



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería

**INTRODUCCION AL ESTUDIO
DE LA MAQUINARIA AGRICOLA
SEGUNDA PARTE**

T E S I S

Que para obtener el título de:

Ingeniero Mecánico Electricista

presentan:

Héctor Morán Canizal

Gilberto García Rendón



MEXICO, D. F.

1984



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

INTRODUCCION.

CAPITULO PRIMERO:

HISTORIA DE LA LABRANZA Y SUS PRINCIPIOS 1

CAPITULO SEGUNDO:

EQUIPO PARA LABORES PRIMARIAS 24

CAPITULO TERCERO:

EQUIPO PARA LABORES SECUNDARIAS 153

CAPITULO CUARTO:

MAQUINAS SEMBRADORAS 191

CAPITULO QUINTO:

EQUIPO PARA DESTRUCCION DE MALAS HIERBAS 245

CAPITULO SEXTO:

EQUIPO PULVERIZADOR Y EXPOLVOREADOR 279

CAPITULO SEPTIMO:

MAQUINARIA PARA DISTRIBUIR FERTILIZANTES 317

CAPITULO OCTAVO:

ASPECTOS INICIALES PARA LA FABRICACION DE EQUIPOS
AGRICOLAS EN MEXICO 350

CAPITULO NOVENO:

IMPORTANCIA SOCIO-ECONOMICA DE LA INDUSTRIALIZACION
DE EQUIPO AGRICOLA EN MEXICO 361

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

I N T R O D U C C I O N

Con el presente estudio, se pretende resaltar la importancia que tiene todo equipo o implemento utilizado en las diferentes fases de la producción agrícola. En otras palabras es una introducción al estudio de la maquinaria agrícola que se emplea desde la preparación de una cama de siembra, hasta la fase correspondiente a la fertilización del terreno.

En el primer capítulo, se hace una reseña de la evolución que sufrieron los diferentes aperos durante el desarrollo del hombre. Puesto que desde sus inicios, el hombre tuvo la necesidad de satisfacer su alimentación a base del cultivo de productos vegetales. Se describe también en términos generales, los principios por los que se rigen las técnicas de la labranza y como una sección complementaria a éste, se elabora una sencilla clasificación de los distintos tipos de suelos para la agricultura.

En los capítulos subsecuentes, se describen los equipos utilizados en las diferentes etapas que se realizan durante un cultivo de productos agrícolas. Las etapas de la labranza se clasificaron en este estudio como: labores primarias, labores secundarias, siembra, destrucción de malas hierbas, destrucción de plagas y fertilización. Este ordenamiento, no implica que sea estrictamente llevado a cabo, ya que en ocasiones existen factores que cambian o eliminan algunas de estas etapas. Básicamente se eligió como mero convencionalismo para adoptar una secuencia en nuestro estudio.

El contenido de estos capítulos se desarrolló mediante la siguiente secuencia:

- Objetivo del uso del implemento.
- Clasificación de acuerdo a su principio de operación.
- Descripción.

- Usos

- Ventajas y desventajas.

En los dos últimos capítulos, se estudia brevemente el proceso más general - para fabricar a pequeña escala, los implementos descritos a través de esta - tesis; se establecen los conceptos iniciales para la toma de decisión, a fin de llevar a cabo un proyecto de fabricación. Enseguida, se hace ver la importancia socio-económica de un modelo, para industrializar los bienes de capital que se utilizarían en la modernización de la agricultura del país, de -- acuerdo a las necesidades y recursos existentes para lograr una autosuficiencia básica en alimentos, tendientes a mejorar las condiciones infrahumanas - de la población rural, así como la dieta alimenticia de la población en general.

CAPITULO PRIMERO

HISTORIA DE LA LABRANZA Y SUS PRINCIPIOS

" Desde la Edad de Piedra, la agricultura ha debido pasar por distintas etapas de desarrollo y aunque como industria primaria, aún sigue siendo nuestra fuente primordial de abastecimiento de productos alimenticios. La necesidad de impulsar la productividad de la tierra por medio de mejoras científicas le presenta al agricultor una gran variedad de problemas que prácticamente le sería imposible de resolverlos por sí mismo. "

A) HISTORIA.

Los principios de la labranza se remontan a la creación del ser humano, ya que como nos dice la Biblia: "Jehová expulsó a Adán del Paraíso Terrenal para que labrase la Tierra de que fué formado." No obstante se le quiera dar algún sentido figurado a este relato sagrado, nos puede dar ciertos indicios de la antigüedad de las actividades agrícolas del hombre.

Existe la vieja hipótesis de que las principales labores que realizaron los pueblos primitivos se llevaron a cabo mediante la conocida secuencia de que primero pueblos cazadores, después pueblos pastores y por último, pueblos agricultores. Dicha teoría debería ser desechada en base a que los primeros hombres no podían alimentarse exclusivamente de la carne, sino de productos vegetales primordialmente.

Podemos afirmar, que la primera herramienta que se utilizó para la labranza en su forma más rudimentaria fué una rama arrancada de un árbol, a la cual se le dió forma de estaca ahuzada en su punta para escarbar en el terreno - (fig. 1-1). Posteriormente el hombre descubrió el fuego y aprendió a conformar estacas en forma de horquilla, mediante el corte con herramientas de piedra, clavando el extremo más agudo en la tierra y aplicando tiro humano en el extremo opuesto.

Fué así como este palo puntiagudo era la única herramienta con que hicieron sus labores agrícolas. Poco después se perfeccionó un poco, al fijar un contrapeso de piedra en su centro, con lo cual se mejoró bastante la penetración de la azada con un menor esfuerzo humano.

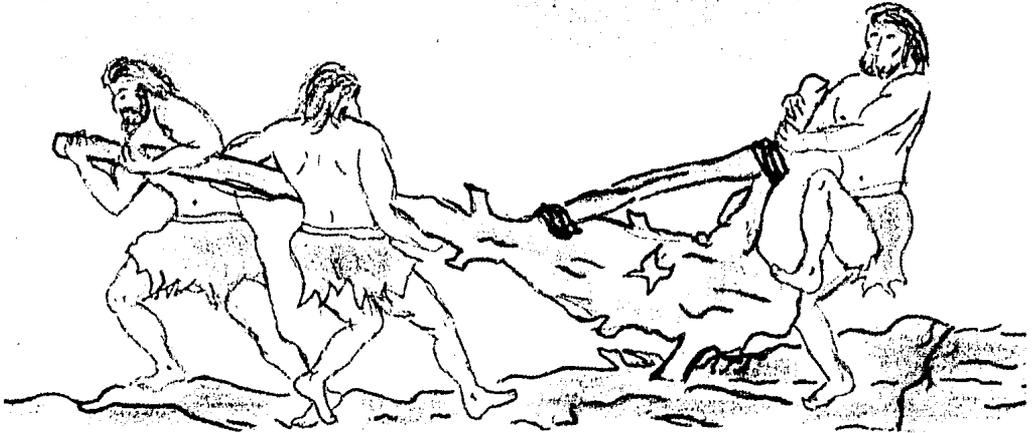


Fig. 1- 1 El Primer arado debía consistir de una rama de árbol bifurcada unos 6,000 años A.C.

El siguiente paso fué la aparición del arado. Su invención se atribuye, según libros sagrados de la China, al emperador Chin-Noung, aproximadamente - 3,200 años A.C., aunque háy ciertas controversias debido a que por esas épocas los pueblos egipcios ya labraban sus tierras mediante el arado (fig. -- 1- 2); al igual que los griegos, atribuían la invención de la agricultura y el arado a Triptolamo, a quien la diosa Ceres le encomendó la enseñanza a - su pueblo del cultivo de la tierra.

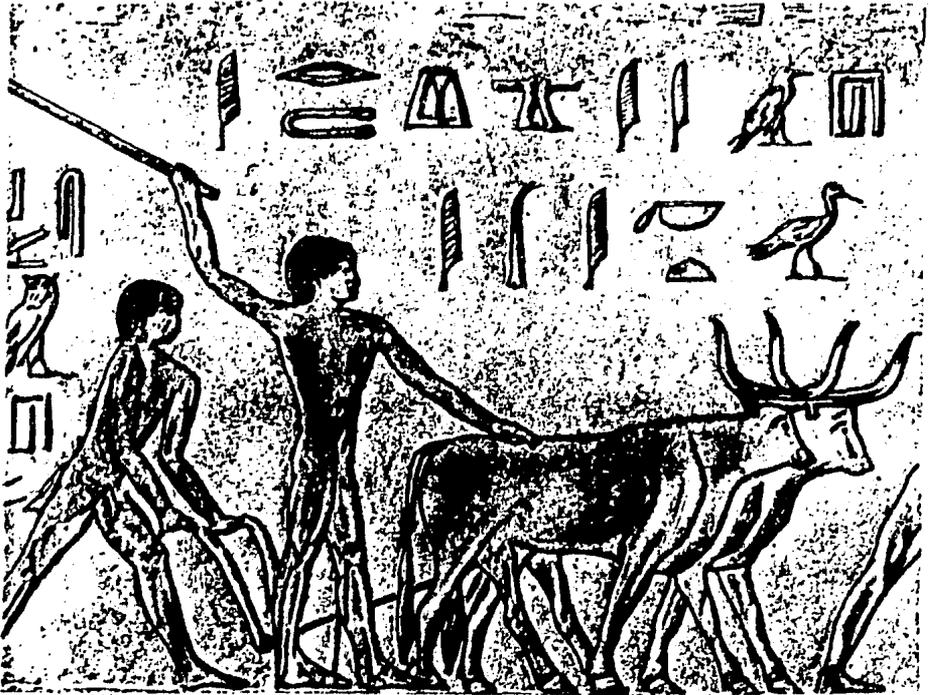


Fig. 1-2 Los egipcios asentados en el país que el Nilo hacía tan fértil, practicaron la agricultura en gran escala, y además ya conocían el arado.

Como se ha mencionado anteriormente, el arado consistía al principio de un palo ahorquillado con forma de un gancho puntiagudo que era tirado por el hombre (fig. 1-3), conforme se fué avanzando el hombre aprendió a realizar el arrastre por medio de animales, las rejas o puntas se construían de bronce cuando se descubrió ese metal, y más tarde de hierro.

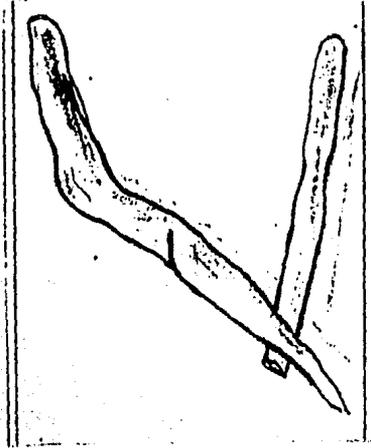


Fig. 1-3 La azada o arado rudimentario, consistía básicamente de dos estacas , una embutida en la otra, o bien amarradas.

Se han descubierto antiguos jeroglíficos, en donde podemos ver que varios años antes de Jesucristo ya se hacía uso del arado; tal como nos cuenta la leyenda en el Libro de los Reyes cuando se encontró a Eliseo (900 años - A.C.), "labrando la tierra con un arado que era tirado por una yunta de doce bueyes."

Poco a poco se fué generalizando el uso de la agricultura por todo el mundo, en Palestina, en Grecia y en Roma, varios escritores se dedicaron a escribir libros y a difundir las principales normas de entonces.

Para el período del Medioevo, lamentablemente la agricultura sufrió considerables retrasos, debido al régimen feudalista que imperaba en toda Europa. Las principales actividades desarrolladas en esta etapa, fueron la caza y -- sobre todo las guerras. La primera exigía grandes extensiones de tierra -- prácticamente vírgenes y sin cultivar para no ahuyentar a los animales, la segunda tuvo como consecuencias grandes devastaciones y la destrucción de los pocos terrenos cultivados.

Durante el siglo XVI y con la desaparición del sistema feudal, la agricultu

ra se vió favorecida gracias al descubrimiento del Continente Americano con sus nuevas especies vegetales y frutales que traían consigo; se abrieron nuevas perspectivas y mayor variedad al cultivo en el Viejo Continente. Sin embargo, hasta el siglo XVIII se fueron introduciendo adelantos notables en el campo de la agricultura (fig. 1-4).



Fig. 1-4 Aquí, un campesino de mediados del siglo XIX afirmando su arado tirado mediante fuerza animal.

A continuación presentamos una serie de sucesos y principales avances tecnológicos ocurridos durante el siglo XVIII, en beneficio de la agricultura mundial:

- . 1721.- Arado de ruedas de Norfolk, que tenía la reja de fundición y la vertedera de hierro curvada.
- . 1760.- Inventa Suffolk el arado reversible con vertedera curvada.
- . 1784.- James Small, escribe un libro sobre la construcción de arados y

mejora el de Rotterdam.

- . 1793.- Eli Whitney, inventó la despepitadora de algodón que trajo mucha prosperidad al sur de Estados Unidos.
- . 1797.- Charles Newbold, patentó un arado de fierro colado, que desafortunadamente no tuvo gran éxito debido a que había la creencia general entre los campesinos de que este metal envenenaba el terreno.

Y así durante los últimos años de este siglo, en Inglaterra se lleva a cabo el cambio del arado de madera por el de fierro. En tanto que en América, Thomas Jefferson y Daniel Webster introdujeron perfeccionamientos al arado, también en los Estados Unidos, John Deere y James Olivier fabricaron por fin arados de fierro y acero de fundición templada.

Así fué como a principios del siglo XIX, hubo algunos progresos en lo que se refiere a la fabricación de máquinas segadoras y sembradoras; en 1802 se empezó a trabajar con trilladoras accionadas a mano y en 1812 aparecieron toscos rastrillos que eran tirados por caballos.

Como ya hemos visto, en un principio el arado era tirado mediante la fuerza humana, poco después se aprovechó el arrastre por animales (bueyes, caballos, mulas, etc.). Desde principios del presente siglo, los arados de mayor tamaño eran ya arrastrados por pesados tractores de vapor, poco después la fuerza motriz se transformó en motores de gasolina y por último se generalizó el uso de la mayor potencia ofrecida por los motores diesel (fig. 1-5).

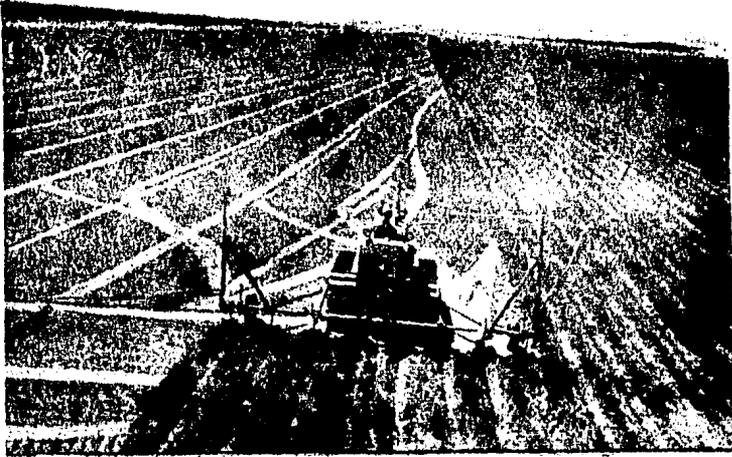


Fig. 1-5 Un ejemplo del aprovechamiento de los motores diesel para el cultivo de grandes extensiones

La invención del tractor ha sido tan importante, como el mejoramiento continuo por el que han pasado todos los aperos utilizados en el campo. Tan es así, que actualmente un agricultor que pueda contar con la maquinaria e implementos apropiados, podría cultivar fácilmente unas 300 hectáreas, con el mismo esfuerzo con el que hace poco más de un siglo habría cultivado apenas 20.

B) PRINCIPIOS DE LA LABRANZA.

Se conoce como labranza; a todas aquellas operaciones llevadas a cabo como un trabajo mecánico de movimiento de tierras, destinado primordialmente a preparar el terreno para un cultivo adecuado y productivo. En general, no podríamos hablar de que exista un tipo ideal de cama de siembra para un de-

terminado cultivo o condiciones de suelo, por ejemplo: la preparación de una sementera para un suelo arenoso, es muy distinta a la que corresponde a un suelo altamente arcilloso o pesado.

En lugares donde se sufre por escasez de lluvias, los agricultores prefieren realizar trabajos de subsileo con mayor frecuencia sin remover los rastros, ni mezclar o invertir los prismas de tierra, para facilitar la penetración de las aguas de lluvias y aprovechar por mayor tiempo la humedad de las capas superficiales, reduciendo asimismo la erosión eólica (fig. 1-6).

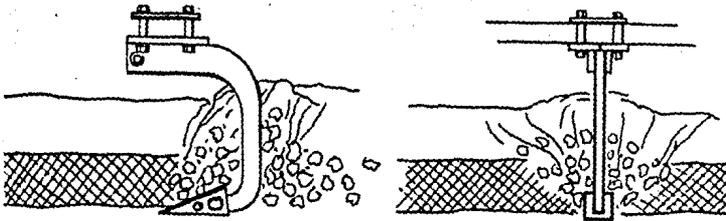


Fig. 1 - 6

Por el contrario, en aquellas zonas que reciben una precipitación anual mayor a los 500 mm., se hace necesario frecuentar los trabajos de aradura para conseguir buenos rendimientos en la cosecha. De la misma manera, en aquellos suelos que poseen un alto contenido de arcilla, que los hace muy pesados, se requieren también métodos de labranza con aradura constante (fig. 1-7).

En general, bajo condiciones de bastante humedad, se acostumbra arar con inversión completa los prismas de tierra, con el objeto de eliminar insectos, larvas y nidos que puedan provocar enfermedades en los cultivos, reduciendo considerablemente sus rendimientos.

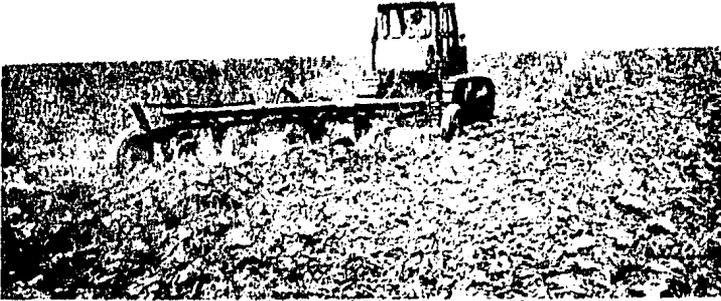


Fig. 1-7.

Ahora bien, en la preparación de un terreno para sembrar, además de requerir trabajos de pulverización, se desea que se tenga también un cierto grado de compactación en el suelo, debido a que se pueden crear grandes espacios de aire, de restos vegetales sin triturar y terrones indeseables que retardan el crecimiento de las raíces.

Los beneficios que se obtienen con un pulverizado eficiente del suelo, durante la aradura, sería que: se aprovechen mejor las aguas de la lluvia y se aumente la capacidad de retención de la humedad. Asimismo, un terreno donde se ha dejado los rastrojos sobre la superficie y en donde no se ha arado, se verá perjudicado con problemas de escorrentía durante las lluvias (fig. 1-8).

En términos generales, el trabajo de labranza se lleva a cabo, mediante la fragmentación de aquellas superficies que se consideren aptas de preparar para una buena recepción de la simiente.

Los objetivos que se persiguen al efectuar una adecuada cama de siembra, se enumeran de la siguiente manera:

- 1.- Modificar la estructura física y mejorar sus características tanto químicas como biológicas del terreno.
- 2.- Combatir y destruir el crecimiento de malezas así como el control de la vegetación espontánea.
- 3.- Enterrar residuos vegetales y animales, con el fin de incorporar humus y fertilidad al suelo.
- 4.- Acondicionar el terreno para permitir una buena aireación del suelo.
- 5.- Mejorar la capacidad de almacenamiento de la humedad.
- 6.- Acondicionar la capa superficial para reducir la erosión eólica.
- 7.- Por último, dejar el suelo en las mejores condiciones posibles para --- otras labores que vayan a realizarse en él.

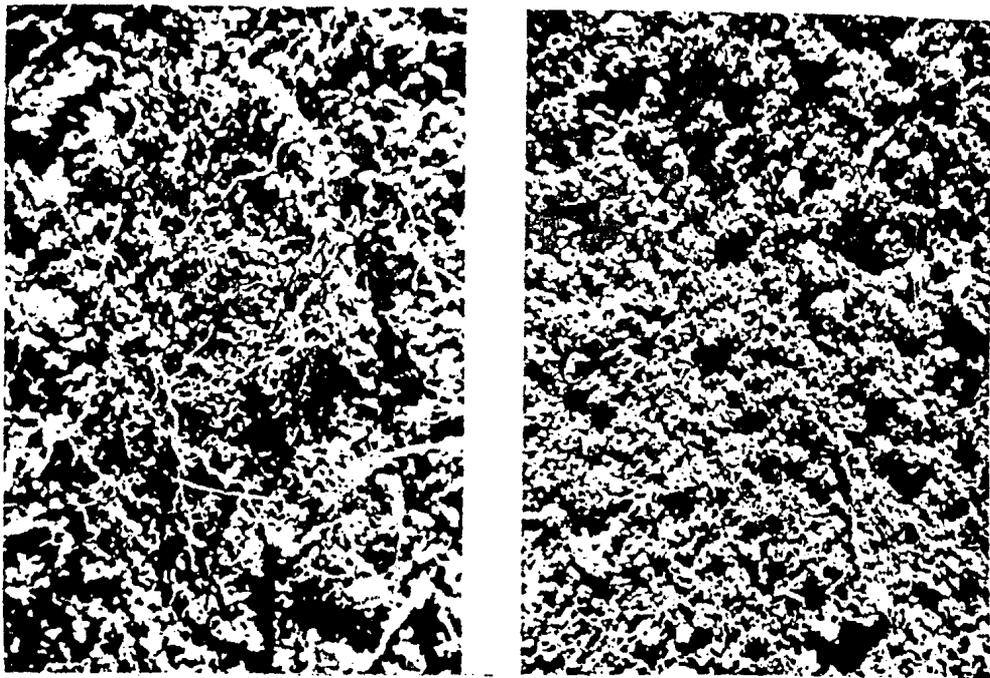


Fig. 1-8 La figura de la izquierda, muestra un suelo debidamente pulverizado, mientras que en la opuesta, se observa una disgregación muy pobre.

De acuerdo a los objetivos mencionados vemos ahora la posibilidad de hacer una división de labranza: "LABORES PRIMARIAS Y LABORES SECUNDARIAS".

Esta división se ha hecho en forma totalmente arbitraria, pero muy necesaria, ya que debemos tener una serie de pasos y un criterio cronológico a seguir en nuestro estudio. Se han dado casos en donde se llevan a cabo una o dos labores secundarias sin haberse realizado previamente un laboreo primario, otros en donde es difícil dividir la labor primaria de la secundaria; pero en gran parte de las labores agrícolas, sucede que las labores primarias precedan y complementen a la labranza secundaria.

