciones.

Para terminar de arar el terreno, la distancia de la última franja debe ser de $\frac{1}{4}$ de las anteriores. En la práctica, esto ocurre pocas veces y se debe arar entre el último camellón y el surco guía de la cabecera, hasta que quede $\frac{1}{4}$ de franja. Después, se ara alrededor del último camellón, (Figura 22 f).

La labor final de arar alrededor de los camellones, es la parte más difícil en éste sistema, pero hay algunas reglas que facilitan esta operación, (Figura 23) y son las siguientes:

Primera.- Dejar siempre durante el último paso, cuando se ara entre camellones, un surco de poca profundidad a un lado de la franja.

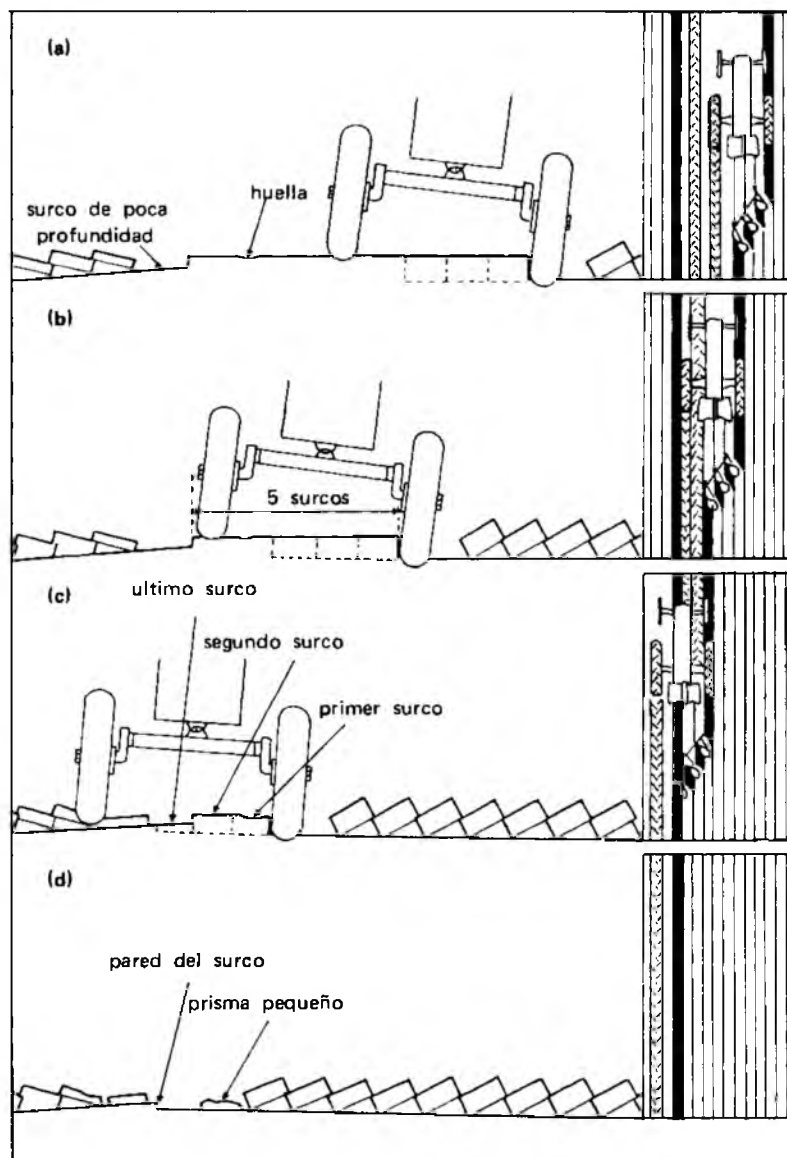


FIGURA 23. Como hacer las zanjas

Segunda.- Los surcos deben ser rectos y paralelos, para dejar una franja de tierra con un ancho constante.

Tercera.- Disminuir el ancho de la franja hasta que tenga una distancia igual a la de un cuerpo menos de lo que tiene el arado. Por ejemplo, para un arado de tres cuerpos con un ancho de 33 cm cada uno, tiene que dejarse una franja de 66 cm, (Figura 23 b).

Esta labor se hace pasando las llantas izquierdas del tractor entre el surco de poca profundidad y la huella dejada durante el último paso.