Por otra parte, podemos hacer notar que las técnicas de labranza aún se encuentran en plena etapa de desarrollo y de constante estudio. Muchas de sus operaciones son objeto de discusión entre técnicos y expertos en todo el mundo. Así podemos ver, que existen opiniones controvertidas en cuanto a la frecuencia con que debe realizarse determinada labor, la profundidad que deben llevar dependiendo del cultivo, el grado de desmenuzamiento del suelo, etc.

C) SUELOS AGRICOLAS.

Al hablar de aspectos agrícolas, vemos la necesidad de discutir el material básico que es el suelo y de la relación que tendremos al estudiar los diferentes implementos de labranza. Por lo tanto, pasemos a examinar algunos aspectos elementales en el conocimiento de los diferentes tipos y variedades de suelos.

El suelo realiza la función de un soporte mecánico a las plantas y además, les suministra agua, aire y otros elementos esenciales para su crecimiento. La disponibilidad que se tenga de estos elementos afectará notablemente la productividad de los cultivos, los nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas, los podemos agrupar en:

- . Nutrientes Principales.- Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Azufre
- . Nutrientes Secundarios.- Hierro, Manganeso, Boro, Cobre, Zinc y Molibdeno.

Dependiendo del origen que tengan, los suelos utilizables en la agricultura podemos clasificarlos de la siguiente forma:

- . Suelos Minerales, provenientes fundamentalmente de las rocas.
- . Suelos Orgánicos, son aquellos que contienen más de un 20% de material orgánico provenientes de plantas y microorganismos ya

descompuestos.

- . Suelos Aluviales, de alto contenido de humedad, derivado de los deltas o extensiones de tierra colindantes a lo largo de los grandes ríos.
- . Suelos Margosos, son los suelos que deposita el viento como agente de transporte.
- . Suelos de Turba, son los que resultan de áreas bajas y pantanosas.

Una vez que se han conformado un suelo, podemos identificarlo mediante un perfil o corte seccional de sus horizontes (fig. 1-9), desde su última capa que sería el material de origen hasta la materia suelta depositadas sobre la superficie. En la capa superior A se encuentra casi toda la materia orgánica disponible, en el horizonte B se encuentra la capa superior del subsuelo relativamente dura y la última capa sería el horizonte C donde se tiene el material estático o de origen del suelo.

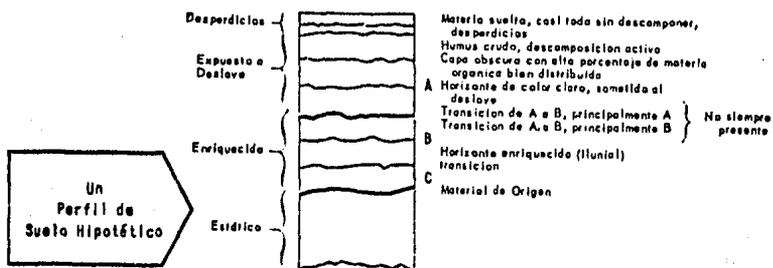


Fig. 1 - 9

COMPONENTES DEL SUELO.

El suelo se compone básicamente de:

- . Materiales minerales.
- . Materiales orgánicos.
- . Agua y aire.

Estos elementos existen en proporciones muy variables de aire y agua, un -- ejemplo de ello es la composición en volúmen que presentan los suelos del - tipo marga-limoso (fig. 1-10).

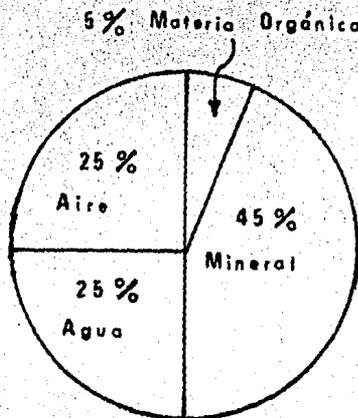
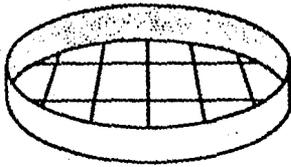
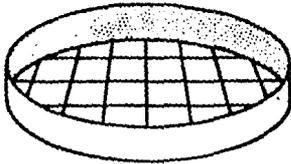


Fig. 1-10 Composición en volúmen de suelo marga-limoso típico.

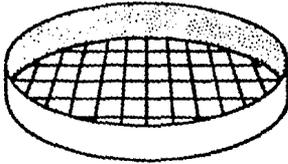
El material mineral del suelo, se compone de fragmentos que difieren en cuanto a su tamaño que van desde arena gruesa y cascajos, hasta las partículas más pequeñas de arcilla fina (fig. 1-11), agrupados en tres divisiones importantes que son: La Arena, La Arcilla y El Limo.

**CANTOS RODADOS**

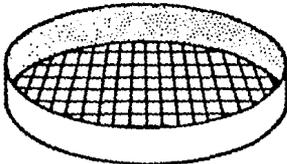
76 mm y más
(3")

**GRAVA**

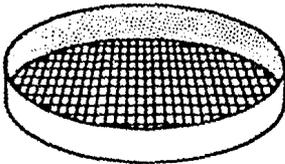
3 a 76 mm
1/8 a 3"

**ARENA**

0,05 a 3 mm
0,002 a 1/8"

**LIMO**

0,005 a 0,05 mm
0,002" a 0,0002"

**ARCILLA**

menos de 0,005 mm
0,0002"

Fig. 1-11

Las partículas de arena se pueden observar a simple vista, pero debido a su gran tamaño permiten poca actividad físico-química, aunque las de tamaño menor que regularmente tienen recubrimientos de arcilla, ésta les confieren - cierta actividad química.

Las partículas más grandes de limo podemos observarlas a simple vista, por otra parte, las más pequeñas requieren del uso del microscopio. Generalmente, los suelos con alto contenido de limo tienen la capacidad de almacenar grandes cantidades de agua.

Por último, la arcilla es la partícula más pequeña que se presenta en los - suelos; poseen la capacidad de albergar considerables cantidades de agua y nutrientes que no son siempre aprovechados por las plantas. La arcilla se caracteriza por ser plástica y pegajosa en estado húmedo, por el contrario cuando está seca presenta una condición áspera y dura.

Los suelos se pueden clasificar también de acuerdo a su textura y en base a la proporción de agregados o elementos que contengan. Las clases de suelos se muestran gráficamente en un triángulo de textura (fig. 1-12), en el cual, la suma de cualquier proporción de arcilla, limo y arena es igual al 100%.

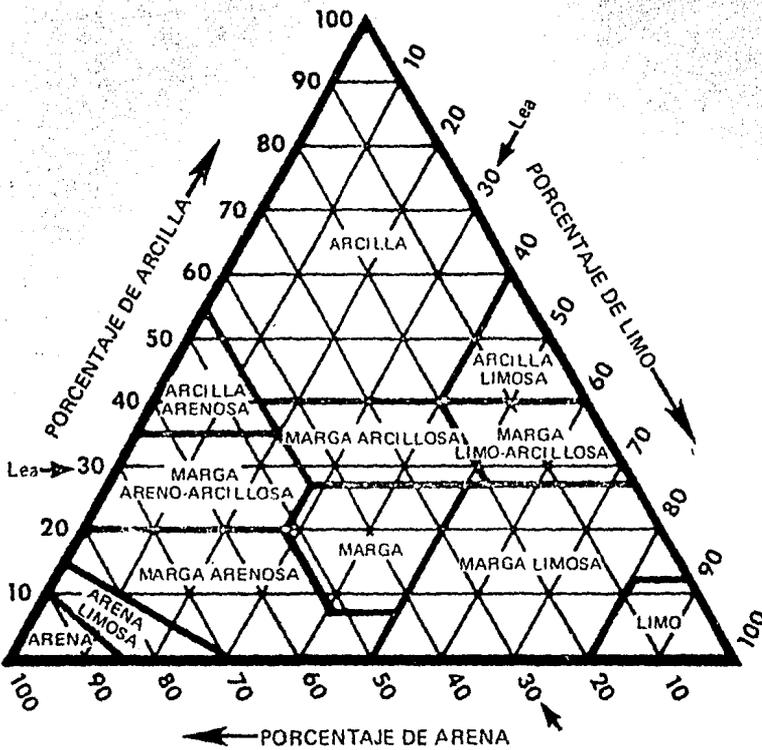


Fig. 1-12

La clasificación se lleva a cabo de la siguiente manera de acuerdo al triángulo de texturas:

- | | | |
|---------------------------------|---|---|
| TEXTURAS FINAS O SUELOS PESADOS | - | { Marga-arcillosa
Marga-limo-arcillosa
Arcillosa. |
| TEXTURAS MEDIAS | - | { Marga
Marga-arenosa. |

TEXTURAS GRUESAS O SUELOS LIVIANOS - { Marga-arenosa
Arenosa

Los componentes de materia orgánica del suelo, como ya dijimos, son aquellos derivados de microorganismos y residuos vegetales ya descompuestos, debido al emmohecimiento que sufren. La materia orgánica presente en los suelos es de suma importancia, ya que contribuye grandemente a la conformación de la estructura del suelo. Se puede afirmar que un suelo con bajo contenido de material orgánico, está sujeto constantemente a escurrimientos. La materia orgánica se le conoce también con el nombre de humus, cuyas principales funciones que efectúa son:

- . Almacenar los elementos nutritivos necesarios en el cultivo.
- . La absorción de humedad y aumento en la capacidad de retención del agua del terreno.
- . Ayudar a mantener y construir la estructura del suelo, reduciendo su dureza y compactibilidad, especialmente en suelos arcillosos.

Por lo que respecta al componente aire contenido en el suelo, en el cual se tiene menor porcentaje de oxígeno y mayor cantidad de anhídrido carbónico - en relación al aire atmosférico, debido a la respiración de plantas y microorganismos; el exceso de difusión de aire del terreno, puede provocar demasiada evaporación de humedad, que se puede aminorar bastante renovando la superficie del suelo durante la labranza facilitando así, un intercambio de aire y abastecimiento de oxígeno con la atmósfera.

Al hablar del componente agua en el suelo, es necesario incluir al suelo como un medio poroso que posee receptáculos de diversos tamaños, por los cuales penetra el agua y desciende por percolación a los horizontes inferiores. Estos poros son importantes también porque actúan como áreas de almacenamiento y abastecimiento para el aire y el agua del suelo. El agua conteni-

da en el suelo se sub-divide en:

- . Agua Higroscópica. Es aquella humedad retenida por el suelo, de tal forma que las plantas no pueden aprovecharla.
- . Agua Capilar. Es el agua presente en los pequeños conductos capilares y que proveen la mayor parte del agua que utilizan las plantas (fig. 1-13).

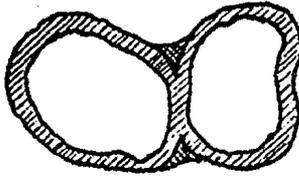


Fig. 1-13 La figura ilustra como el agua capilar es retenida en el suelo.

- . Agua Gravitacional. Esta se encuentra en los conductos mayores y se desplaza hacia niveles inferiores, debido a la fuerza de gravedad. Las formas en que el agua está presente en el suelo se muestran en la figura 1-14.

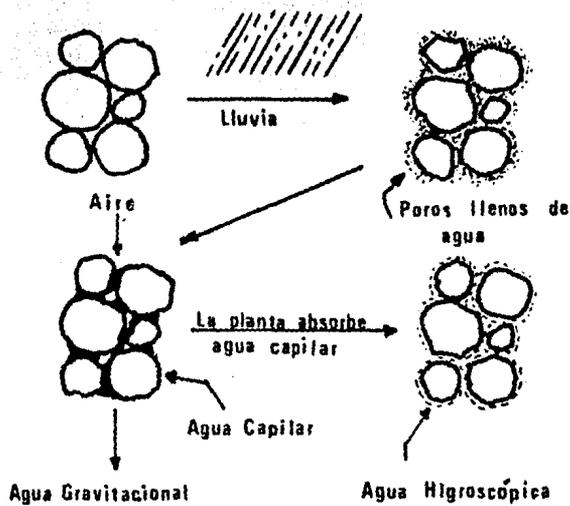


Fig. 1 - 14

Un buen ejemplo del movimiento capilar del agua en el suelo, se puede demostrar introduciendo dos tubos tipo capilar de diferente diámetro dentro de un recipiente con agua (fig. 1-15); se observará que cuanto menor sea el diámetro, mayor será la altura que alcance el agua dentro del capilar, éste es el motivo por el cual el agua se eleva a mayor altura en un suelo arcilloso que en un suelo arenoso.

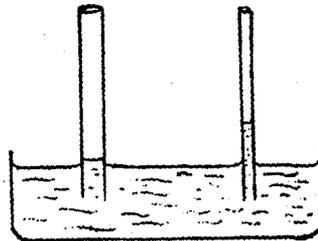


Fig. 1-15

Efecto del diámetro de un tubo capilar, sobre el ascenso de agua por capilaridad.

Al estudiar los suelos, se tiene que tomar en consideración la acidez del mismo. En las zonas de gran precipitación pluvial, el agua gravitacional deslava el material alcalino soluble, dejando por consiguiente un suelo ácido. La acidez de un suelo se determina por el grado de pH. Mientras más bajo es el pH, mayor será su grado de acidez.

El pH, afecta también la disponibilidad de elementos nutritivos para el suelo. La mayoría de los suelos con un grado de pH que oscile entre 6 y 7 resulta adecuado para la producción de un cultivo (fig. 1-16).

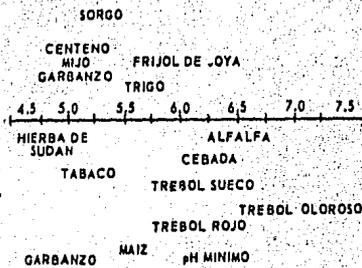


Fig. 1-16.

IDENTIFICACION DE SUELOS EN EL CAMPO.

Como el color del suelo no proporciona una buena identificación de sus propiedades físico-químicas, es necesario realizar pruebas para determinar estas propiedades. Para llevar a cabo pruebas en el campo, existen equipos que producen resultados satisfactorios, sin embargo, estos exámenes químicos constituyen procedimientos complicados y costosos. Es más fácil y práctico, efectuar estas pruebas de sus propiedades en el mismo campo. Estas pruebas proporcionan buenos resultados cualitativos, que adquieren mayor exactitud a medida que se va obteniendo mayor experiencia en la técnica de efectuarlas, entre éstas tenemos a las siguientes:

- . Prueba de agitación. Para determinar la presencia de limo, se agita una muestra de suelo húmedo. La tierra contiene limo -- cuando la muestra tiene una tendencia a adquirir brillo en la parte superior. Mecánicamente el limo, se vuelve muy inestable cuando se humedece a casi su capacidad total. Después de haber distinguido un color plateado, éste desaparecerá si la mezcla se comprime entre los dedos. Como la arcilla se confunde a menudo con el limo, esta es una buena prueba para distinguirlos (fig. 1-17).



Fig. 1 - 17 .

- . Prueba de desintegración. Cuando una muestra se estruja entre los dedos, un suelo limoso se desmenuzará con facilidad para transformarse en un polvo fino. Un suelo arenoso se desmenuza, pero se notará su consistencia granulosa. Es difícil desmenuzar una muestra de arcilla, sobre todo cuando se encuentra seca.

. Prueba de cinta.

Se utiliza la prueba de cinta para identificar suelos arcillosos, se amasa una muestra humede-

cida entre el pulgar y el índice. Si se forma una cinta larga y continua, la muestra contiene una cantidad considerable de arcilla. Una muestra que no se transformó fácilmente en una cinta, es de tipo limoso o arenoso.

CAPITULO SEGUNDO

EQUIPO PARA LABORES PRIMARIAS.

Se considera equipo de labores primarias a aquel que penetra el suelo a una profundidad de 15 a 90 cm., disgregándolo adecuadamente con el fin de convertirlo en una buena cama para recibir la semilla. Entre los equipos de labores primarias se encuentran:

- A) Los arados de vertedera
- B) De disco
- C) Rotativos
- D) Escarificadores de arrastre
- E) Subsoleadores.

La remoción y el mullimiento del suelo, es la más antigua de todas las operaciones de la labranza y en ella se emplean los tipos de arados más variados. El arado es la herramienta primaria para la producción de cualquier tipo de cosecha, constituyendo por lo tanto, la herramienta básica de cualquier instalación agrícola. Con el arado la tierra se rompe y se disgrega en pequeñas partículas. Es necesario conocer la naturaleza del terreno, la influencia del agua, del aire y de la temperatura sobre sus condiciones físicas, para determinar los ajustes necesarios y obtener del arado los mejores resultados. De acuerdo con la experiencia se ha demostrado que las zonas que reciben una lluvia anual menor de 500 mm., es necesaria la labor de arado para mantener buenos rendimientos en las cosechas. Algunos terrenos, tales como los altamente arcillosos, no se adaptan al sistema de cultivo -- sin arado, debido a su especial consistencia. En ambientes húmedos, a menos que los rastros se entierren perfectamente, se propicia la gestación y crecimiento de insectos y enfermedades que reducirán el rendimiento de las cosechas. Un terreno bien trabajado con el arado absorbe el agua de lluvia manteniendo la humedad necesaria para el crecimiento de las plantas, mientras que los que no han recibido la labor de arado, perderán la mayoría del agua por escurrimiento. Un suelo bien trabajado se airea, con lo que --

se favorece la actividad de microorganismos y bacterias, produciendo la rápida oxidación y destrucción de los residuos de la cosecha anterior. Esta labor ayuda a la nitrificación y a la liberación de elementos fertilizantes existentes en el suelo.

En resumen los resultados que deben obtenerse al realizar una labor de arado son los siguientes:

- 1).- Crear una cama profunda para la semilla, que física, química y biológicamente sea adecuada para su crecimiento.
- 2).- Incrementar la riqueza en humus (materia orgánica) y la fertilidad del suelo cubriendo los rastros y los abonos, de forma que queden incorporados al terreno.
- 3).- Prevenir el crecimiento de malas hierbas y destruir las existentes.
- 4).- Dejar el terreno en condiciones tales, que el aire pueda circular fácilmente a través de él.
- 5).- Preparar el terreno para que retenga la humedad producida por las lluvias.
- 6).- Destruir los insectos con sus correspondientes huevos o larvas y nidos
- 7).- Dejar el terreno en forma conveniente para prevenir la erosión eólica.

A) ARADOS DE VERTEDERA O DE REJA.

Este tipo de arado se adapta al laboreo de la mayoría de las clases de suelos y sirve también para voltear y cubrir los residuos de las cosechas.

Cuerpo o base de un arado de vertedera.

Es la parte del arado que rompe el terreno, actúa como una cuña de tres caras (fig. 2-1), de las cuales la inferior y la lateral o costanera son planas, mientras que la tercera cara formada por la reja y la vertedera, es curva.

Este arado ejerce las siguientes acciones mecánicas sobre el terreno:

- 1.- Corta el prisma de tierra
- 2.- Disgrega el suelo
- 3.- Gira el prisma de tierra a un ángulo determinado
- 4.- Cubre la hojarasca y otros residuos de materia orgánica.

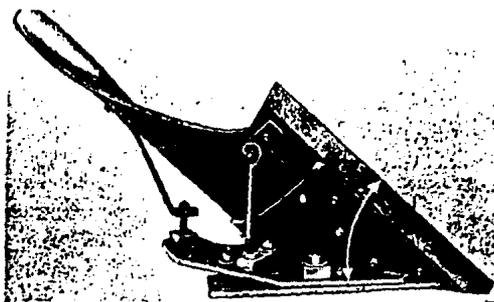


Fig. 2-1 Vista por debajo de un arado de vertedera, en donde se aprecia su forma de cuña.

Componentes principales del cuerpo del arado

El cuerpo o base es la parte principal del arado de vertedera. Está compuesto de las partes necesarias para elevar, voltear e invertir la tierra.

Las piezas fundamentales son:

- . La reja
- . La talonera o dental
- . La vertedera.

Que se fijan a una cuarta pieza soporte llamada rana, alma o araña, que tiene la función de que todas las piezas trabajen como una sola unidad. La cama o larguero va también fija a la rana. La fig. 2-2 muestra las partes principales del cuerpo del arado.

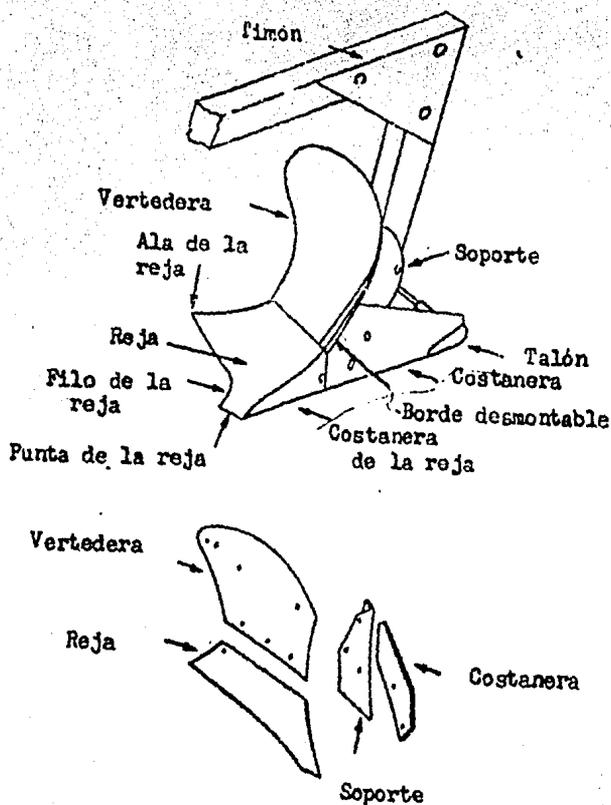


Fig. 2-2 Vista superior de un cuerpo de arado.
En la parte inferior se observa un -
despiece de la misma.

PARTES DE UN CUERPO DE ARADO.

SOPORTE, ALMA O ARAÑA. Es la parte central del cuerpo del arado en el cual van acoplados los demás componentes. Es esta pieza la que le da al cuerpo del arado una forma de cuña. Tiene muchas formas diferentes, variando principalmente el ángulo de este en función del fabricante y las condiciones -- del suelo en que va a trabajar el arado.

LA REJA. -- Esta parte del cuerpo del arado forma una cuña que corta y separa un prisma de tierra. Inicia el trabajo de elevación y giro del prisma de tierra, completado posteriormente por la vertedera. Puede producir poco desnemuzamiento. Va atornillada al frente del soporte. Sus partes principales son: la punta, el ala, el borde cortante y el dental o talón de la reja que se representa en la fig. 2-2.

En las figs. 2-3, se representan varios tipos de rejas que se construyen -- de acuerdo con la diversidad de suelos, teniéndose por lo tanto un uso específico de cada una de ellas.

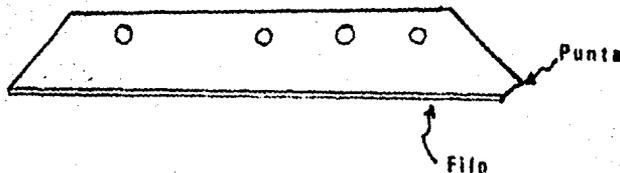


Fig. 2-3 a. Reja de corte completo



Fig. 2-3 b. Reja de corte angosto.



Fig. 2-3 c. Reja de alta succión para servicio pesado.