Cuarta.- Con los primeros cuerpos del arado se debe arar la franja de tierra restante. El último cuerpo debe levantarse para que deje un surco de más o menos 6 cm de profundidad.

e) Arar las cabeceras.- La dirección de arar tiene que cambiarse cada año para que no quede una zanja o un camellón al borde del terreno. Es decir, si en un año se ara virando el prisma del suelo hacia el centro del terreno; en el próximo año, se vira dicho prisma hacia el borde del terreno.

- Volteando el prisma del suelo hacia el centro del terreno.- Esta labor se inicia en uno de los bordes del terreno arado. Cuando se acerca a una esquina del mismo, hay que pasarse 1 m; luego se levanta el implemento para girar el tractor y empezar a arar 1 m antes del otro lado del terreno y, así sucesivamente, (Figura 24).

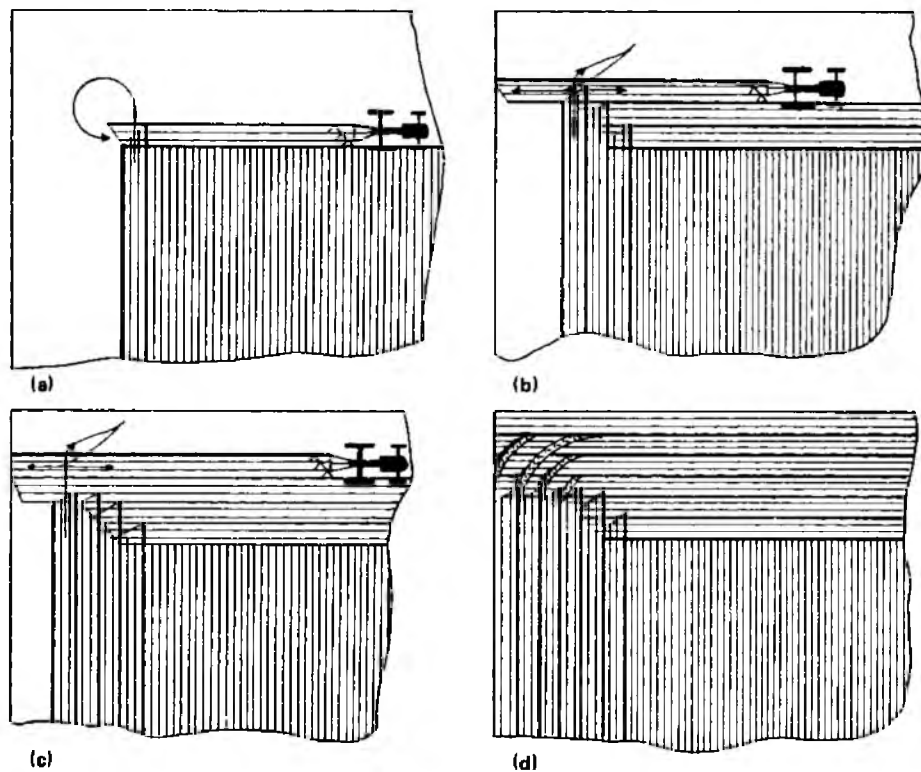


FIGURA 24. Arar las cabeceras, volteando el suelo hacia el centro del terreno.

— Volteando el prisma del suelo hacia el borde del terreno.- Este sistema se inicia en uno de los bordes del terreno. Cuando el tractor se acerca a una esquina, el arado debe levantarse dejando el espacio justo para dar la vuelta; luego, el tractor debe retroceder hasta el borde del terreno y continuar arando. El proceso debe repetirse en cada esquina del terreno hasta arar todas las cabeceras. En este sistema, sin embargo, queda sin arar una sección triangular en cada esquina, la misma que se ara al final, (Figura 25).