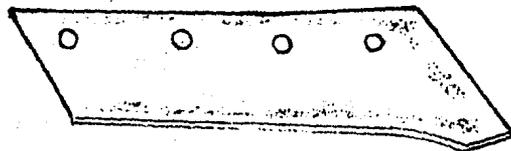


Fig. 2-3d. Reja con endurecimiento superficial

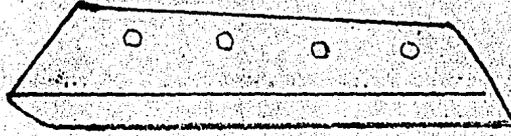


Fig. 2-3e. Reja de hierro fundido templado.

Las rejas se dividen en grupos, según la succión que produzcan su figura y el ancho de corte que hacen.

En cuanto a la succión, en la fig. 2-4 se muestra el perfil curvado de succión del borde inferior de la reja, de cuya curvatura depende la penetrabilidad del arado, las rejas ordinarias tienen una curvatura de 4.6 mm., y se utilizan para tierras ligeras, la reja clasificada como media tiene una curvatura de 7.9 mm., la de mayor succión hasta 9.3 mm., utilizándose esta en tierras secas y fuertes (fig. 2-3c).

Curvatura de succión vertical.- Es la que existe hacia abajo en la punta de la reja, respecto al talón de la misma (fig. 2-4).

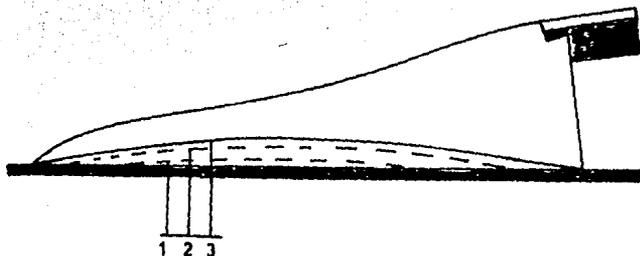


Fig. 2-4. Tres grados de succión de la reja: 1, succión normal para terrenos ligeros, fáciles de penetrar; 2, succión profunda para terrenos ordinarios que estén duros y secos; 3, succión doble para suelos tenaces, cascajos y otros de difícil penetración.

Curvatura de succión horizontal.- Se mide por la desviación de la punta de la reja respecto al talón de la misma, - pero tomando como referencia la línea de la pared del surco.

En la fig. 2-5 se pueden apreciar estas dos curvas de succión.

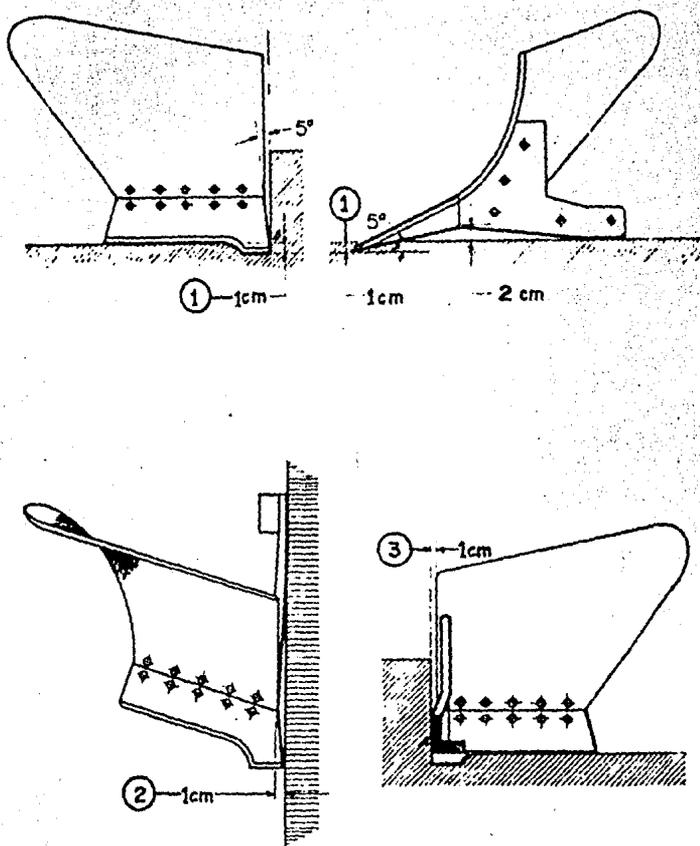


Fig. 2 - 5

- (1) La reja debe tener succión vertical abajo. Por esto la punta se dirigirá ligeramente hacia abajo.
- (2) La reja debe tener succión horizontal. Por esto la punta se dirigirá ligeramente a la izquierda.
- (3) Como resultado, el lado de la vertedera está libre de la pared del surco.

La importancia de la curvatura de succión vertical de la reja, se refleja en el hecho de que por ejemplo si la punta de la reja tiene excesiva succión para la clase de terreno, se gastará más rápidamente y el arado necesitará un tiro mayor y es posible que la punta se clave.

Por su figura las rejas pueden clasificarse también. La reja convencional es de una sola pieza, la punta puede ser diferente, de acuerdo con el tipo de succión que se quiera aplicar. Existen rejas con puntas recambiables, - estas últimas ofrecen una gran ventaja, ya que resulta más económico cambiar la punta que cambiar la reja completa.

En cuanto al ancho de corte, las rejas pueden clasificarse en:

- . Reja de corte angosto, esta cortará 7.5 o 10 cm. menos que el ancho de la base del arado, penetra fácilmente y con poca fuerza de tiro en suelos libres de raíces fig. 2-3b.
- . Reja de corte regular, corta 5 cm., menos que el ancho del cuerpo del arado
- . Reja de corte completo, corta todo el ancho de la base del arado, se utiliza en vertederas de alta velocidad y de tipo rejilla. Proporciona un corte más completo en suelos con bastantes raíces. Fig. 2-3a

LA VERTEDERA.

Es la pieza que desmenuza el prisma del suelo cortado por la reja. En el primer tramo de la vertedera se produce la mayor parte del desmenuzamiento. La rotación del prisma de tierra se produce en la parte superior de la vertedera, es en esta zona en donde el prisma de tierra recibe el empuje final arrojándolo hacia el surco abierto anteriormente; la distancia a la que es arrojado el prisma de tierra, depende de la velocidad de avance y la curvatura de la vertedera, la capacidad de la aradura será más o menos igual: velocidad alta con menos cuerpos, o velocidad baja con más cuerpos. La verte

dera puede tener un borde desmontable en el lado izquierdo arriba de la costanera, como consecuencia del desgaste mayor en esta parte de la vertedera.

EFFECTO DE DESMENUZAMIENTO DE LA REJA Y LA VERTEDERA.

Al moverse el cuerpo del arado hacia adelante, su acción de cuña en el suelo ejerce esfuerzos tanto hacia arriba como hacia adelante y hacia la derecha. Dichos esfuerzos provocados por la acción de la cuña, provocan que el prisma de tierra se separe en bloques o láminas paralelas (fig. 2-6). Los bloques se desplazan hacia arriba y hacia adelante sobre la superficie curva de la vertedera. En el desplazamiento estos rozan y se deslizan entre sí. Debido a esta acción de roce y deslizamiento se provoca el desmenuzamiento. Cuando los bloques alcanzan la parte superior de la vertedera, se rompen totalmente, provocando esfuerzos de corte adicionales, que aumentan el desmenuzamiento. Un subsecuente rompimiento del prisma de tierra, se provoca cuando se deja caer de la vertedera hasta el fondo del surco.

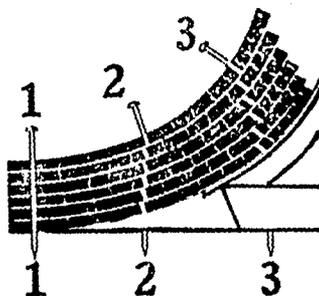


Fig. 2-6 Efecto de desmenuzamiento de la reja y la vertedera

TIPO DE VERTEDERA.

Hay varios tipos de vertederas diferentes, cada uno proyectado para trabajo especial. Ningún arado está diseñado de tal manera, que pueda llevar a ca-

bo un trabajo satisfactorio bajo cualquier conjunto de condiciones que se puedan presentar. Las principales condiciones que influyen en la construcción de diferentes tipos de vertedera son: consistencia física del terreno, ya sea estructura granular o bien compactada. Variación de los suelos desde arcilla pesadas a suelos como la arena. Y variación de humedad del suelo.

Una primera clasificación que se hace de las vertederas es por su forma:

- 1) Vertederas cilíndricas.- Son relativamente cortas, más verticales en su levante y bastante perpendicular respecto al avance (fig. 2-7).

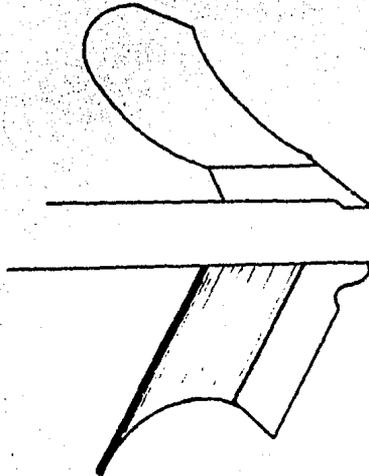


Fig. 2-7 Vertederas Cilíndricas

- 2) Vertederas helicoidales.- Son relativamente largas, menos verticales - en su levante y menos perpendicular respecto al avance (fig. 2-8).

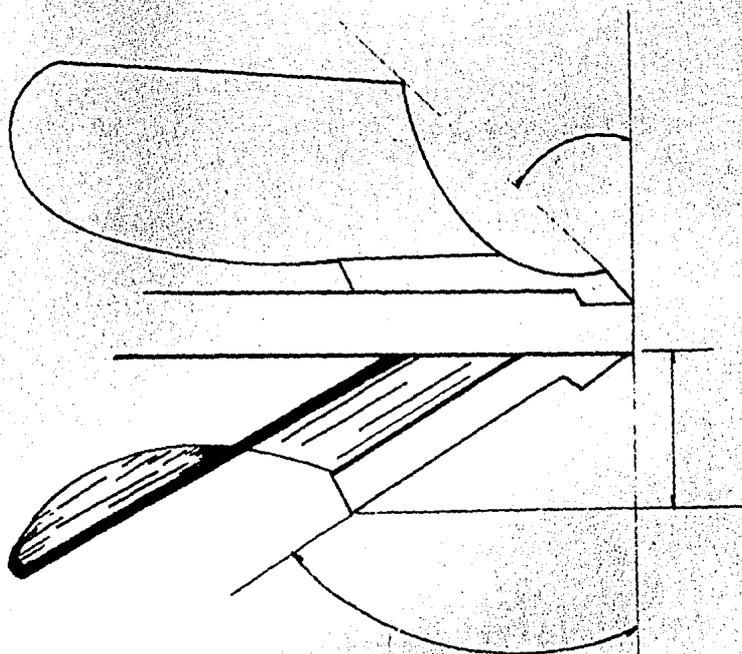


Fig. 2 - 8 Vertedera Helicoidal.

De acuerdo con las condiciones específicas de aradura, varias vertederas para cuerpos de arados de diferentes formas y diseños han sido construidas.

Pero estas pueden ser clasificadas en cinco grupos principales:

- 1) rastrojera
- 2) de uso general
- 3) de alta velocidad
- 4) de rejilla
- 5) para suelos compactados.

- 1) Vertedera para cuerpos de arado para rastrojos.- Esta vertedera es corta, alta y tiene una curvatura pronunciada. Produce una inversión más rápida del prisma de tierra, desmenuzándose mejor. La pronunciada curvatura, provoca que la presión de la vertedera sobre la tierra sea mayor. Este tipo de arado se utiliza principalmente en suelos pegajosos y arcillosos y en terrenos que se labran cada año (fig. 2-9).

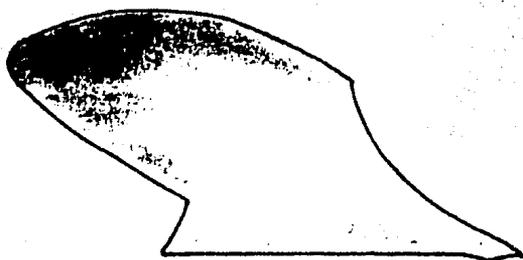


Fig. 2-9 Vertedera de arado para rastrojos.

- 2) Vertederas de arado para cuerpos de uso general. En relación con la vertedera para rastrojos, es esta una vertedera más larga con menos curvatura. Invierte el suelo moderadamente y puede usarse en suelos pesados o arcillosos. Puede llevar a cabo el trabajo de aradura a mayor velocidad que el de la vertedera para rastrojos. No obstante, su velocidad debe ser mayor cuando se aran suelos orgánicos, que cuando se aran suelos arcillosos (fig. 2-10).

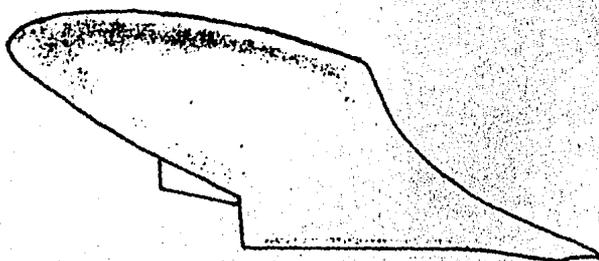


Fig. 2-10 Vertedera de arado para usos generales.

- 3) Vertedera para altas velocidades.- Tiene una curvatura menor que la ver
tedera de uso general, por lo que tiene menor acción de volteo y se pue
de operar a mayor velocidad sin arrojar el prisma de tierra demasiado -
lejos (fig. 2-11).

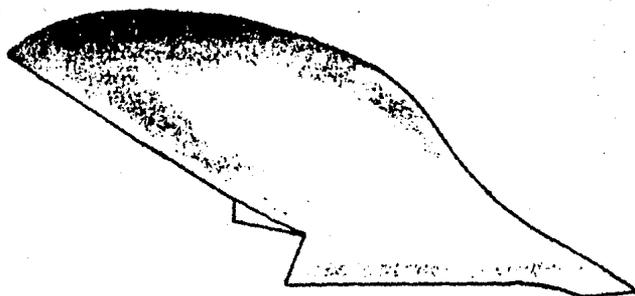


Fig. 2-11 Vertedera de arado para altas velocidades.

- 4) Vertedera tipo rejilla.- Esta vertedera esta formada por listones de metal, asemejándose a una rejilla y tiene la misma forma que la vertedera para rastros. Las rejillas provocan que la presión del suelo sobre las partes que quedan de la vertedera aumente, lo que ayuda a limpiarla en suelos arcillosos o pegajosos (fig. 2-12).

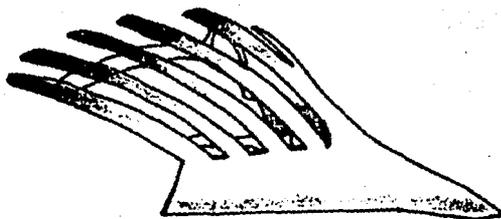


Fig. 2-12 Vertedera de arado tipo rejilla.

- 5) Vertedera para uso extrapesado o escocesa.- Esta se emplea principalmente en suelos orgánicos pesados o suelos arcillosos, en general muy compactados donde la penetración es el principal problema (fig. 2-13). La vertedera es larga y curva, voltea la tierra sobre su costado; no la pulveriza, pero la expone al aire. Tiene una reja angosta que no rompe todo el ancho del surco.

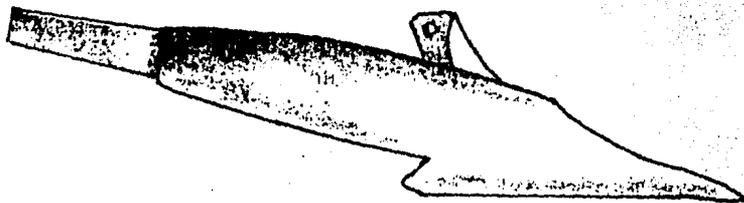


Fig. 2-13 Vertedera de arado para uso
extrapesado o escocesa.

COSTANERA O PATIN.

También se conoce como dental y actúa como uno de los lados de la cuña que forma conjuntamente con la reja. Es una pieza metálica, larga y plana que va atornillada en la parte lateral del soporte (fig. 2-2). La costanera -- tiene por función absorber las fuerzas laterales que se producen al voltear la tierra, con lo que se contribuye a mantener la estabilidad del arado.

Al igual que todas las partes que constituyen el cuerpo del arado, existen costaneras con diferentes características. En la fig. 2-14 se describen algunos tipos de costaneras.

FIG. 2-14a. 23 cm. de longitud.

Se usa en casos en donde la presión del suelo sobre la costanera no es muy importante.

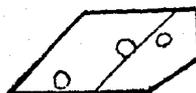


Fig. 2-14b. 28 cm. de longitud.
Se utiliza para condiciones nor-
males de aradura.

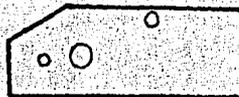


Fig. 2-14c. 35 cm. de longitud y
con talón de hierro fundido. Se
emplea en suelos abrasivos, don-
de la costanera se somete bastan-
te al desgaste. El talón puede
ser reemplazable.



Fig. 2-14d. 50 cm. de longitud -
con talón de hierro fundido. Es-
ta costanera es diseñada para ara-
dos montados, debido a que no es-
tan equipadas con rueda de cola.-
Su longitud proporciona un buen
soporte para arar con uniformidad
y su talón reemplazable hace posi-
ble su uso en labores de arado, en
suelos abrasivos.



Algunos arados se equipan con costanera rotativa (fig. 2-15). Esta suple-
menta a la costanera plana.

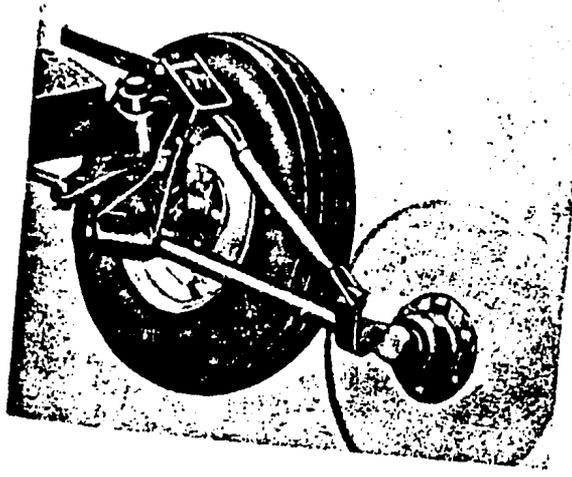


Fig. 2-15a.
Costanera rotativa ajustable.



Fig. 2-15b.
Costanera rotativa de soporte flexible
no ajustable.

RUEDA DE COLA.

Una de las funciones de la rueda de cola es contrarrestar el esfuerzo lateral del arado sobre la pared del surco. En gran número de arados, esta rueda puede ajustarse horizontalmente. El ajuste debe de hacerse de tal forma que la costanera quede entre 1 y 2 cm. de la pared del surco (fig. 2-16). El ajuste se lleva a cabo con una madera del lado izquierdo de la costanera tocando la punta de la reja y la rueda de cola. La distancia se mide desde el talón de la costanera a la madera. En arados (integrales) de gran tamaño, la rueda de cola o también conocida como rueda guía, sirve para soportar verticalmente la parte posterior del arado. Aligera el tiro, porque la rueda tiene menos rozamiento que el costado del arado. En la fig. 2-17 se muestran nuevamente los ajustes de la rueda de cola o guía.

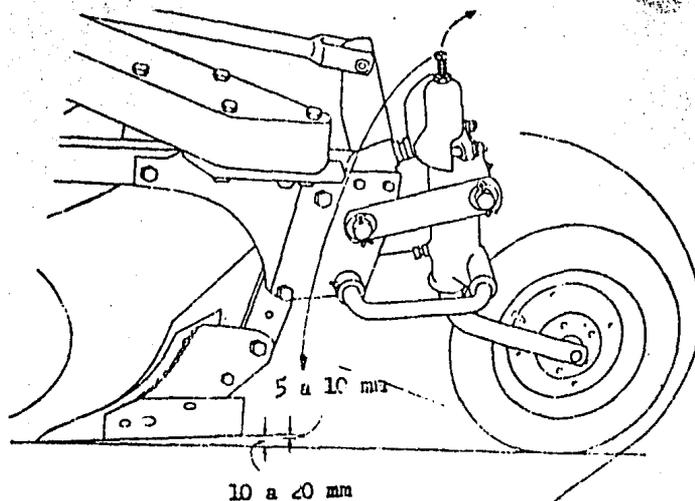


Fig. 2-16. Ajuste de la succión vertical y horizontal de un arado.

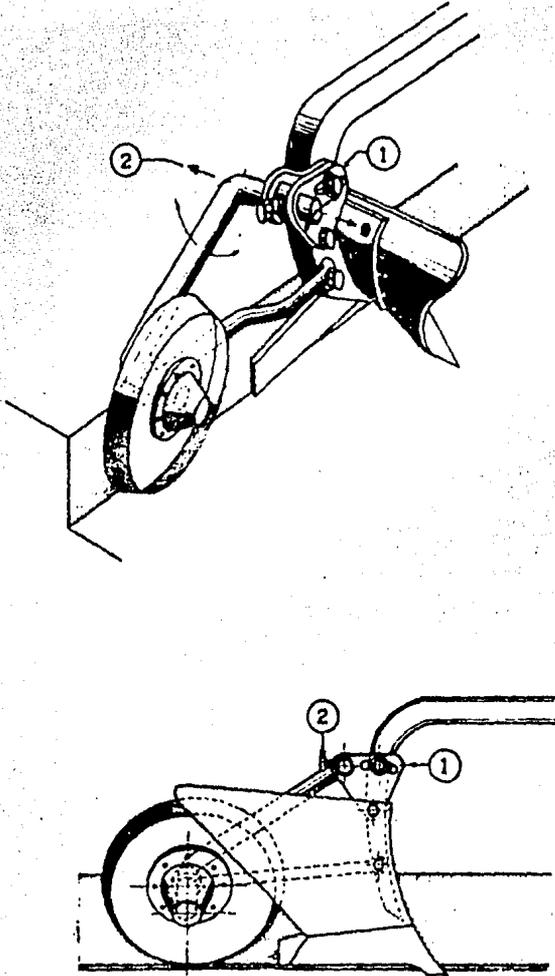


Fig. 2-17

(1) Ajuste vertical para que la rueda guía soporte el arado sin levantarlo.

(2) Ajuste lateral para que la rueda guía contrarreste bastante la fuerza de modo que el lado izquierdo de la vertedera quede libre del sarco.

TIMONES DE ARADO.

Es una barra o armazón para mantener las bases de arado, de los arados múltiples (varios cuerpos de arado) en su posición correcta entre sí. El timón va atornillado a los soportes de los cuerpos transmitiendo la potencia del tractor a los cuerpos del arado. El paso libre de la hojarasca, se asegura manteniendo una distancia entre las puntas de las rejas así como el despeje vertical del arado (distancia del bastidor al suelo) de 60 cm. o más. Para que las partes del armazón no interfieran en el paso de la hojarasca, la mayor parte de los timones de los arados se construyen curvos hacia arriba desde los soportes, luego hacia adelante y posteriormente hacia abajo a los puntos de enganche.

Los timones pueden ser 2 tipos:

- a) Timones de una sola pieza. Se construyen con una viga de sección I, doblada para darle la figura adecuada.
- b) Timones formados por varias vigas. Su estructura está formada con barras planas de sección rectangular, unidas por placas y bulones. En algunos diseños, el armazón o bastidor se construye de tal manera que algunos timones o solamente el último timón se puede quitar para reducir el tamaño del arado. Esto permite que el arado se pueda adaptar a tractores de menor potencia, o a un suelo que requiera de mayor esfuerzo de tracción. La fig. 2-18 muestra un arado con timones formados por varias vigas.

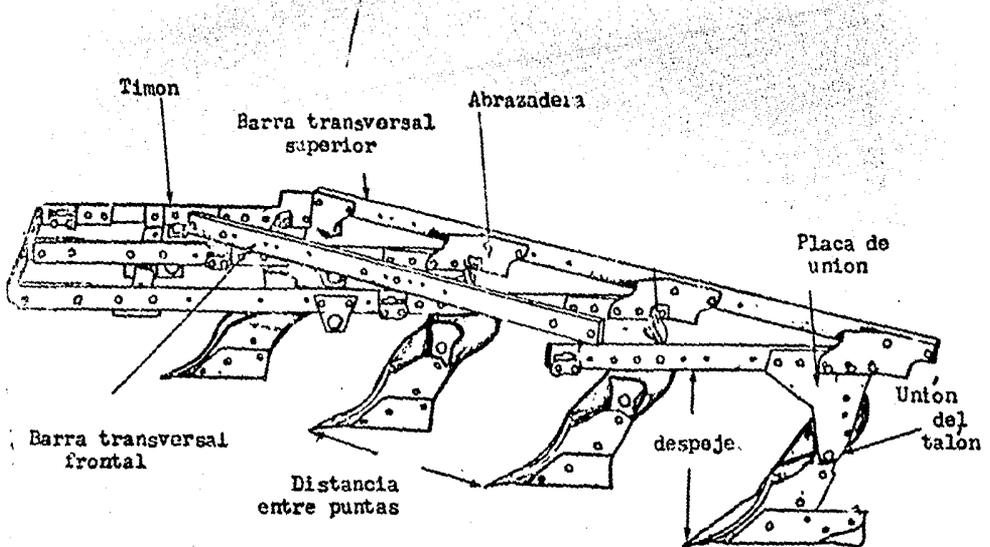


Fig. 2-18 Disposición de los timones en un arado de cuatro cuerpos. El cuarto cuerpo se puede quitar en caso necesario

Materiales usados para la construcción de cuerpos de arados.

Los fabricantes de arados de acuerdo con las condiciones en las que el arado trabajará, emplean el material adecuado. Los materiales usados en los cuerpos de arado pueden clasificarse en:

Acero Triplex.

Los aperos contruidos con acero triplex contienen tres capas de acero. - Las dos capas superficiales tienen un alto contenido de carbono (acero duro), mientras que la del centro posee un bajo contenido de carbono (acero suave). Las tres capas son forjadas al mismo tiempo. Esto provoca que las mismas se fusionen en una sola hoja de metal.

Mediante el tratamiento térmico, las dos capas exteriores se endurecen debido al alto contenido de carbono, en tanto que la capa central permanece --blanda (fig. 2-19). Este tipo de acero posee una superficie muy resistente al desgaste y la parte central blanda y dúctil le permite absorber los esfuerzos al chocar con un obstáculo en el terreno. No es recomendable para trabajar suelos demasiado rocosos; se usa principalmente en áreas en donde es difícil conseguir que el suelo deslice libremente sobre la reja y la veredera sin adherirse.

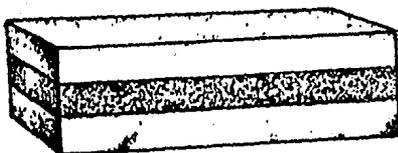


Fig. 2-19 Acero Triplex.

Aceros Forjados.

Los cuerpos de arado construidos con este material poseen una sola capa y se muestra en la fig. 2-20. Tiene este tipo de acero un contenido menor de carbono que las partes duras del acero triplex, razón por la que es menos duro y resistente al desgaste. Este material se emplea en donde el suelo no es demasiado pegajoso y en donde se requiere buena resistencia al impacto por la presencia de obstáculos.

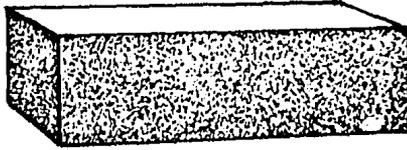


Fig. 2-20 Acero Forjado.

Hierro Fundido.

Este material es una fundición gris que se ha enfriado rápidamente en la superficie durante la colada. Esto produce una superficie muy dura y frágil pero con núcleo más blando y resistente. Si se rompe este material, aparecerá una fractura blanca y brillante en la superficie, con el color gris característico de la fundición en el núcleo. Se muestra en la fig. 2-21. Los aperos construidos con este material se usan en suelos muy abrasivos, tales como la arena y suelos gravosos son más económicos. No deben de usarse en suelos rocosos, pues al chocar puedan producir fracturas.

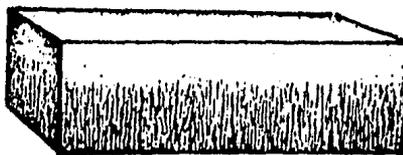


Fig. 2-21 Hierro Fundido.

A continuación se muestra una tabla comparativa de los materiales usados en la construcción de cuerpos de arado.

	Resistencia al desgaste	Resistencia al choque	Capacidad de limpieza	Costo
Aceros Forjados	mediano	mediano	mediano	mediano
Aceros Triplex	alto	alto	alto	alto
Hierro Fundido	alto	baja	baja	bajo

MECANISMOS DE SEGURIDAD.

Los arados poseen mecanismos que permiten que el timón se desplace al encontrar un obstáculo, al efectuarse la labor de aradura.

Son tres los tipos de mecanismos de seguridad más comunes:

a).- Sistema de protección a resorte.

Es un dispositivo de resorte o muelle que ayuda a proteger los cuerpos y los timones cuando el arado choca con obstáculos. En la fig. 2 -22, el timón gira hacia atrás al encontrar un obstáculo. El timón vuelve a su posición normal de trabajo, al retroceder el tractor hasta que el arado vuelva a su posición normal.

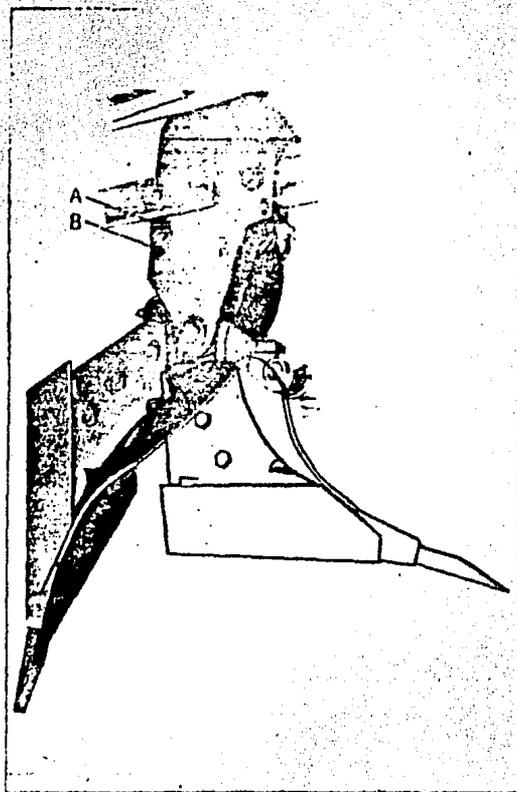


Fig. 2-22 Sistema de protección a resorte

En la fig. 2-23 se muestra el ciclo de disparo de una cama de arado con resorte o muelle de seguridad.

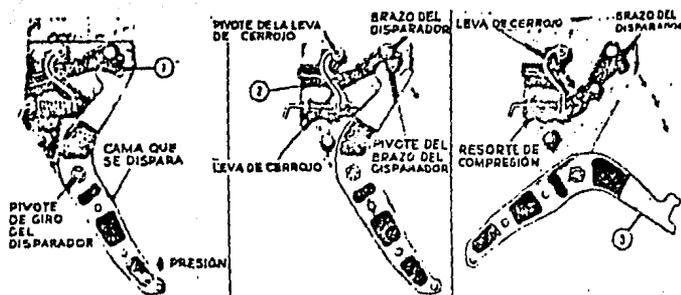


Fig. 2-23.

b).- Sistema de protección con retorno automático.

Este sistema vuelve el timón a su posición normal de trabajo automáticamente después de haber eludido el obstáculo.

Las reacciones de este mecanismo básicamente son dos:

ACCION VERTICAL INDEPENDIENTE:

Permite que el cuerpo del arado se desplace hacia arriba al encontrar una roca inclinada, pero sin producirse rotación del cuerpo del arado.

La figura 2-24a, muestra como se realiza la acción vertical independiente, en donde:

- (1) La reja encuentra un obstáculo.
- (2) Se desplaza hacia arriba a una distancia que puede ser de hasta 30 cm.
- (3) La punta de la reja pasa por arriba del obstáculo
- (4) Inmediatamente recupera la profundidad de aradura.

Este desplazamiento vertical independiente evita que el mecanismo de rotación del arado actúe en un 80 a 90%.

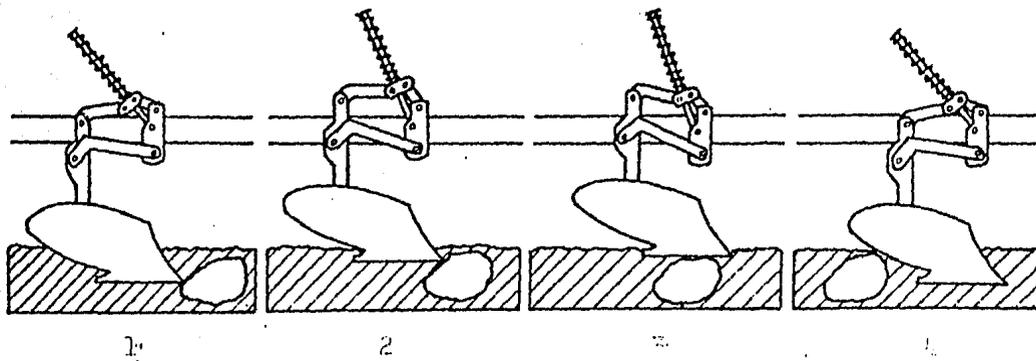


Fig. 2-24a. Acción Vertical Independiente.

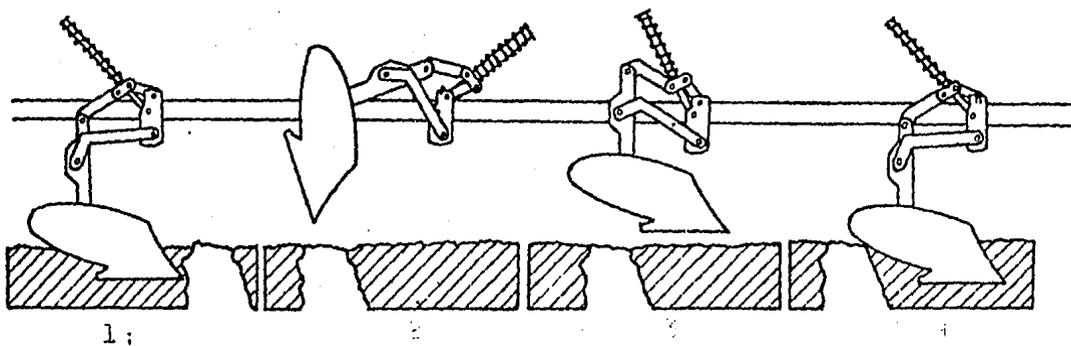


Fig. 2-24b. Movimiento de rotación independiente.

MOVIMIENTO DE ROTACION INDEPENDIENTE:

Este mecanismo actúa por rotación del cuerpo del arado.

Se representa en la fig. 2-24b. Cuando actúa y cómo:

- (1) La punta de la reja choca contra una superficie que no le permite deslizar como es el caso anterior ó cuando la punta de la reja se introduce por debajo de un obstáculo.
- (2) El cuerpo gira en sentido horario dejando pasar el obstáculo. La punta de la reja se eleva aproximadamente unos 30 cm. sobre el nivel del fondo del surco.
- (3) El cuerpo vuelve automáticamente a su posición de aradura.
- (4) Retorna instantáneamente a la profundidad de trabajo.

c).- Sistema de protección con perno de corte.

Este sistema se utiliza cuando el terreno se encuentra razonable libre de obstáculos. Dicho perno protege al bastidor eficientemente, aunque presenta el inconveniente de que debe reemplazarse el perno cada vez que actúa el mecanismo de protección. En la fig. 2-25 se representa la acción de este mecanismo.

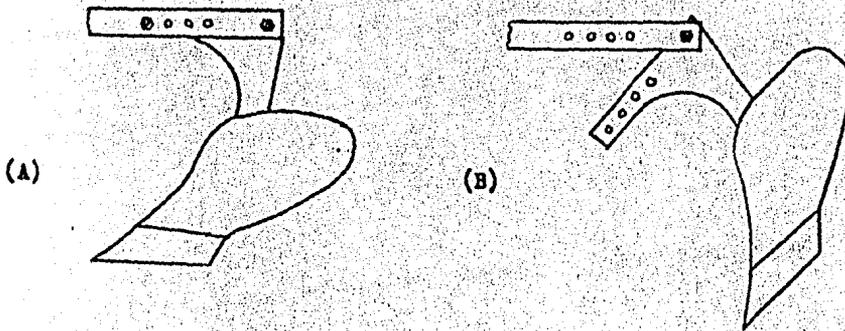


Fig. 2-25 Mecanismo de seguridad con perno de corte
 A, muestra el timón en posición de aradura, mientras
 B, muestra el timón después de haber actuado el meca-
 nismo de seguridad.

ADITAMENTOS:

Existen una serie de aditamentos para arados de vertedera que se utilizan - en determinadas condiciones para mejorar la labor de aradura. Entre estos aditamentos tenemos:

a) Rueda de Control de Profundidad.

Esta rueda se puede utilizar en condiciones de aradura muy variables con el objeto de mantener una profundidad uniforme de aradura en condiciones tales como:

- 1) Cuando se encuentran partes duras y blandas en el terreno, el arado - se ajusta para que penetre el suelo duro, de tal manera que la rueda de control impida que profundice el arado demasiado en superficies -- blandas.

- 2) En terrenos disparejos donde existen demasiados desniveles, el arado se ajusta para mantener una profundidad uniforme en una área baja, la rueda de control previene la excesiva penetración en áreas altas o lomas:

Ajuste en la rueda de Profundidad.

En las figs. 2-26 y 2-27 se muestran las partes y el ajuste de la rueda de profundidad, correspondientemente. De la fig. 2-26 tenemos:

- (1) Barra de conexión entre el mecanismo de la rueda guía o de control de profundidad y el eje de la rueda de surco. Ajustando esta barra, la rueda guía se pone en posición de trabajo (rueda en el mismo plano que las rejas).
- (2) Tuerca de ajuste de la posición vertical de la rueda guía.
- (3) Tuerca de ajuste de la posición vertical de la rueda y de la tensión del resorte de dicha rueda.

Cuando se ajustan ambas tuercas 2 y 3 hacia la izquierda, se levanta la rueda guía con respecto a las rejas. Por el contrario, cuando ambas tuercas 2 y 3 se ajustan hacia la derecha, se baja la rueda guía.

Cuando se ajusta el perno 3 hacia la derecha, se aplica más tensión vertical (hacia abajo) sobre la rueda para agregar más peso sobre la rueda guía.

- (4) Tuerca de ajuste de la rueda guía con respecto a la dirección de avance.

Al moverla hacia la izquierda, la rueda tiende a irse más hacia la derecha con respecto a la dirección de avance del arado y del tractor.

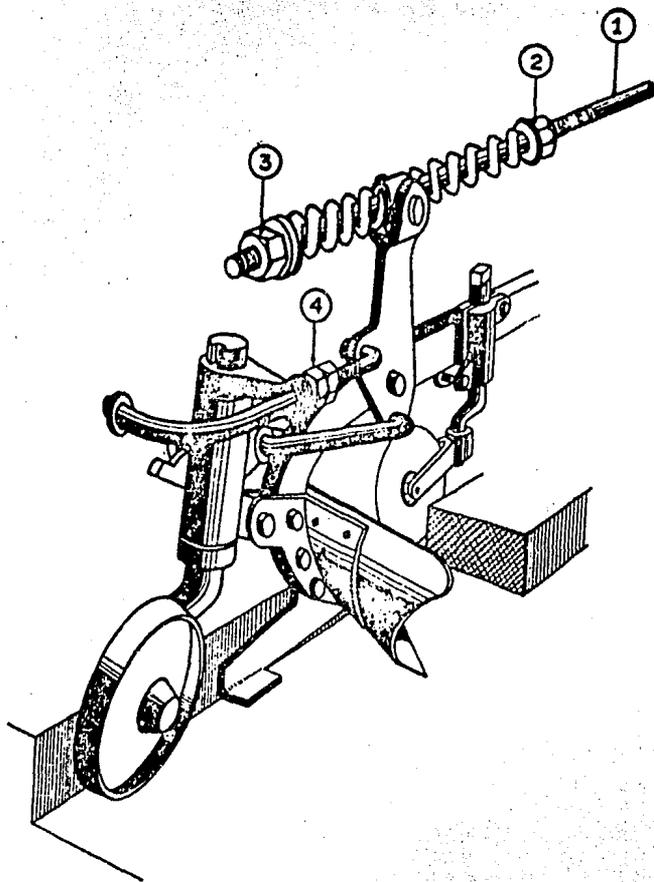


Fig. 2-26 Partes de la rueda guía.

Funcionamiento de la rueda guía fig. 2-27.

- 1) En posición de trabajo. Rueda en el mismo plano de las rejas.
- 2) Posición de transporte. Rueda por debajo de las rejas.
- 3) En la posición (1) el eje de la rueda no puede girar en sentido contrario a las manecillas del reloj.
- 4) En la posición (2) el eje de la rueda está libre para girar.
- 5) Ajuste de la posición vertical de la rueda.

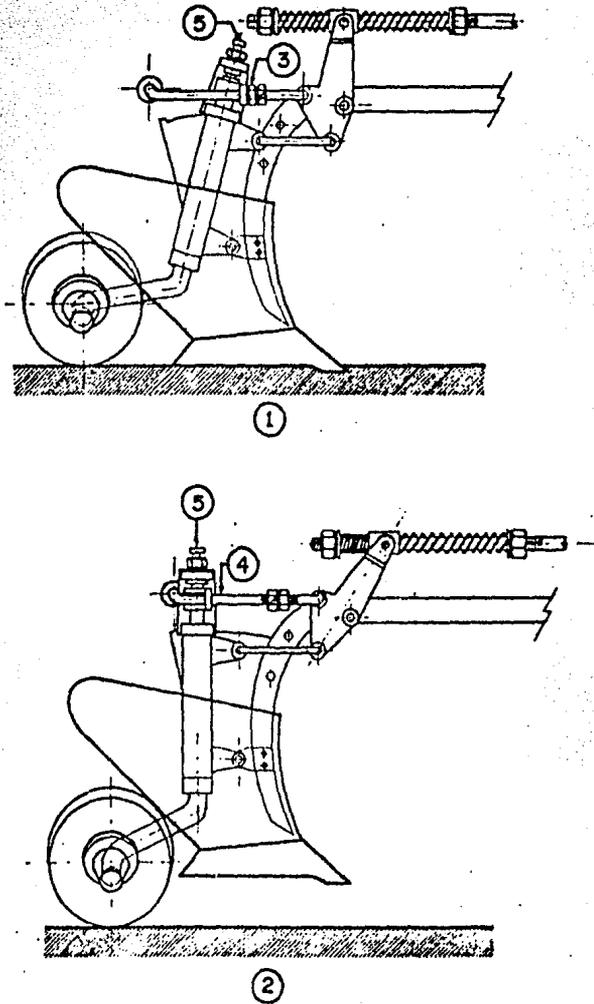


Fig. 2-27 Funcionamiento de la rueda guía.

b) Cuchillas o discos.

Son efectivas en terrenos con abundante hojarasca y sus funciones más --

importantes son:

- 1) Cortar la hojarasca en trozos de menor longitud, lo que permite que el arado cubra mejor.
- 2) Cortar la hojarasca que pudiera atorarse en el timón.
- 3) Ayudan a cortar verticalmente el prisma de tierra a fin de obtener una buena pared del surco.

Existen tres tipos de cuchillas circulares:

- 1). Cuchilla circular normal.- Se utilizan cuando no hay demasiada hojarasca en el terreno.
- 2). Cuchilla con filo recortado.- Tienen aplicación en suelos duros y en donde hay abundante hojarasca. Las muescas ayudan a sujetar las ramas contra la superficie del suelo, proporcionando de esta manera una mejor acción de corte.
- 3). Cuchilla circular con filo ondulado.- Son eficaces en suelos con demasiada hojarasca. La forma ondulada del filo aumenta la longitud de corte, evita que la hojarasca deslice delante de la cuchilla y reduce el patinamiento. En la fig. 2-28 se representan éstos tres tipos de cuchillas.

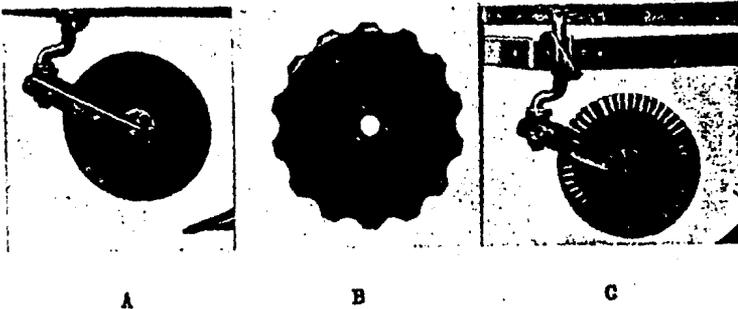


Fig. 2-28 Cuchillas. A, con filo normal
B, con recortado. C, con filo ondulado.

La cuchilla circular puede ser montada con un soporte simple o con un soporte doble que soporta a la cuchilla por ambos lados Figs. 2-29A y B. Como mecanismo de seguridad para proteger las cuchillas contra rocas u obstáculos, se puede usar un perno de corte.

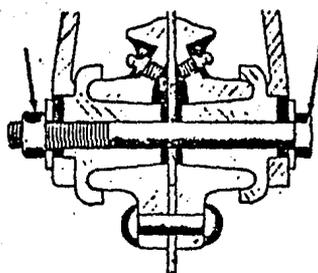


Fig. 2-29A Cuchilla sostenida por cojinete cónico de hierro fundido.