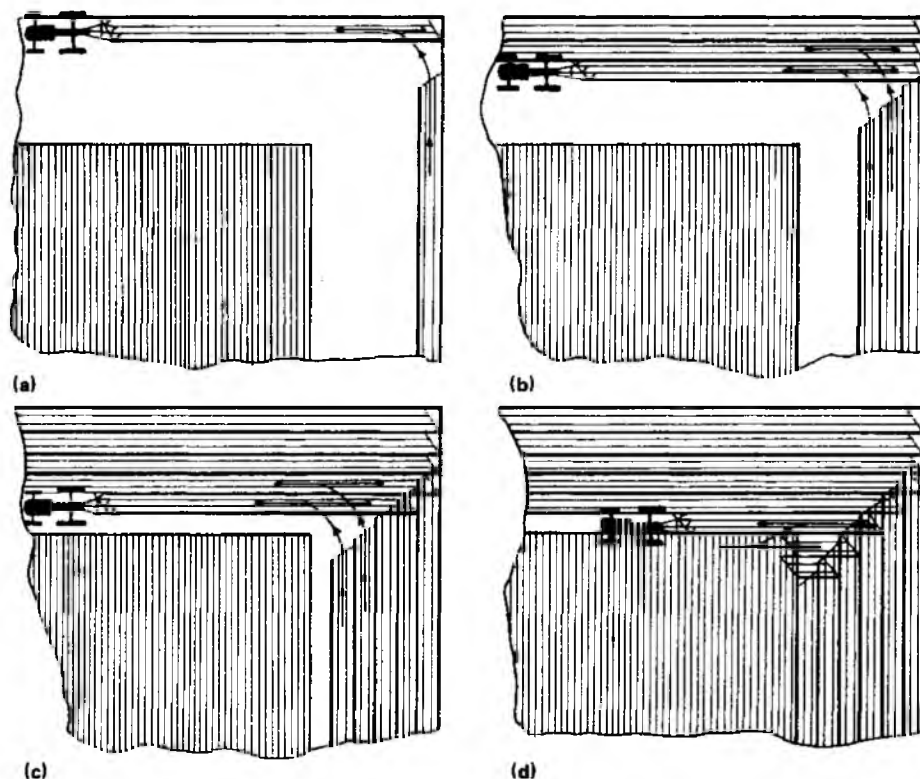


FIGURA 25. Arar las cabeceras
Volteando el suelo hacia el borde del terreno.

3.2. Arar en escuadra

Este sistema tiene ventajas y desventajas en relación al anterior.

a) Ventajas:

- La superficie del terreno queda más plana porque hay menos camellones y zanjas.
- El trabajo se hace más rápido ya que se demora menos tiempo en marcar el terreno y en hacer los camellones.
- El sistema es fácil y sencillo.

b) Desventajas:

- Las esquinas no quedan tan planas como el resto del terreno; puesto que, en esta región, hay que arar el suelo dos veces.
- Algunas ocasiones, cuando se ara potreros, se deja una línea de vegetación no enterrada en las esquinas, porque el suelo es arado dos veces.
- Es imposible rastrar a 90° con relación a los surcos que quedan después de arar.

Existen dos sistemas para arar en escuadra:

3.2.1. Empezando en el centro y arando hacia afuera

3.2.2. Empezando al borde y trabajando hacia el centro

Estos sistemas deben alternarse anualmente para mantener el terreno nivelado.

3.2.1. Empezando en el centro

Antes de utilizar este sistema, es necesario marcar en el centro del terreno una superficie de $1/2$ ha, aproximadamente, con una forma igual a la del terreno que se va a arar, (Figura 26 a); ésta superficie debe marcarse con un surco que se lo hace de la siguiente manera:

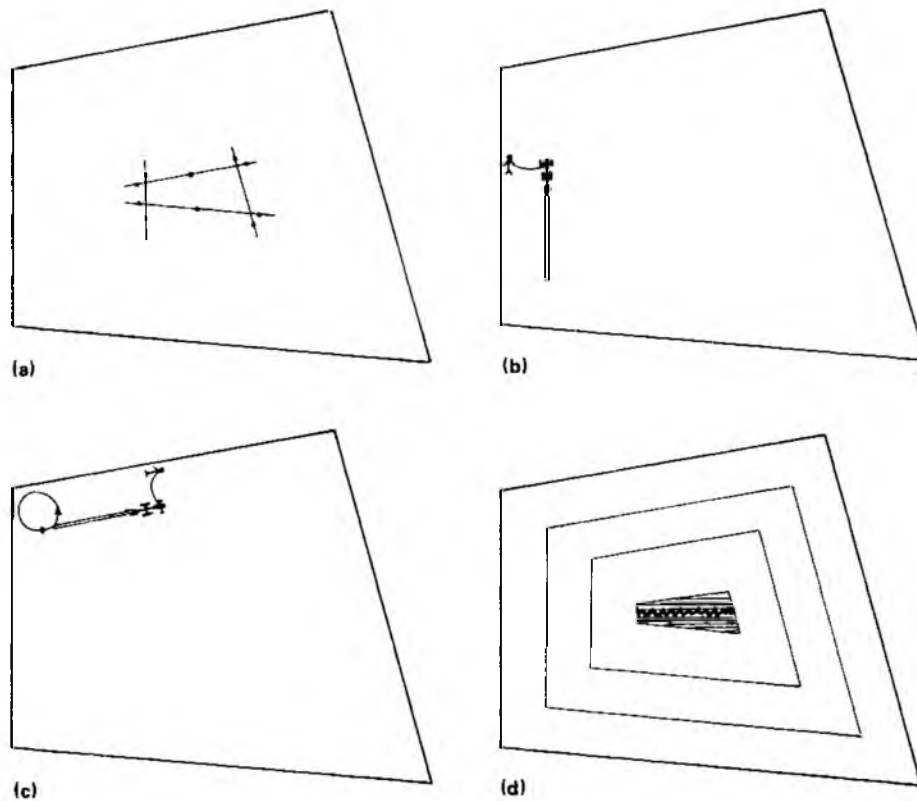


FIGURA 26. Arar en escuadra
Empezando en el centro.

Un hombre con el extremo de una cuerda de más o menos 20 m de largo, debe caminar siguiendo el borde del terreno, mientras que el tractorista tiene el otro extremo de la cuerda y va marcando un surco de 6 cm de profundidad con el último cuerpo del arado, (Figuras 26 b y c).

Una vez hecho el surco alrededor del terreno, se repite el proceso hasta que quede una superficie de aproximadamente 1/2 ha en el centro del terreno. Esta superficie se ara poniendo un camellón en la mitad y luego se ara alrededor de éste, (Figura 26 d). Una vez terminada la parte central, se ara alrededor de ésta, siguiendo la forma del terreno, (Figura 27 a).

En cada esquina se ara 1 m más que el surco anterior y, así hay una pequeña porción del terreno que es arado dos veces.

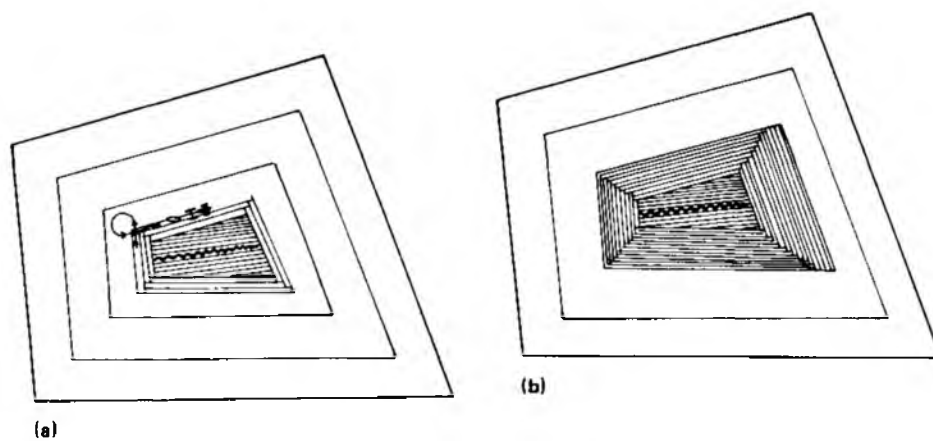


FIGURA 27. Arar en escuadra.
Terminando el trabajo del centro hacia el borde.

De esta manera, se continúa hasta que se encuentren los surcos marcadores; aquí se debe asegurar que el trabajo siga a la línea marcada con anterioridad. De no realizar los ajustes en el centro del terreno, los errores pequeños se magnifican y causan problemas serios al terminar de arar el terreno.

3.2.2. Empezando al borde del terreno

En este sistema no hay que marcar el terreno; los primeros surcos se hacen siguiendo el borde del mismo, (Figura 28 a).