Los cojinetes que se utilizan en las cuchillas son de dos tipos y se ilustran en las figs. 2-29A y B. Ambos cojinetes son ajustables. En las figs. 2-30, 2-31 y 2-32 se ilustran los ajustes de estas cuchillas.

Fig. 2-29 B. Cuchilla con cojinete de rodillos cónico ajustable.

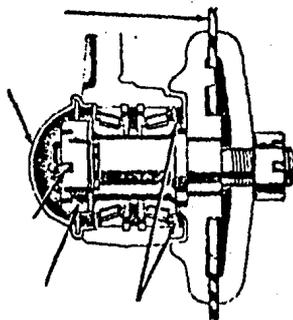


Fig. 2-30 Cuchilla circular colocada a 20 mm. de la pared del surco.

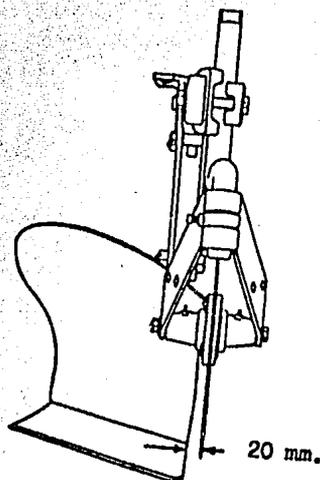


Fig. 2-31 La cuchilla debe estar colocada directamente sobre la punta de la reja cortando una profundidad entre $1/2$ y $2/3$ de la profundidad de corte del arado.

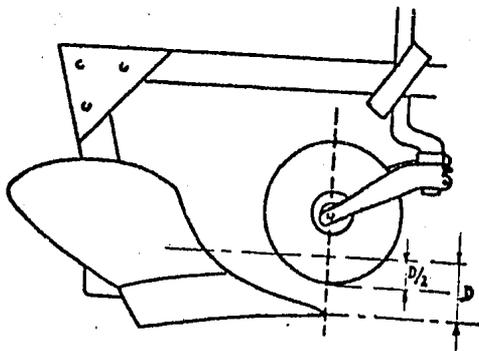
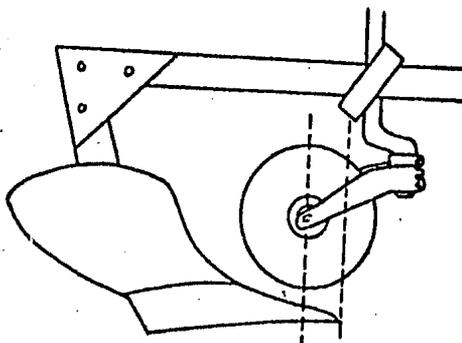


Fig. 2-32 Cuchilla colocada para arar suelos duros. Trabaja mejor cuando se coloca detras de la punta de la reja



Por otra parte, la cuchilla debe ser lo suficientemente grande para cortar la hojarasca superficial y las raíces, para así obtener una pared de surco firme y uniforme.

La fig. 2-33 representa la importancia del tamaño de la cuchilla.

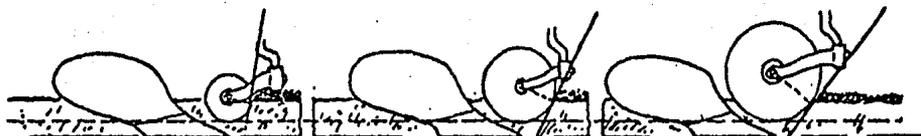


Fig. 2-33 Las cuchillas grandes pueden atacar mejor la hojarasca que las pequeñas

La cuchilla está montada (fig. 2-34) en una horquilla oscilante. Esta horquilla es una pieza metálica en forma de U y está unida a la cuchilla mediante un perno que constituye el eje de giro de la cuchilla, la horquilla oscila en un eje grueso curvo llamado vástago que puede girar dentro de una abrazadera sujeta al timón.

Fig. 2-34.



c) Raederas o Rasetas.

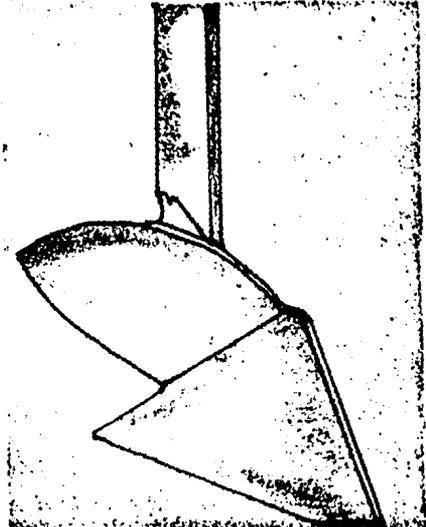
Este aditamento es similar al cuerpo de un arado en su forma, corta una franja superficial de suelo por arriba y adelante del cuerpo del arado.

Realiza las siguientes funciones:

- 1).. Desplaza la hojarasca hacia la derecha permitiendo que sea enterrada - más profundamente al ser invertido el prisma de tierra.
- 2).. Arroja una pequeña cantidad de tierra por encima de la hojarasca evi-- tando la tendencia de que sea arrojada demasiado lejos.
- 3).. El corte de este pequeño listón, evita que la hojarasca aparezca en la superficie del terreno arado.
- 4).. Reduce los espacios de aire que normalmente quedan debajo del prisma - invertido.

En la fig. 2-35 se ilustra una raedera.

Fig. 2-35. La raedera estacionaria va montada directamente en el bastidor del arado y es independiente de la cuchilla. Están diseñadas para trabajar en presencia de hojarasca no volcada, rocas o suelos duros de penetrar donde pueden reemplazar las cuchillas circulares.



d) Combinación de cuchilla circular y raedera.

Con esta combinación se obtienen los beneficios de ambas. La cuchilla circular corta la hojarasca y hace el corte vertical del prisma de tierra que se va a voltear y la raedera hace un surco sin interferencia de hojarasca. Las figs. 2-36 y 2-37 nos muestran arreglos de cuchillas y raederas.

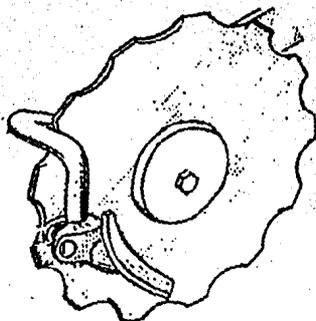


Fig. 2-36 La raedera en esta combinación, corta una pequeña franja en la esquina superior izquierda del prisma de tierra, lo que asegura un claro corte de la pared vertical del surco y una mejor cobertura de la hojarasca. Su ajuste es independiente de la cuchilla.

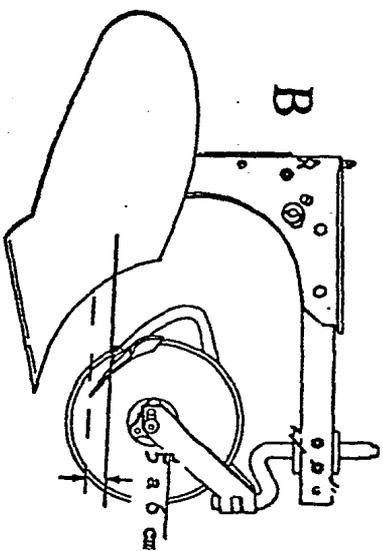
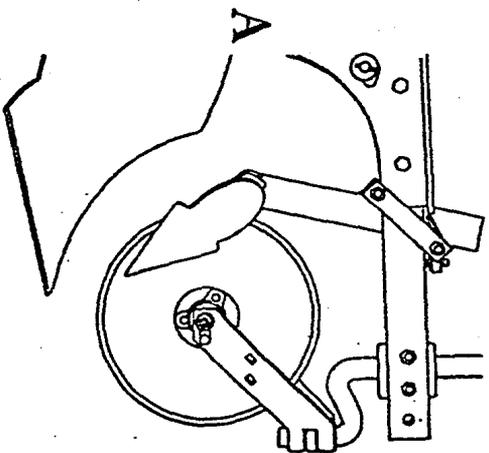


Fig. 2-37. Combinación de raedera y cuchilla circular.
 A, Con ajuste independiente B, Como una sola unidad.

e) Cuchilla de Disco Cóncavo.

Realiza el trabajo de los aditamentos descritos en (c) y (d). La cuchilla curvada corta el suelo y la hojarasca, volteando a su vez una pequeña franja de suelo de 5 a 10 cm. de ancho, contribuyendo de esta manera a enterrar con mayor profundidad la hojarasca. La fig. 2-38 es una representación de este aditamento.

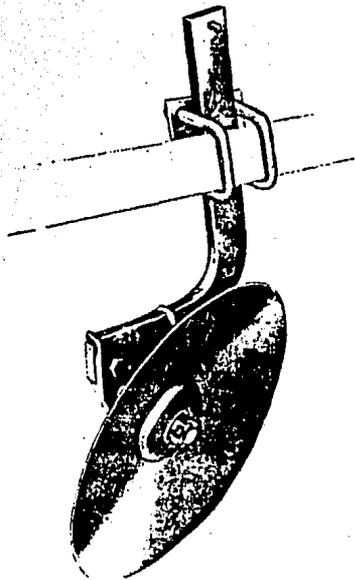


Fig. 2-38 Cuchilla
de disco cóncavo.

f) Lámina para Hojarasca.

Ayuda a cubrir eficientemente el terreno cuando se encuentra con demasiada paja y ramas, en la fig. 2-39, se representa una lámina para hojarasca.

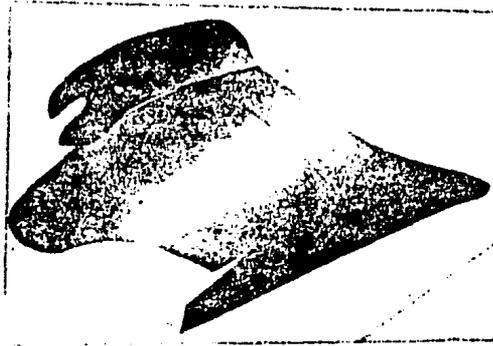
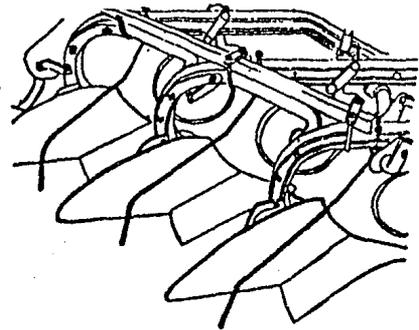


Fig. 2-39. La lámina para hojarasca ayuda a voltear la hojarasca y residuos dentro del surco abierto y evita que estos se acumulen en el timón del arado.

g) Cubre-Hierbas.

Se usa cuando se esta arando en terrenos con malezas altas y hojarascas. Mantiene la maleza sobre el prisma de tierra a medida que este va rotando, reduciendo de esta manera la altura de las hierbas, cubriéndolas lo suficiente. Se muestra un arado con cubrehierbas en la fig. 2-40.

Fig. 2-40 Los cubre-hierbas ayudan y facilitan la aradura en presencia de maleza muy alta.



h) Extensión de Vertedera,

Es un aditamento que sostiene el prisma de tierra al alcanzar este el fin de la vertedera, evita que este se regrese al surco cuando se trabaja sobre laderas. Ayuda también a enterrar la hojarasca más profundamente. En la fig. 2-41 se ilustra una extensión para vertedera.

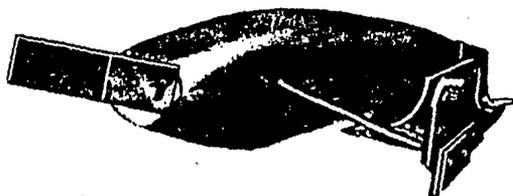


Fig. 2-41 Extensión de vertedera.

i) Cortadora de Raíces.

Es un aditamento que se utiliza generalmente para cortar raíces de alfalfa, y van montados sobre la costanera. En la fig. 2-42 se muestra una cortadora de raíces.



Fig. 2-42 Cortadora de raíces.

j) Guía para tractor.

Ayuda a mantener el ancho correcto cuando el tractor se opera fuera del surco. El operador debe tener atención en que dicha guía vaya sobre el surco fig. 2-43.

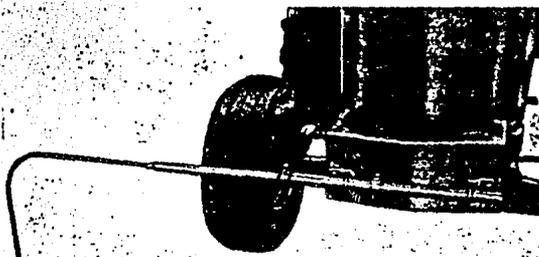


Fig. 2-43 Guía para Tractor.

CLASIFICACION DE LOS ARADOS DE REJAS O DE VERTEDERA.

Una primera clasificación que puede hacerse es de acuerdo con el tipo de --tracción:

- Arados de tiro animal.
- Arados de tiro mecánico.

También se puede clasificar de acuerdo con el sentido de inversión del prisma de tierra.

- Arados de una sola vía.
- Arados reversibles.

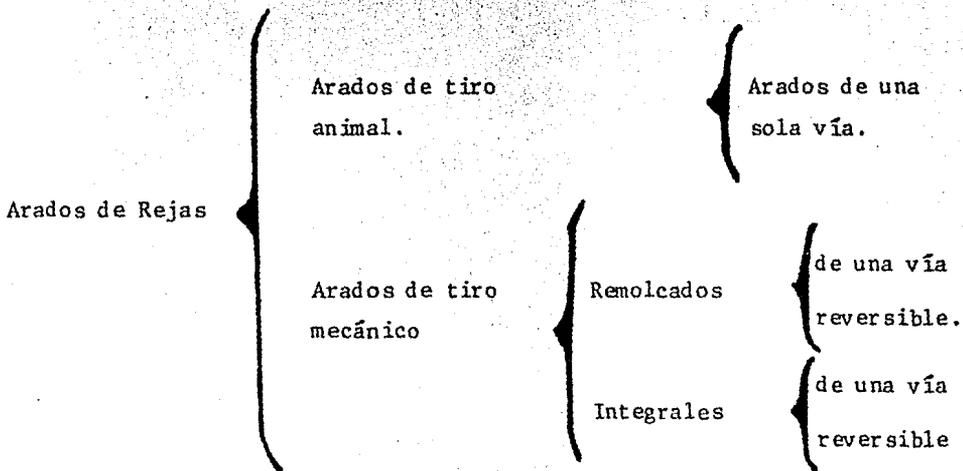
Los arados de una sola vía están diseñados para invertir el prisma de tierra hacia la derecha vistos por atrás.

Los arados reversibles invierten el prisma de tierra en los dos sentidos, - tienen sus bases dispuestas, de tal manera, que se pueden cambiar rápida y fácilmente para invertir el prisma en cualquier sentido.

Los arados de tiro mecánico pueden clasificarse a su vez, de acuerdo a la - forma como se enganchan al tractor.

- Arados de tiro o remolcados.
- Arados de enganche en tres puntos, a este arado se le conoce también como arado integral.

Se presenta a continuación un cuadro que es en resumen la clasificación de los arados de reja o vertedera.



ARADOS DE TIRO ANIMAL.

En las figs. 2-44 y 2-45 se muestran las partes y el funcionamiento del ara

do de tiro animal, respectivamente.

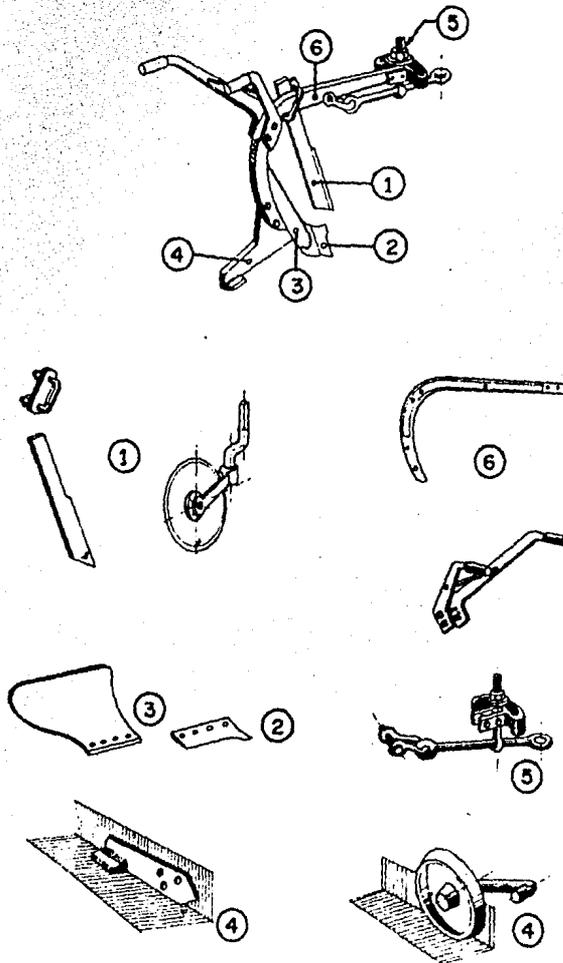


Fig. 2-44 Componentes del arado de rejas de tiro animal.

(1.) Cuchilla o disco cortador.

Corta verticalmente el prisma de tierra.

(2) Reja.

Corta horizontalmente el prisma de tierra.

(3) Vertedera.

Levanta, voltea, desmenuza y mueve el prisma de tierra transversalmente hacia el surco anterior.

(4) Talón o rueda guía.

Contrarresta las fuerzas laterales.

(5) Enganche.

(6) Chasis.

Pieza a la cuál se unen todos los elementos.

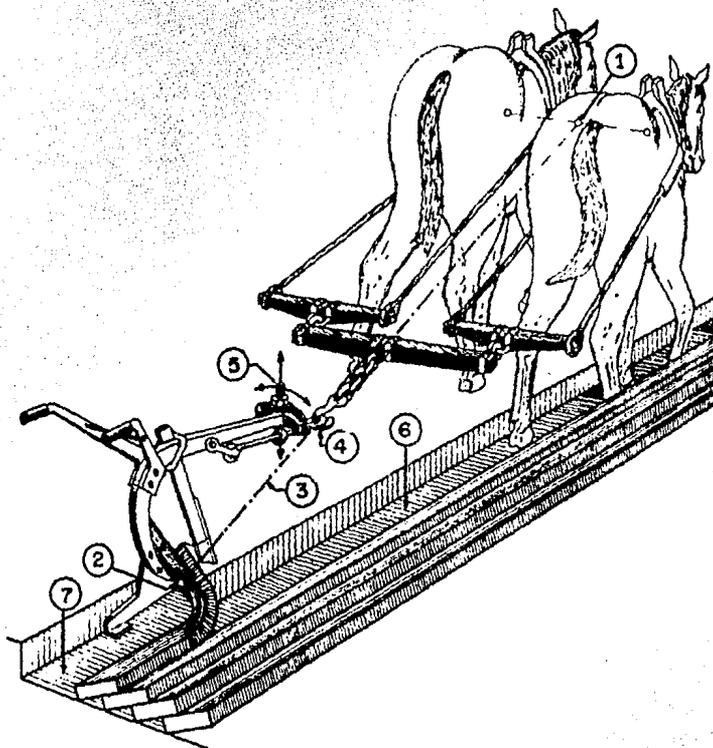


Fig. 2-45 Funcionamiento del arado de rejas de tiro animal.

- (1) Punto de tiro de los animales.
- (2) Punto de resistencia del arado (centro de carga).
- (3) Línea de tiro imaginaria.
- (4) Punto de enganche entre arado y animales.
- (5) Enganche.
- (6) Surco anterior.
- (7) Surco.

ARADOS REMOLCADOS.

Constituyen una unidad completa en sí mismos y van soportados por dos o tres ruedas. Al engancharse en el tractor trabajan inmediatamente detrás de él.

ARADOS REMOLCADOS DE UNA SOLA VIA.

Se fabrican con un número variable de rejas entre 1 y 5 y los tamaños de las rejas pueden ser de 30 a 45 cm. En la fig. 2-46 se representan las partes que constituyen a este tipo de arado.

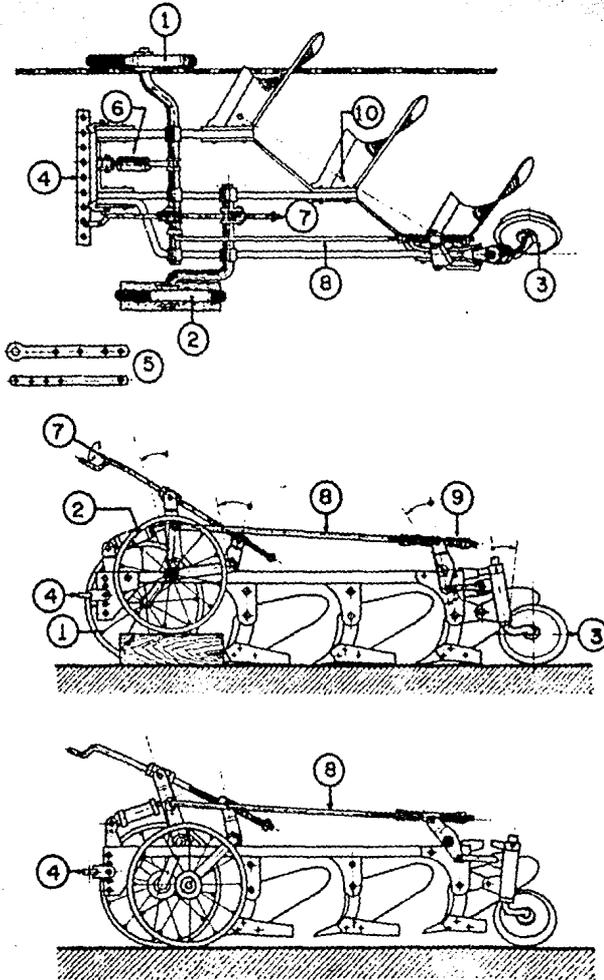


Fig. 2-46 Arado de rejas de tiro mecánico o remolcado.

- (1) Rueda de surco.
- (2) Rueda de Campo.
- (3) Rueda guía.
- (4) Sistema de enganche.
- (5) Barras de tiro del arado.
- (6) Cilindro hidráulico de control remoto para accionar la rueda de surco.
- (7) Tornillo sinfín con manivela que conecta el eje de la rueda de surco -- con el de la rueda de campo. Permite ajustar la posición de la rueda de campo con respecto a la rueda de surco.
- (8) Barra de conexión entre la rueda de surco con la rueda guía.
- (9) Sistema de ajuste de la rueda guía respecto a la rueda de surco.
- (10) Punto común de la resistencia del suelo sobre las tres vertederas (Centro de carga). Las figs. 2-47, 2-48 y 2-49 representan arados de este tipo.

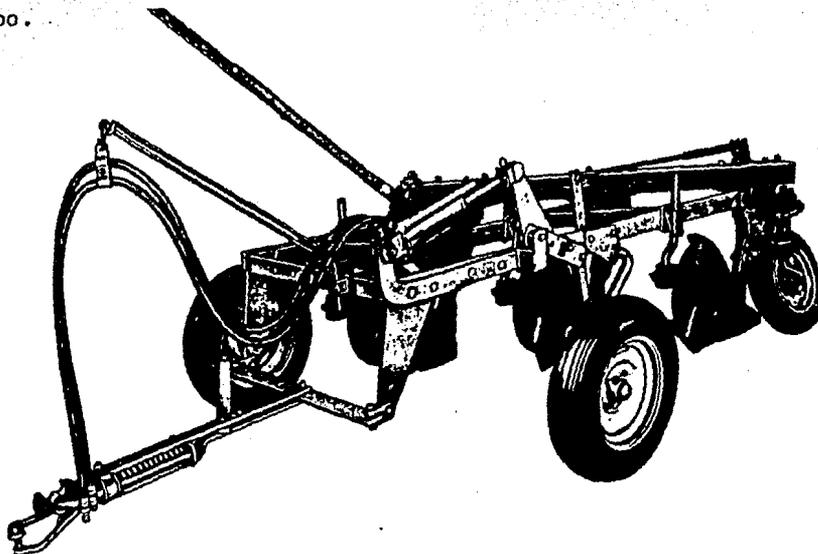


Fig. 2-47 Arado de tiro mecánico de tres cuerpos.

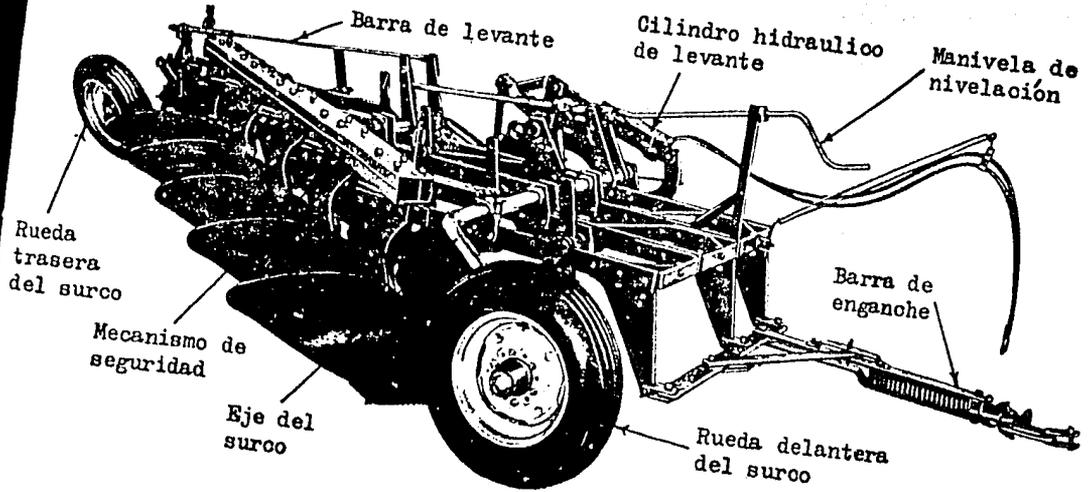


Fig. 2-48 Arado de arrastre de 5 cuerpos.

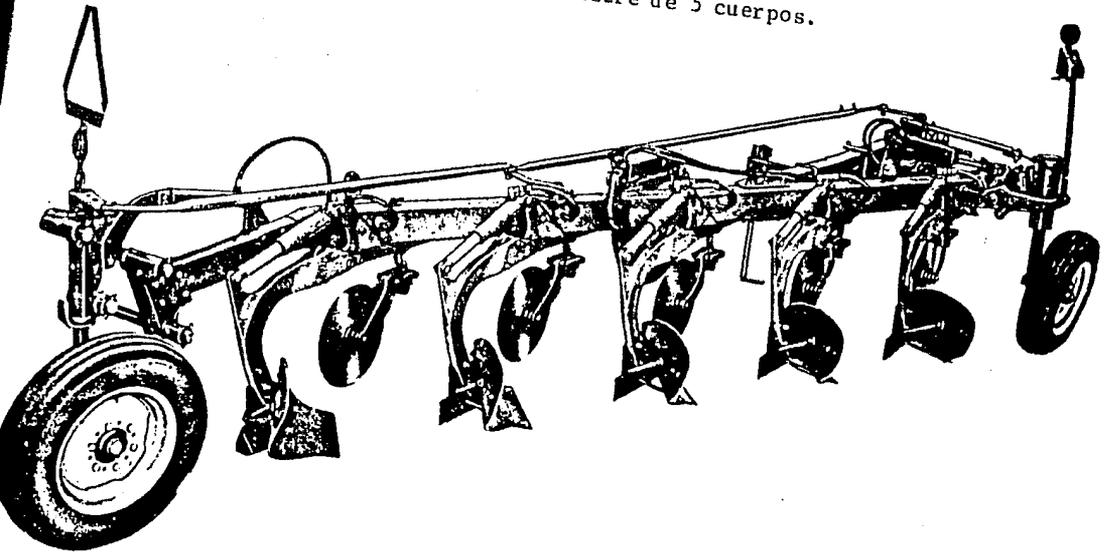


Fig. 2-49 Arado de arrastre de cinco cuerpos con ruedas delantera y de cola de dirección variable.

ARADOS REMOLCADOS REVERSIBLES.

Estos arados tienen los cuerpos arreglados de tal manera que el grupo de -- cuerpos que invierte el prisma de tierra hacia la derecha, se cambia fácilmente por otro grupo que arroja la tierra hacia la izquierda. Lográndose -- de esta forma que cuando el arado alcanza el final del surco, se levanta, -- se da vuelta y se regresa arando al costado de los surcos recién hechos. La fig. 2-50 representa un arado de vertedera reversible de tiro mecánico.

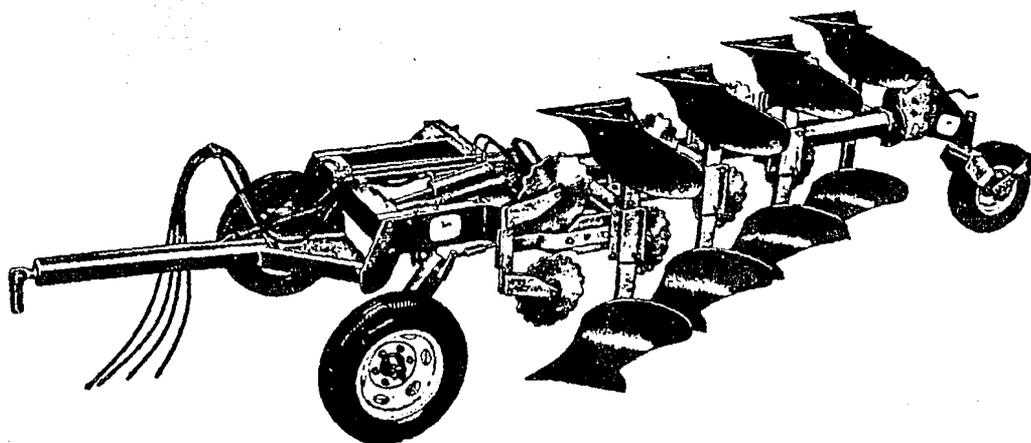


Fig. 2-50. Arado de vertedera reversible de arrastre.

ARADO INTEGRAL DE UNA SOLA VIA.

Son llamados integrales debido a que, la herramienta y la fuente de poten--

cia, trabajan como una sola unidad. Operados mediante mecanismos hidráulicos, son fáciles de manejar especialmente en áreas pequeñas, tienen una columna central en su parte delantera, a la que se une el punto superior del enganche del tractor. Todo el peso del arado descansa sobre las ruedas traseras del tractor, no es necesario el uso de ruedas, sin embargo, los modelos grandes necesitan una rueda de cola. Las figs. 2-51 y 2-52, representan arados de este tipo.

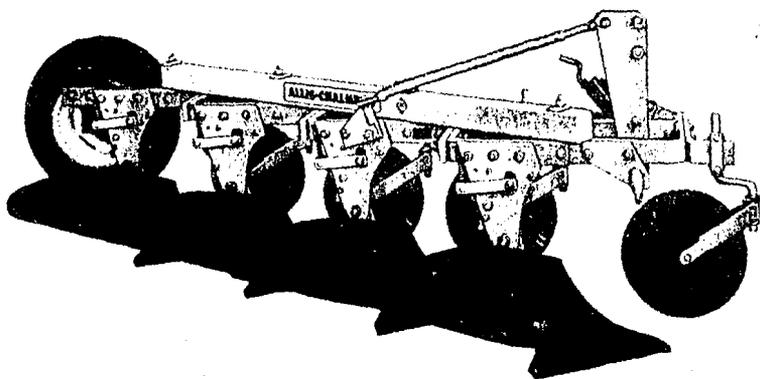


Fig. 2-51 Arado integral de cuatro cuerpos.

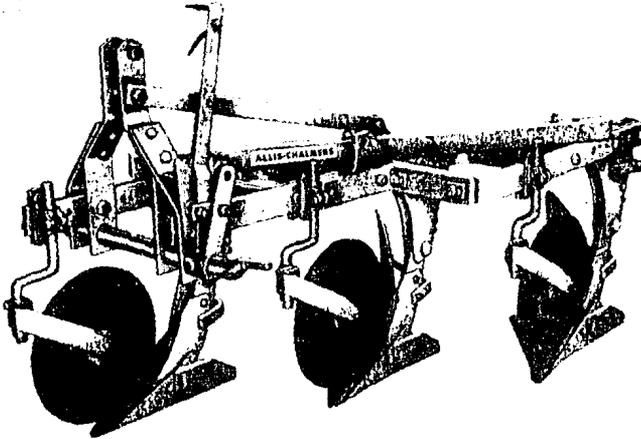


Fig. 2-52.

Vista frontal de un arado integral. Obsérvese que el arado tiene un eje transversal en la parte delantera en la cual van conectados los brazos del enganche del tractor. Existe también en la parte frontal una barra vertical a la que se conecta el punto superior del sistema de enganche de tres puntos del tractor. Se usa esta barra para nivelar longitudinalmente el arado.

El número de cuerpos de estos arados varía de 1 a 5 entre los mas comunes, según la potencia del tractor al cuál se acoplan.

El peso y la longitud del tractor, por delante de las ruedas motrices, determinan el peso y la longitud del arado que puede ser montado. En algunas ocasiones es conveniente lastrar el tractor en la parte delantera para con-

trapesar el arado y evitar problemas en la dirección.

ARADO INTEGRAL REVERSIBLE.

Realizan las mismas funciones que los remolcados del mismo tipo, pero el dispositivo del cambio de cuerpos para trabajos a derechas o izquierdas varía, debido a que se realiza mediante un giro de 180 grados en unos tipos y de 90 grados en otros, la acción se puede controlar mecánica o hidráulicamente. Las figs. 2-53, 2-54 y 2-55 representan: Un tractor para enganchar un arado integral reversible, el funcionamiento del enganche de tres puntos para arado integral reversible y la posición del arado integral reversible respectivamente.

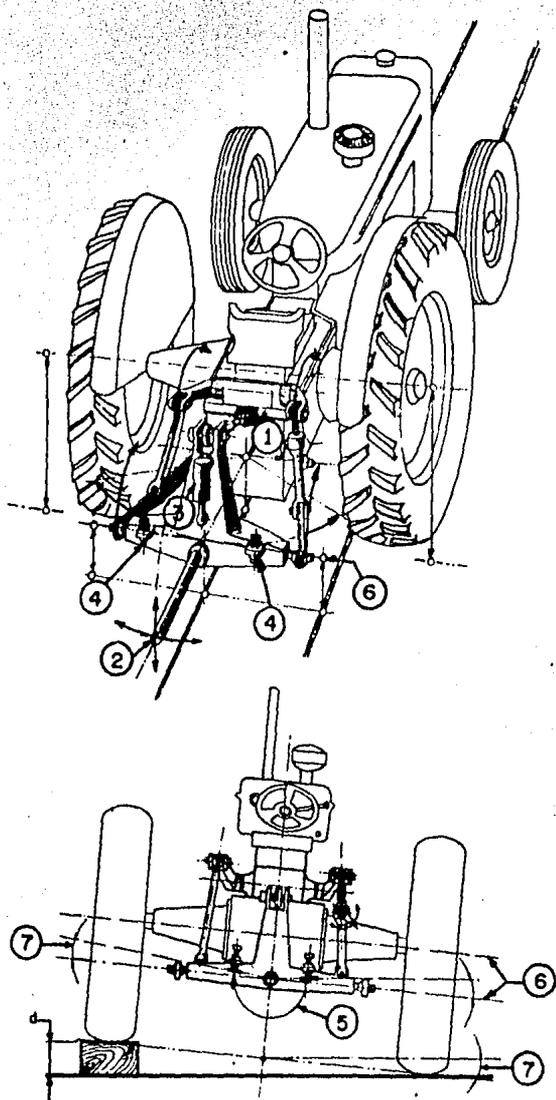
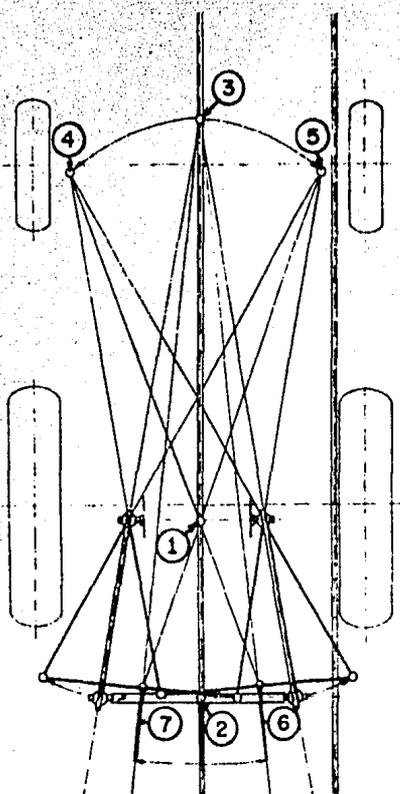


Fig. 2-53. Tractor con el cabezal para montaje de un arado integral reversible.

- 1) Punto común de tiro del tractor.
- 2) Flecha de reversión, alrededor de la cual gira el arado de un lado al otro.
- 3) Cilindro hidráulico, hace girar el arado alrededor del eje 2.
- 4) Tornillo de ajuste para nivelar el arado lateralmente.
- 5) Giro del arado, del lado derecho al lado izquierdo.
- 6) La línea central del eje de enganche debe de estar paralela con la línea central de las ruedas traseras del tractor.
- 7) El giro es de 180 grados mas dos veces el ángulo marcado, esto es el ángulo de inclinación lateral del tractor.

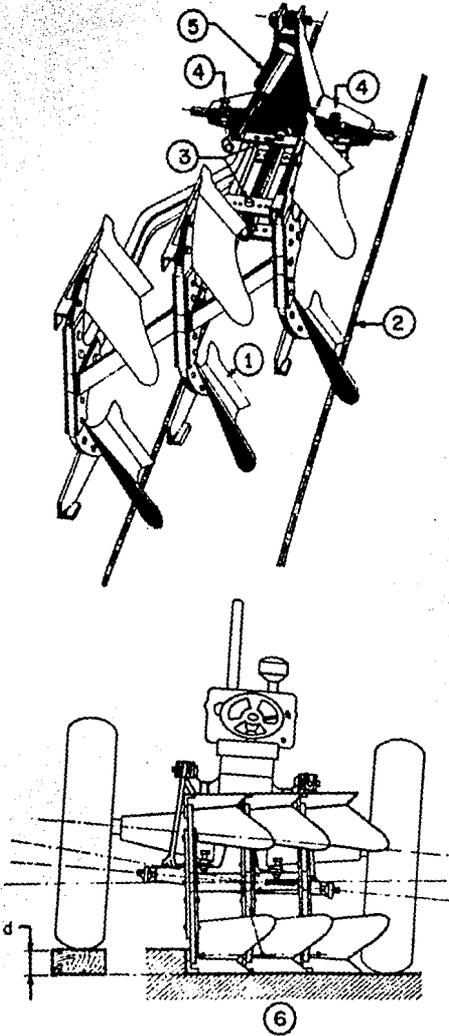
Fig. 2-54.



Funcionamiento del sistema de enganche de tres puntos cuando está provisto de un cabezal.

- (1) Punto común de tiro del tractor.
- (2) Centro del cabezal.
- (3) Punto imaginario de tiro del tractor, cuando el centro del cabezal 2 -- coincide con el eje central del tractor.
- (4) Punto imaginario de tiro cuando las dos barras de tiro se desplazan hacia la derecha.
- (5) Punto imaginario de tiro cuando las dos barras se desplazan hacia la izquierda del tractor.
- (6) Posición de la flecha de reversión cuando las barras son desplazadas hacía la derecha.
- (7) Posición de la flecha de reversión cuando las barras de tiro son desplazadas hacia la izquierda.

Fig. 2-55.



Posición del arado integral reversible.

- (1) Se ubica el arado con sus rejas sobre un piso plano.
- (2) Se tira una línea paralela a los timones del arado, indicando la pared del surco.
- (3) Perno de ajuste del eje de reversión para permitir su desplazamiento lateral sin mover el arado.
- (4) Terminales de giro.
- (5) Cilindro hidráulico de reversión desconectado para permitir libre movimiento del cabezal alrededor del eje de reversión, y respecto al arado.
- (6) Se ubica el tractor frente al arado con sus ruedas izquierdas sobre una viga (espesor de profundidad deseada de trabajo), y con sus ruedas de - rechas al lado derecho de la línea que indica la pared de surco.

ENGANCHE DE LOS ARADOS.

La importancia del enganche de los arados radica principalmente en que de un correcto enganche del apero a la fuente de potencia (tractor) dará su mayor rendimiento, de no ser así, aunque el apero este perfectamente diseñado y fabricado con materiales de primera calidad, no se obtendrá el rendimiento adecuado.

El dispositivo de enganche puede ser sencillo o complicado, pero básicamente el objetivo es equilibrar las fuerzas de tiro con las de resistencia tanto vertical como horizontalmente.

ENGANCHE PARA ARADOS DE TIRO ANIMAL.

La fig. 2-56 muestra el ajuste para el enganche del arado de tiro animal.

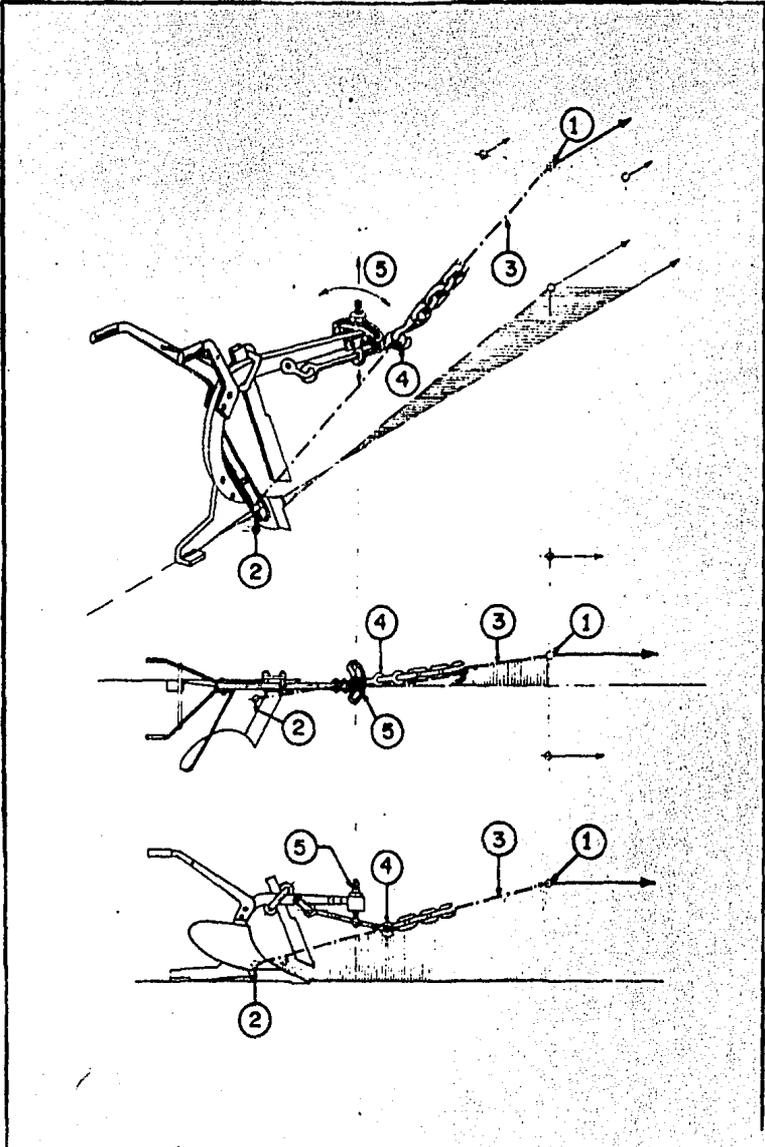


Fig. 2-56.

- (1) Punto de tiro se encuentra entre los animales.
- (2) Punto de resistencia del suelo sobre el arado.
- (3) Se traza una línea mediante un hilo entre el punto de tiro y el punto de resistencia. A esta línea se le llama línea imaginaria de tiro.
- (4) El punto de enganche debe coincidir con la línea de tiro tanto vertical como horizontalmente.
- (5) El sistema de enganche permite ajustar el punto de enganche horizontal y verticalmente para que coincida con la línea de tiro imaginaria.

Cuando se baja el punto de enganche el arado levanta y disminuye por lo tanto la profundidad de corte.

Si se levanta el punto de enganche el arado baja y aumenta la profundidad de aradura.

Si se ajusta el punto de enganche más a la izquierda, el arado se desplaza más a la derecha y trabaja más angosto.

Si se ajusta el punto de enganche más a la derecha, el arado se desplaza más a la izquierda y trabaja más ancho.

ENGANCHE PARA ARADOS DE VERTEDERA REMOLCADOS.

El enganche óptimo para cualquier arado o apero remolcado consiste en colocar el centro de carga arrastrado directamente detrás del centro del tractor. Pero desafortunadamente pocas veces se da tal caso debido a que varían los anchos de los tractores al variar el tamaño de ellos, así como también la existencia de distintos anchos de los tractores al variar el tamaño de los arados y aperos remolcados.

PRINCIPIOS PARA EQUILIBRAR VERTICALMENTE EL ARADO.

En la parte de dinámica y labrado de la tierra se definirán las fuerzas que actúan sobre un arado de un solo cuerpo. Para determinar los enganches de los arados es necesario aplicar esos conocimientos y ampliarlos a los arados de dos o más cuerpos.

Clyde, estableció que para determinar el punto de aplicación de la fuerza de tracción. Es importante la localización del punto de aplicación del conjunto de la resistencia vertical y resistencia dirigida hacia atrás. Mediante la práctica se determinó que el centro de resistencia vertical de un arado de vertedera, se ubica ligeramente por abajo de la superficie del prisma de tierra y por encima de la punta de la reja.

La fig. 2-57 muestra en B y C los puntos de resistencia de un arado bisurco y G es el punto del centro de carga y de tiro del arado. A, representa un punto de la barra de tiro del tractor. La línea de tiro vertical se define como la línea recta que va de A a G, esta es la razón por la que la cama debe de extenderse y estar provista de una placa de enganche que se prolongue hasta encontrar la línea A G en F.