En las esquinas, el arado se levanta cuando todavía hay suficiente espacio para dar la vuelta, (Figura 28 b). Después de dar la vuelta, el tractor retrocede hasta que el arado esté sobre el borde del terreno y se empieza a arar el otro borde. Esta operación, se repite en todas las esquinas hasta unir el trabajo de un lado con el del próximo, (Figura 28 c). Desde luego, el tractor debe retroceder, hasta que el arado esté sobre el suelo trabajado en la anterior vuelta, (Figura 28 d).

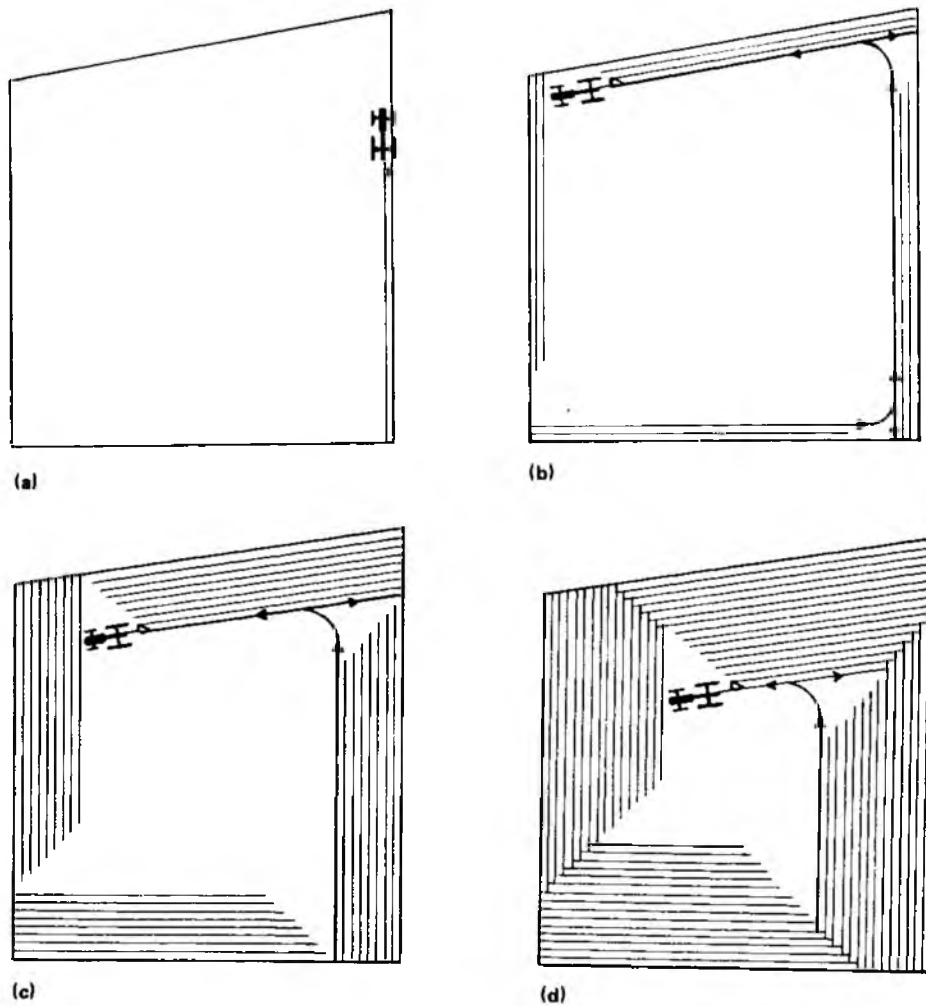
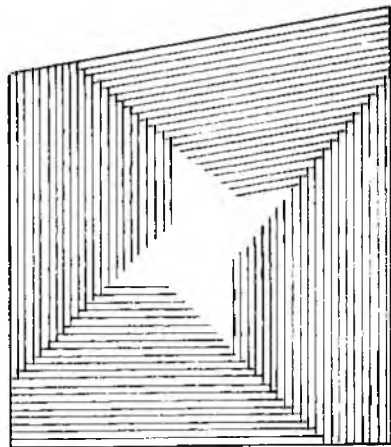


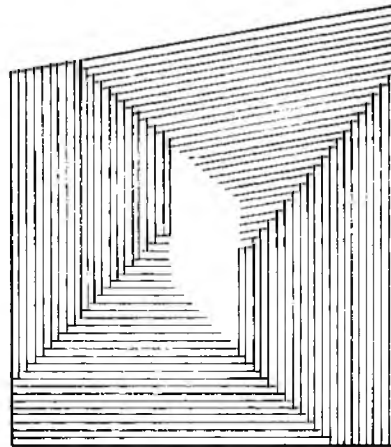
FIGURA 28. Arar en escuadra
Empezando al borde del terreno.