En la práctica, para determinar el orificio de la placa de enganche F, se coloca una cuerda tensa que vaya desde A al centro de resistencia G (fig. 2-57).

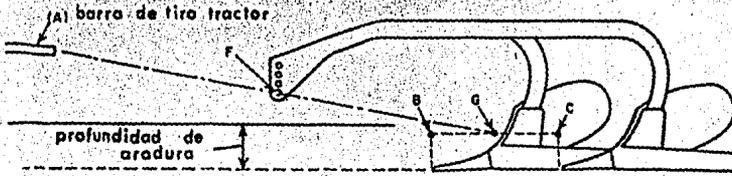


Fig. 2-57.

Si el punto de enganche F, se encuentra por encima de la línea de tiro, el arado tiende a picar, provocando desgaste excesivo en la reja, tensiones -- innecesarias en el eje y cojinetes de las ruedas. En caso contrario, es decir, si el punto de enganche F esta por debajo de la línea de tiro, éste -- tenderá a levantarse disminuyendo la profundidad de corte: Las figs. 2-58 - y 2-59 muestran los efectos anteriormente descritos en un arado pentasurco. La fig. 2-60 representa el enganche vertical correcto.

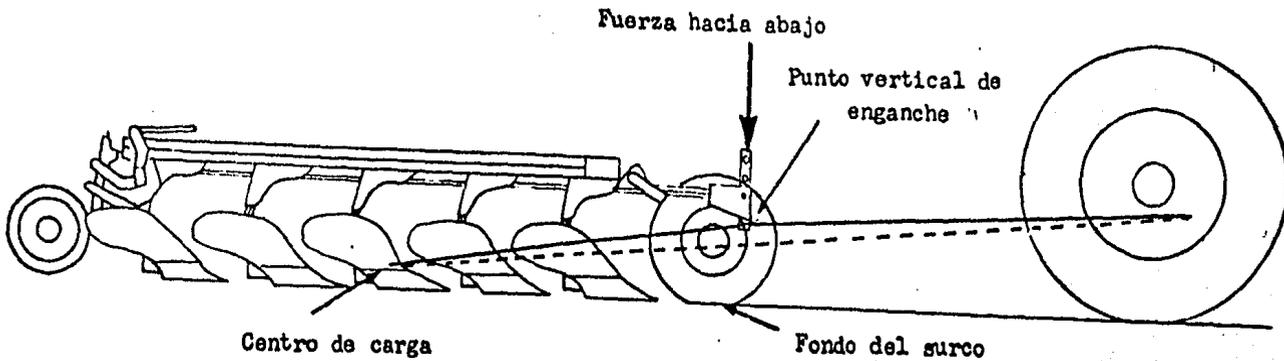


Fig. 2-58.

Enganche demasiado alto, se origina una fuerza hacia abajo en la parte frontal del mismo.

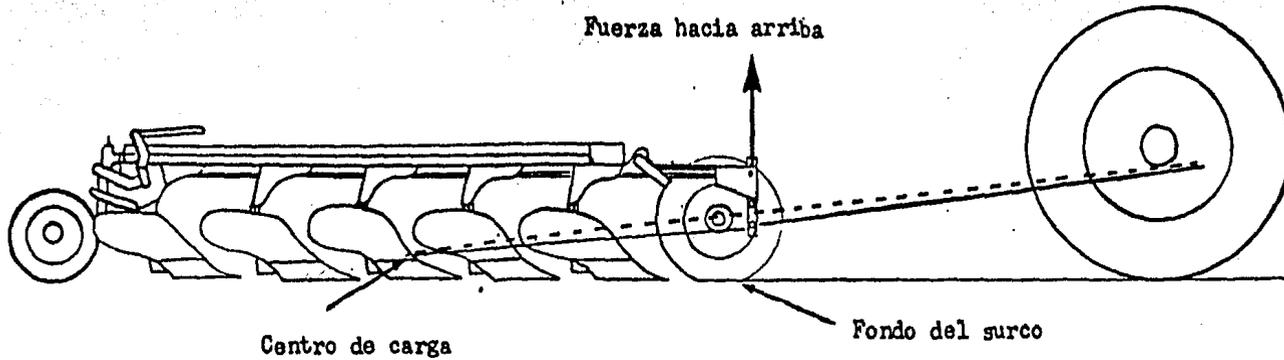


Fig. 2-59.

Enganche demasiado abajo, se genera una fuerza hacia arriba sobre la parte frontal del arado.

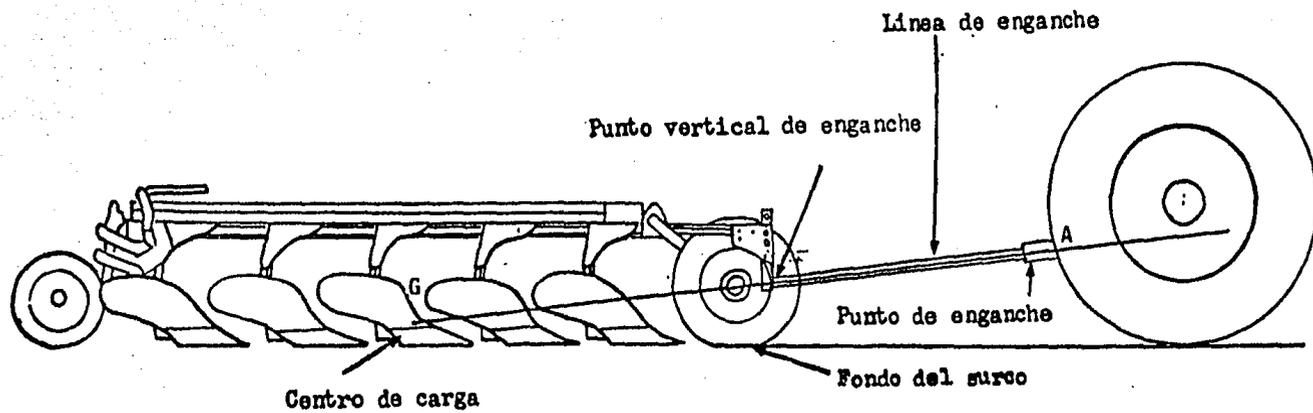


Fig. 2-60.

El punto de enganche debe estar en la línea recta que va del centro de carga al centro de tiro.

PRINCIPIOS HORIZONTALES.

El objetivo fundamental para lograr un buen enganche horizontal es el de --
terminar el CENTRO DE CARGA del arado y EL CENTRO DE TIRO O POTENCIA en el
tractor para constituir el dispositivo de enganche de tal manera, que el --
CENTRO DE CARGA quede detrás del CENTRO DE TIRO DEL TRACTOR.

Se define como LINEA DE TIRO HORIZONTAL.- A la línea recta que va del CEN--
TRO DE CARGA al punto donde se une la barra de tiro del arado a la barra de
tiro del tractor. Debido a las diferencias de anchura entre tractor y arado
la línea de tiro no sigue la barra de tiro del tractor. La barra de tiro --
del arado se mantiene en ángulo con el fin de que el CENTRO DE CARGA, quede
directamente detrás del CENTRO DE TIRO del tractor para prevenir el tiro la
teral.

EL CENTRO DE TIRO O POTENCIA, es el punto de enganche verdadero y es el pun
to en donde se encuentran concentradas las fuerzas horizontales (se conside
ran también las verticales). En un tractor es el punto en donde se engancha
el extremo anterior de la barra de tiro y se encuentra situado en el centro
de la distancia de las ruedas traseras Fig. 2-61.

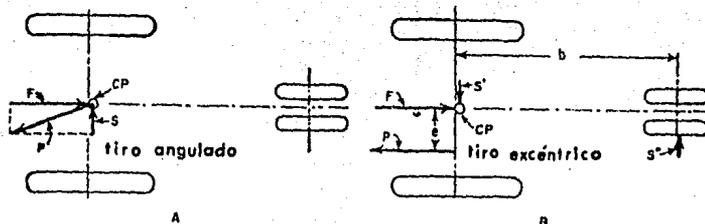


Fig. 2-61.

La barra de tiro de los tractores presentan la característica de que su parte posterior puede oscilar de tal modo que el enganche del arado se pueda adaptar. A este tipo de barra de tiro se le denomina oscilante fig. 2-62.

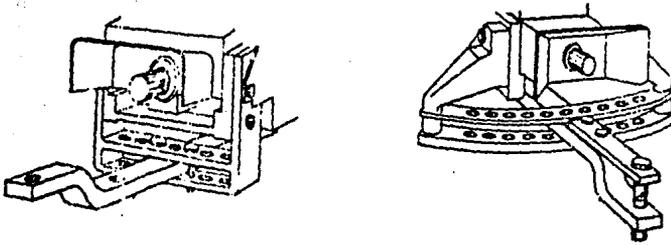


Fig. 2-62.

CENTRO DE CARGA O DE RESISTENCIA..- Como se menciona anteriormente, es necesario extender los principios del arado monosurco para aplicarlos a los arados multiples. Como se tratará, en un arado monosurco el centro de carga está localizado a una distancia horizontal de la costanera de aproximadamente un cuarto del ancho de corte.

La fig. 2-63. Muestra como se determina el centro de carga para arados de 1 a 5 cuerpos.

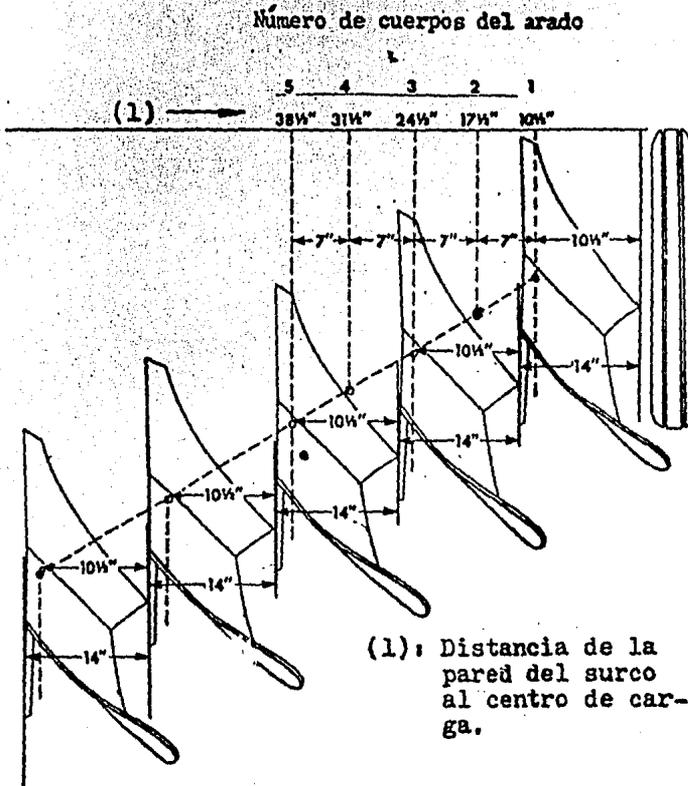


Fig. 2-63.

Ubicación del centro de carga de un arado remolcado para 1, 2, 3, 4, y 5 cuerpos.

ARRASTRE LATERAL.

Si el centro de carga o resistencia del arado se sitúa directamente detrás del de potencia del tractor no habrá arrastre lateral o este será pequeño. - la fig. 2-64 muestra este caso.

En el caso de que se sitúe unos centímetros hacia los lados surge el arrastre lateral. Si se emplea una barra de tiro oscilante, el tiro será angular y estará determinado por el ángulo P fig. 2-61A. Con esta disposición el centro de tiro $C.P.$ está situado en el punto donde concurren las fuerzas laterales S y la tracción hacia adelante del tractor F . Las fuerzas laterales deberán ser equilibradas por las ruedas del tractor la fig. 2-65 muestra un arado pentasurco con enganche angular.

En el caso de que el punto de enganche se desplace hacia cualquier lado del enganche del tractor fig. 2-61B. La línea de tiro es recta pero decentrada lo que provoca hacer girar el arado en el sentido de las agujas del reloj, - es decir, la parte delantera gira hacia la derecha y la trasera hacia la izquierda. Las figs. 2-66 y 2-67 muestran dos casos cuando la línea de tiro es recta pero decentrada con respecto al centro de tiro.

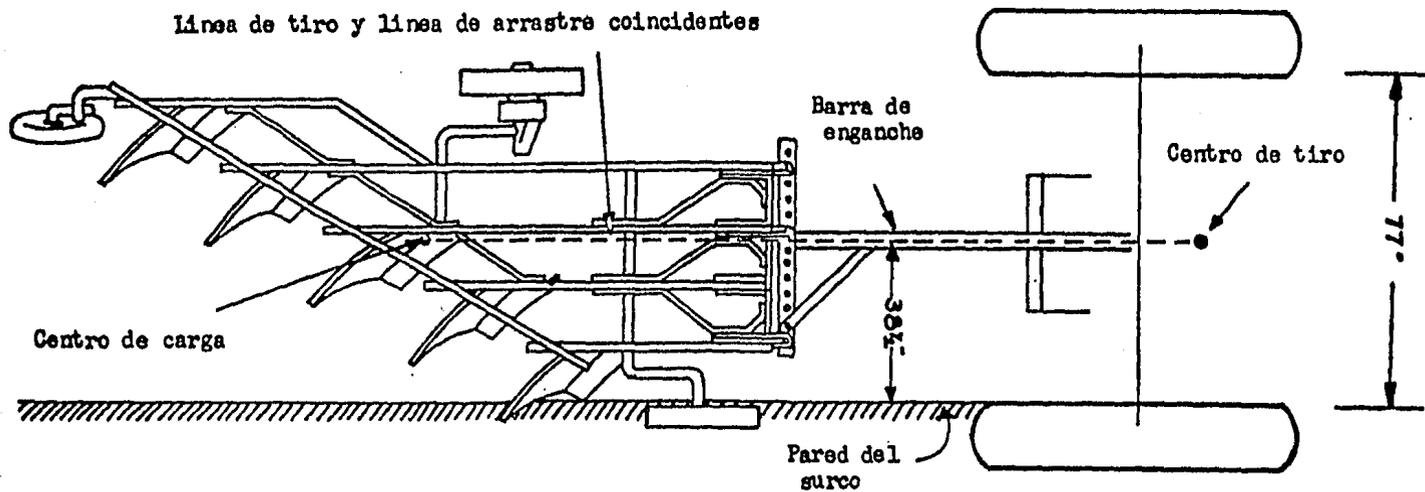


Fig. 2-64. Ajuste de enganche horizontal de un arado de cinco cuerpos en donde, coinciden el centro de carga del arado y el centro de tiro del tractor.

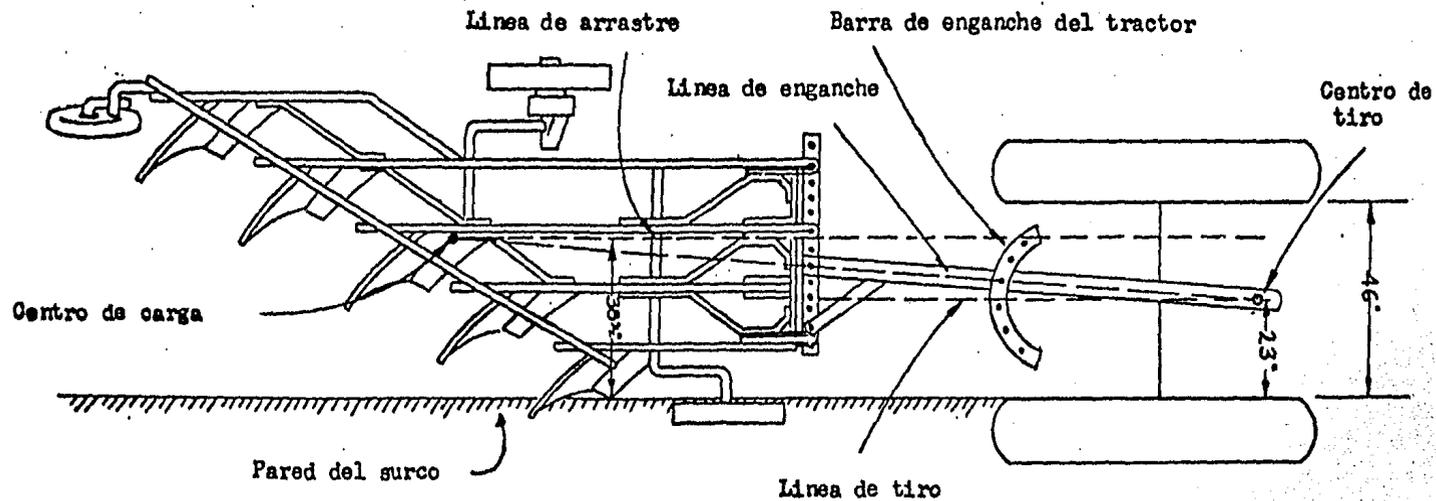


Fig. 2-65. Para distribuir el tiro lateral entre el arado y el tractor en forma equitativa, tanto la barra de enganche del arado como la barra de tiro del tractor, se colocan sobre una línea imaginaria que va del centro de tiro al centro de carga.

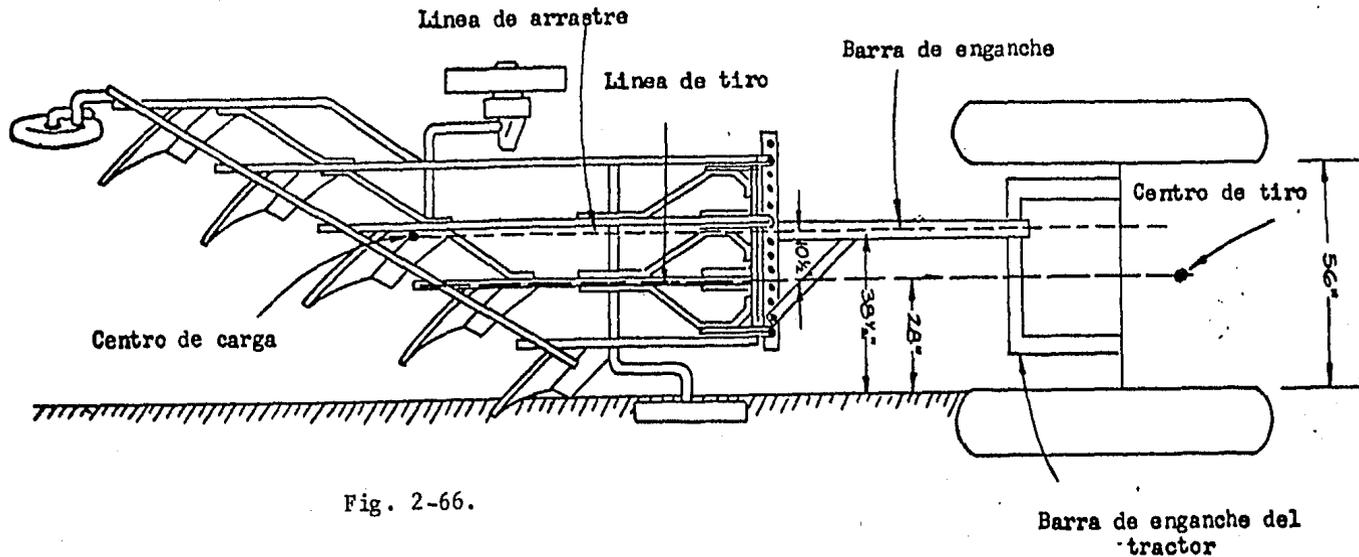


Fig. 2-66.

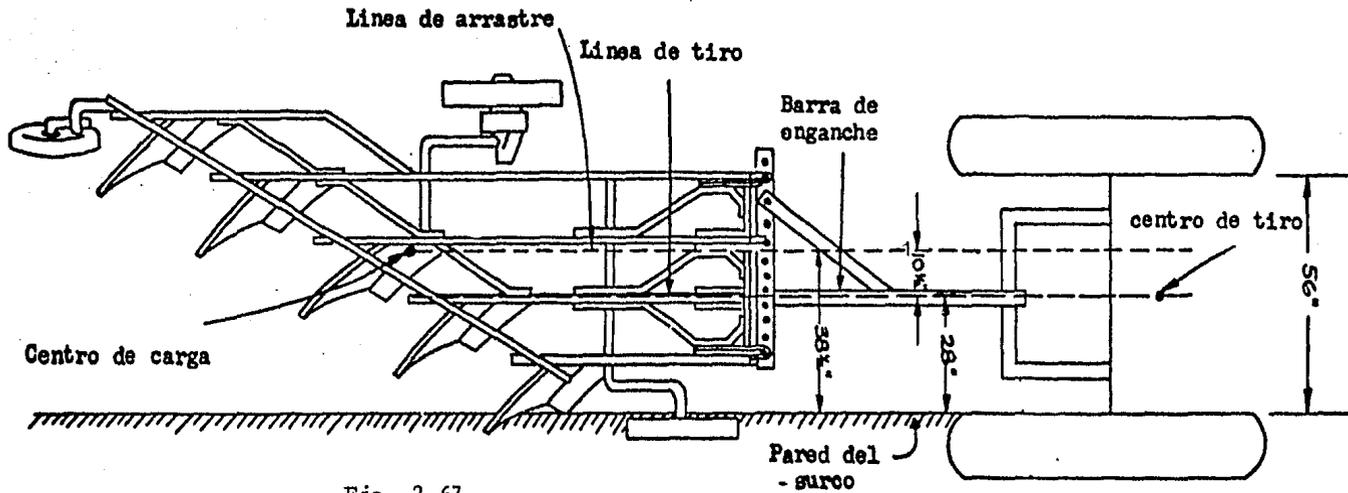


Fig. 2-67.

a') Arados de doble vertedera.

A este tipo de implemento, con frecuencia se le denomina Aporcador o Sembrador; según el objetivo que se pretenda en la labranza. En realidad, son estos dos variantes del arado de doble vertedera existiendo ligera diferencia entre sembrador y aporcador.

En relación con el arado de vertedera, el arado de doble vertedera presenta la ventaja, de que puede preparar el doble de terreno para la simiente en un tiempo dado, forma este camellones y surcos. En donde la tierra debajo de los camellones no esta labrada, presentando la ventaja de que se puede combinar con un elemento plantador lográndose a un mismo tiempo la labor de arado y la siembra que es la razón por la que se le conoce como arado sembrador (fig. 2-68).

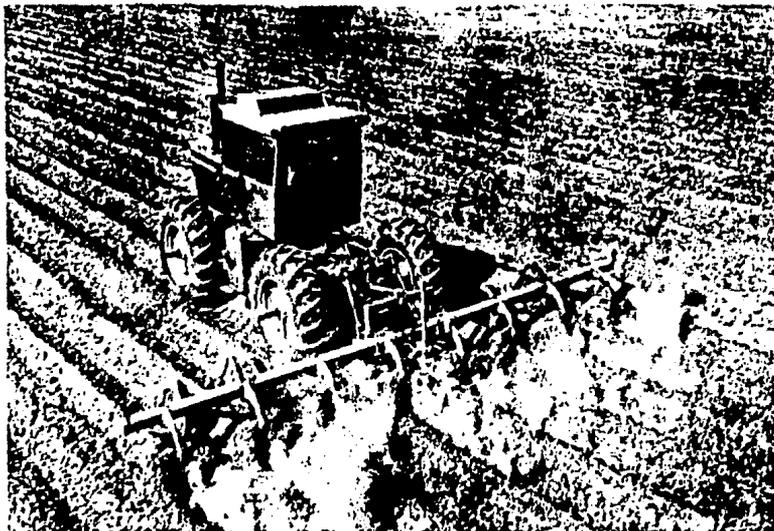


Fig. 2-68.