Cuando en el centro queda una superficie demasiado pequeña para seguir con el tractor por los bordes del terreno, es necesario arar dos esquinas opuestas de esta superficie irregular, (Figuras 29 a y 29 b). con el tractor en retro. Una vez que se tiene un área regular, (Figura 29 b) se puede arar esta parte central siguiendo cualquiera de los dos sistemas que a continuación se detalla:

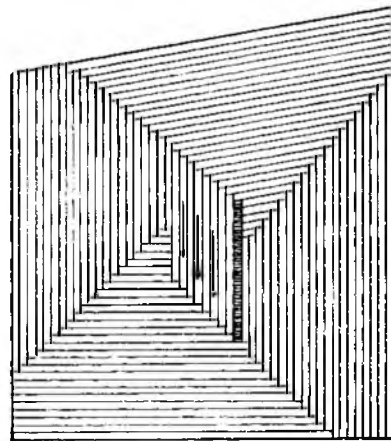
- a) Se ara en el mismo sentido desde uno de los bordes largos de la superficie central hasta completarla, (Figura 29 c).
- b) Si la parte central es relativamente larga, es mejor ararla en los dos sentidos dejando una zanja en el centro, (Figura 29 d).



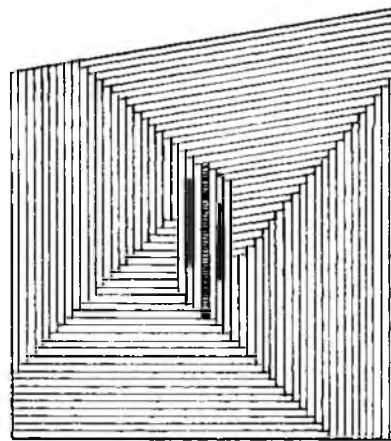
(a)



(b)



(c)



(d)

**FIGURA 29. Arar en escuadra
Empezando al borde.
Formas de terminar.**

3.3. Arar con arado reversible

Inicialmente hay que marcar la cabecera, que debe tener un ancho de aproximadamente 10 m para que pueda girar el tractor completamente.

La labor de arado se inicia en uno de los bordes hasta llegar al opuesto; luego, se gira el tractor y se continúa trabajando en el último surco realizado; y así, sucesivamente hasta completar el terreno.

Al trabajar con este tipo de arado, es importante asegurarse que la presión de las llantas motrices del tractor sea la misma, para asegurar uniformidad durante el trabajo. Finalmente, se ara la cabecera como ya se describió. (3.1.1. Arar las cabeceras).

B I B L I O G R A F I A

1. *ASHBURNER, J.E.* (1977) Acople y control de los implementos en el tractor. Serie Didáctica No. 2. Departamento de Ingeniería Agrícola - INIAP.
2. *BOSHOFF, W. H.* (1968) Using Field Machinery. London O.U.P.
3. *CULPIN, C.* (1969) Farm Machinery. London Crosby Lockood.
4. *DAVIES, D.B., EAGLE, D.J., FINNEY, J.B.* (1972) Soil Management. Farming Press Ltd. Ipswich.
5. *HAWKINS, J.C.* (1940) Tractor ploughing. H.M.S.O. London.
6. *ZUAZUA, A.B.* (1972) Manual práctico del Mecánico Agrícola. Tomo II. Máquinas Agrícolas. Madrid. Publicaciones de Extensión Agraria.

PRODUCCION:
DEPARTAMENTO DE COMUNICACION DEL INIAP D-36
Casilla 2600 - Quito-Ecuador
Agosto, 1979 - SIP-010
Serie Didáctica No. 3
Editor: Lcdo. Gerardo Heredia Ll.
Impresión: INIAP
CdeA.