El término surco perdido o aporcado es un método de aradura que consiste en: Separar dos cuerpos de arado de doble vertedera de manera que se suprime un surco al proseguir la labranza. A la vuelta siguiente se aran los surcos - que se dejarón sin labrar.

Como se mencionó anteriormente existe una diferencia entre las variantes del arado de doble vertedera y esta rádica en los cuerpos o bases que se adaptan, según las características que presente el terreno. El aporcador por -- ejemplo se utiliza en labores en donde se requiere un cuerpo de vertedera - para tierras negras.

Las características que presenta el terreno con este tipo de labranza son - las de conservar el agua de las lluvias en los lugares semiaridos. Los ca mellones pueden ser propicios para la siembra si estos estan humedos en la época en que se hacen, en caso contrario se pueden sembrar a la mitad de -- los surcos.

PARTES PRINCIPALES.

Son similares a las partes del arado sencillo de vertedera.

Bases.

Arado de uso general.- Tiene su vertedera alta para evitar que la tierra pa se por encima de ella fig. 2-69, pero es lo suficientemente corta para in- vertir el suelo uniformemente sobre el camellón. Sus bases de acuerdo con - los fabricantes mas comunes son de 30.5, 35.6, 45.7, y 55.9 cm. de anchura.

Arado aporcador.- Su base es más larga y no tiene el frente tan alto en re- lación con el anterior fig. 2-70., este implemento voltea en forma satisfac- toria el suelo, si el tiro es grande y la velocidad pequeña. Su vertedera - es del tipo para tierra negra.

En la fig. 2-71 se representan las partes principales de un arado de doble- vertedera.



Fig. 2-69. Arado de uso general.

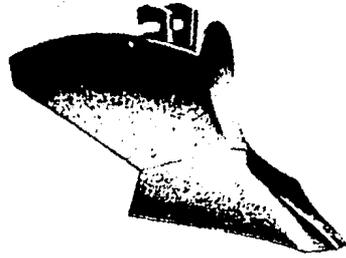


Fig. 2-70 Arado aporcador.

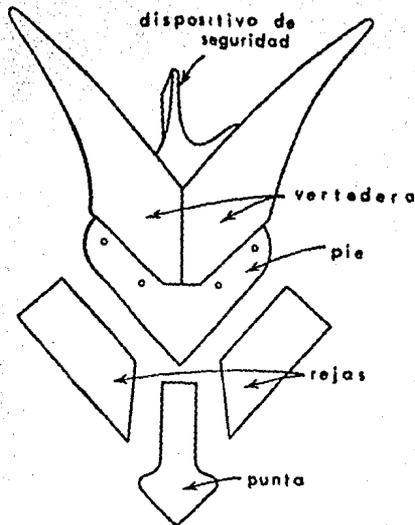


Fig. 2-71 Partes de un arado de doble vertedera.

Timones.

Es esta pieza el enlace de la barra portaherramientas y la base del arado. Estos pueden ser de dos materiales a los que se les puede dar formas diferentes. Lisos, de barras de acero plano o de vigas de secciones en I. Es conveniente definir el termino montante: como el extremo del timón que queda cerca de la base.

Pie.

Es el alma en donde se fijan las partes que constituyen la base del arado. Se puede ajustar en el montante, de manera que permita la inclinación para aumentar o disminuir la penetración.

Rejas.

Se sujetan estas con pernos en la parte inferior de la vertedera o al pie. Se fabrican de diferente anchura, característica que permite variar el ancho de los camellones. Se conoce como aleta al extremo de la vertedera.

Al igual que el arado sencillo de vertedera, las puntas de las rejas pueden ser recambiables.

Ruedas Guías.

Son similares a las que usa el arado sencillo de vertedera por tanto ayudan a mantener la profundidad correcta y la estabilidad lateral.

Ruedas de Profundidad.

Sirven básicamente para mantener la barra portaherramientas y las rejas a la profundidad requerida, generalmente se encuentran situadas cerca de las bases y ligeramente adelante de ellas. Existen varios tipos y formas tales como, sencillas, dobles, planas, angostas, etc.

Barras de conexión.

Son estas barras las que conectan las bases de los arados de doble vertedera al bastidor de arrastre y son las que mantienen la inclinación correcta de la reja, cualquiera que sea la profundidad a la que estén trabajando.

ADITAMENTOS.

Borderos.

Sirven para impedir que el agua no corra por el terreno, formando un bordo-transversal en el surco. Estos bordos son equidistantes entre si.

Produce este aditamento un aumento en el tiro del arado.

Conexiones automáticas de seguridad.

Al igual que el arado sencillo de vertedera poseen dispositivos de seguridad ante obstáculos para proteger sus rejas. Algunos tienen conexiones que trabajan por rozamiento, que se ajusta con la resistencia al corte de un perno.

Otros consisten en un disparador tipo resorte que vuelve a la reja a su posición de trabajo automáticamente después de pasar por una obstrucción.

Cuchillas.

Ayudan a cortar la hojarasca y para tal fin deben tener la necesaria profundidad. Las cuchillas se sujetan rigidamente a diferencia de las cuchillas de los arados de vertedera sencillos que pueden oscilar libremente.

Raederas.

Se sujetan por medio de armazones especiales a los timones y sirven para raspar el suelo de los camellones o del fondo del surco.

b) Arados de discos.

Este tipo de arado surgió como un intento para reducir el rozamiento del implemento contra el suelo, sustituyendo el cuerpo que se deslizaba por un -- cuerpo rotativo. De esta idea apareció este tipo de arado constituyéndose -- por un cierto número de cuchillas rotativas, que al ejercer acción sobre el terreno el suelo y los restos vegetales son cortados y desplazados lateralmente con un cierto movimiento de rotación.

El número de discos y cuchillas circulares es de uno a siete entre los mas-- usuales, los cuales llevan su cojinete inclinado un cierto ángulo con res-- pecto a la vertical. Pudiéndose ajustar el arado de acuerdo con las condi-- ciones que presente el terreno.

La penetración del arado de discos depende básicamente del peso del arado y de la inclinación de los discos, razón por la cuál este tipo de arado es de construcción pesada y ángulo ajustable.

De acuerdo con el principio de operación de este implemento, es necesario -- mayor peso o pesos adicionales para conseguir la penetración disminuyéndose la ventaja de tracción entre el arado de este tipo y el de vertedera. Sin -- embargo, presentan ventajas sobre estos últimos ya que se pueden aplicar -- con buenos resultados en los siguientes casos:

1. En terrenos pesados y pegajosos en los que se presenta dificultad en des-- lizar, así como también en aquellos terrenos en donde se forma una capa-- endurecida por el repetido pase del arado.
2. En terrenos secos muy duros, en donde la penetración no es posible con el arado de vertedera.
3. En terrenos pedregosos y con raíces en donde se ocasionan roturas en los arados de vertedera, inconveniente que no se presenta en el arado de dis-- cos ya que estos pasan el obstáculo girando.
4. En terrenos en donde debido a la constitución del arado de vertedera, no se logra una inversión buena de la banda de tierra. (suelos particular-- mente porosos).

5. En donde se realizan labores profundas.

Otra de las ventajas de mayor importancia que ofrece el arado de discos es su costo de mantenimiento, el cual es bajo comparado con el arado de vertedera, debido a que: Los discos normalmente duran años, mientras que las rejas pueden durar solo días o semanas bajo el mismo el mismo régimen de trabajo.

COMPONENTES DE ARADOS DE DISCOS.

Discos.

Números de discos.-- Se especifican estos arados por el número de discos, es decir, el número de surcos abiertos en una pasada. Varios tipos de estos -- arados son de ancho de corte ajustables, realizándose este ajuste mediante el desplazamiento de los soportes sobre el bastidor del arado. La fig. 2-72 muestra el disco y el ángulo del disco.

Existe otra forma de ajustar el ancho de corte que consiste en variar el número de discos ya sea quitándolos o agregándolos.

Especificaciones de los discos.

Las especificaciones que suelen hacerse de los arados de disco son: Las de expresar el diámetro del disco en pulgadas y el espesor del mismo también -- expresador en pulgadas. Por ejemplo, la notación 26 x 3/16. Se refiere a un arado de discos que tiene un diámetro de 26 pulgadas (66 cm.) y 3/16 (4.76 mm.) es el espesor del arado también en pulgadas.

Rango de los diámetros.

Debido a las diferentes marcas de arados el diámetro del disco varía en un rango comprendido entre 20 y 38 pulgadas (50.8 y 96,5 cm.). Algunos fabricantes construyen arados equipados con discos de 50 pulgadas (127 cm) de -- diámetro, 3/4 de pulgada (19.05 mm) de espesor y 10.5 pulgadas (26.7 cm.) -- de concavidad.

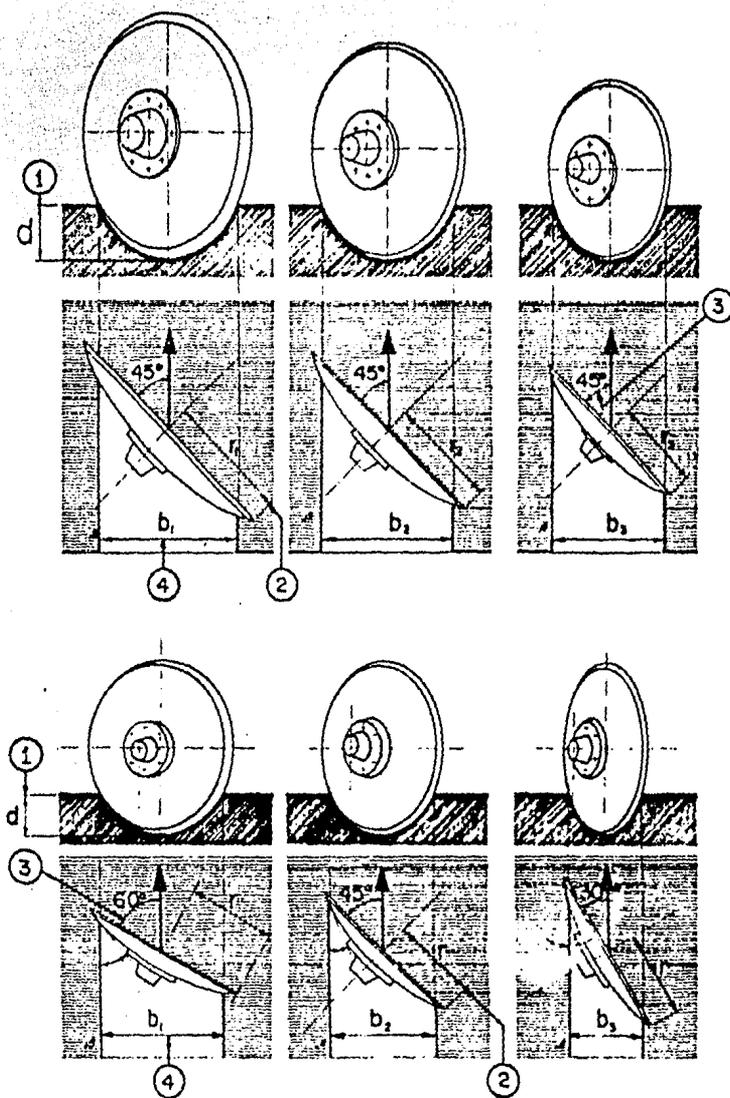


Fig. 2-72.

De la fig. 2-72 tenemos:

- 1) Profundidad (d) del trabajo.
- 2) Radio (r) del disco.
- 3) Angulo del disco, entre el plano del disco y la dirección de avance.
- 4) Ancho de trabajo (b) del disco.

Concavidad.

Se conoce también a la concavidad como flecha o comba. La concavidad en el disco es con el fin de conseguir un ángulo mayor o menor de corte vertical (con respecto al fondo del surco).

La concavidad varía generalmente con el diámetro del disco.

La siguiente tabla se refiere a discos de uso corriente:

D i á m e t r o		C o n c a v i d a d	
(pulgadas)	(c m .)	(pulgadas)	(c m .)
20	50.8	2 7/8	7.3
23	58.4	3 1/2	8.9
24	60.9	3 3/8	8.57
24	60.9	3 11/16	9.36
26	66	3 3/4	9.5
26	66	4	10.2
26	66	4 1/2	11.4
28	71.1	4 1/4	10.8
28	71.1	5 3/8	13.6
32	81.3	4 1/4	10.8
32	81.3	6 1/2	16.5
38	96.5	6 1/2	16.5

Profundidad de corte.

Depende del diámetro del disco, normalmente es de 10 a 35 cm. La máxima profundidad de corte de un disco se estima en 1/3 de su diámetro.

Material del disco.

El material que generalmente se emplea en la construcción de un arado de dis

cos es acero de alto contenido de carbono (0.85%). Aunque ese porcentaje de carbono contribuye a la fragilidad del acero, resiste mejor al desgaste. En suelos donde las condiciones del terreno son muy severas, se utiliza acero de aleación.

Tratamiento térmico.

Mediante el proceso de forja, se forma la concavidad del disco y el filo en la periferia. Después de la forja y de haber hecho los barrenos de sujeción se somete a un tratamiento térmico, el cuál deberá ser con el fin de proporcionarle dureza adecuada, sin excesiva fragilidad.

Generalmente se presentan fallas de fractura en la parte central o en el filo debido al impacto con obstáculos en el terreno.

Laminado v Forja.

El acero para discos se produce en chapas de laminación de lingotes. La laminación se realiza en dos direcciones perpendiculares para obtener mejor resistencia.

Métodos de afilado.

El filo en un arado de disco se puede producir mediante la forja o por amolado. El disco se puede afilar de dos maneras, a saber: Por el lado interior (cóncavo) se consigue un filo mas duradero, el cuál permite mejor penetración en un suelo duro, por la parte exterior (convexa) se consigue un filo más agudo, el cuál es propicio para trabajar en altas velocidades.

Acoplamiento del disco al cojinete.

Se sujeta el disco al cojinete mediante 4 ó 5 bulones a fin de asegurar un buen asiento del bulón en su alojamiento, así como del disco en el cubo; se golpea el bulón con un martillo a medida que se ajusta la tuerca.

Discos con muescas.

Este tipo de discos tiene la característica de cortar mejor la hojarasca como consecuencia de la variación del ángulo de corte que presenta el filo dentado.

Soportes y abrazaderas.

Son los soportes quienes unen el cojinete del disco al timón o bastidor. Pero en algunos modelos no existen los soportes y la unión se hace a través de un tramo curvo que soporta al cojinete. Los soportes se pueden desplazar sobre el timón, permitiendo el ajuste de espaciamiento entre los discos, así como el del ángulo de los mismos. El ajuste del ángulo del disco se puede efectuar en algunos modelos en el extremo inferior del soporte por medio de una abrazadera oscilante. Pueden ser los soportes de sección cuadrada y abulonado al timón por medio de una placa que permite variar el ángulo del disco con respecto a la línea de marcha. El ajuste del ángulo del disco se efectúa quitando un bulón y desplazando un agujero en la parte superior del soporte. La construcción de los soportes es a base de acero, aunque no es tan importante el tratamiento térmico como en el caso de los discos (fig. 2-73).

Cojinetes.

Las fuerzas que surgen en el momento de efectuar la labor de aradura son, - una fuerza radial que actúa en dirección perpendicular al eje del disco y - otra axial paralela al mismo, debidas a la posición angular del disco con respecto a la línea de marcha.

Las fuerzas anteriormente descritas implican el uso de cojinetes adecuados, de construcción robusta con un mínimo de fricción. Los sellos deben de ser tales, que no permitan la influencia del polvo o tierra en las proximidades del suelo y dentro del suelo mismo.

Los cojinetes que se recomiendan son los llamados de antifricción, siendo - estos los de bolas o rodamientos, atribuyéndoseles dicho nombre debido a - que las fuerzas de fricción son pequeñas.

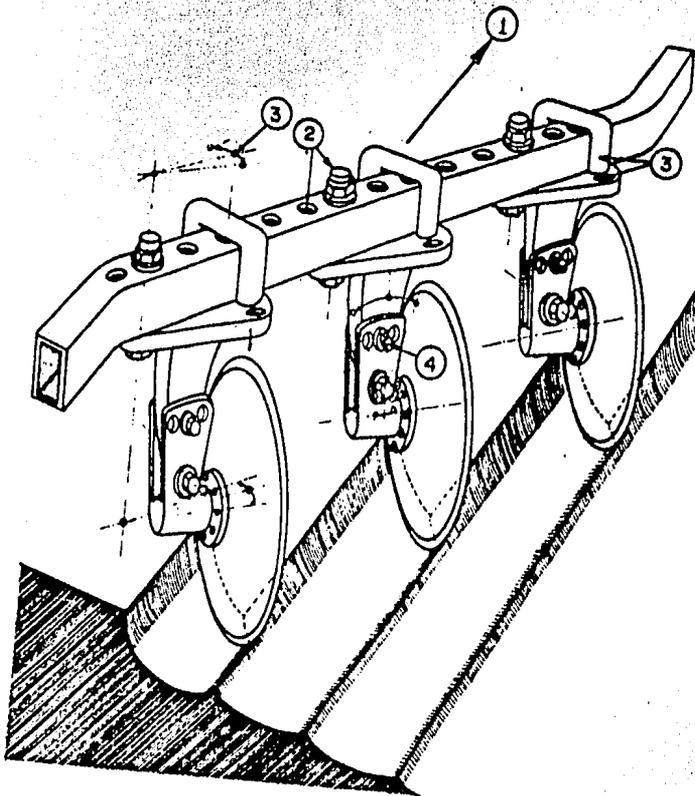


Fig. 2-73.

- 1) Dirección de avance del arado
- 2) Ajuste del espacio entre discos.
- 3) Abrazadera de ajuste del ángulo del disco
- 4) Ajuste de la inclinación vertical del disco.

Los cojinetes de bolas. Pueden ser de una hilera o de dos, conocidos respectivamente como sencillos y dobles. Marcándose preferencia por los dobles, debido a su calidad y equivalencia en tamaño.

Los cojinetes de bolas se construyen con un grado de dureza alto y las ruedas o bolas se desplazan sobre superficies templadas.

Cojinetes de rodillos. Los rodillos o conos se montan usualmente en pares, con los conos opuestos, con objeto de absorber esfuerzos en todas direcciones. En la fig. 2-74 se muestra un cojinete de este tipo.

Algunos arados utilizan los llamados cojinetes de fricción en donde una camisa o mango de hierro fundido, gira dentro de otro mango en lugar de las bolas o rodamientos. Por tanto tienen la desventaja de que para arrastrar un arado equipado con este tipo de cojinetes, se requiere un esfuerzo de 25% mayor del requerido cuando se usan cojinetes de bolas o rodillos.

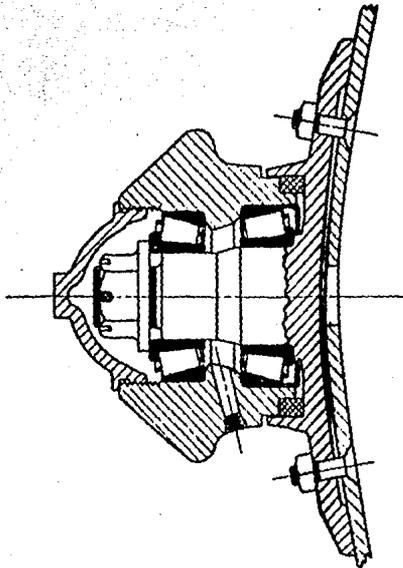


Fig. 2-74.

Sellos.

Se emplean dos tipos de sellos:

Unos permiten que al penetrar la nueva grasa en el cojinete, ésta expulsa - parte de ésta mezclada con el polvo que se encuentra en las proximidades del suelo. Se recomienda que este tipo de cojinete se engrase dos veces al día.

Los otros son sellos de retenes de resorte que cierran herméticamente. Conservando la grasa por varios meses, se recomienda una lubricación de dos veces por año, estos cojinetes naturalmente son altamente recomendables, tanto como los cojinetes autolubricados que no requieren lubricación durante su vida útil.

El material de construcción de las cajas de los cojinetes es comunmente acero fundido.

Accesorios del Arado de discos.

Limpiadores o Raspadores.

Para usar este accesorio, debe de ajustarse de manera que limpien el disco - desde el centro hacia la periferia. Contribuyendo además a invertir la tierra, lográndose mejor cobertura de los restos vegetales, permiten una mejor pulverización del suelo (fig. 2-75).

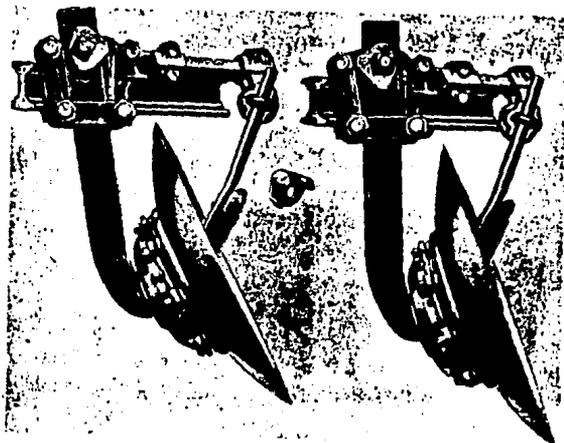


Fig. 2-75.

Son tres los tipos de limpiadores a saber; Vertedera, Azada y Disco.

El tipo vertedera permite una mejor inversión del suelo, pero no es muy eficiente en cuanto a la limpieza del disco.

El tipo azada. Se utiliza para suelos pegajosos, limpia mejor en relación con el de vertedera.

El tipo Disco. Se utiliza para efectuar la aradura en suelos pesados y arcillosos.

Pesas.

Este es un accesorio que facilita la penetración del disco en el suelo, manteniendo los discos a la profundidad de trabajo deseada, hecho que impide que los discos rueden sin penetrar.

Ruedas.

Rueda Delantera de surco. Es esta rueda quien guía al arado. Oscila sobre un eje vertical y se monta en un plano inclinado a fin de absorber fuerzas laterales (fig. 2-76).

Rueda de Rastrojo o de Campo. Se encuentra en la parte posterior del arado del lado izquierdo del carro guía y camina en terreno sin arar, paralela a la línea de marcha o avance. En el caso de arados con sistema de levante mecánico, es esta rueda quien suministra la potencia (fig. 2-76).

Rueda Trasera de Cola o de Surco. Se encuentra en la parte posterior del arado, del mismo lado que la delantera de surco, camina inclinada respecto a la línea de marcha orientándose hacia la tierra arada para absorber fuerzas laterales. Se encuentra conectada mediante una barra a la parte delantera, de modo que el extremo posterior del bastidor actúe cuando se levante el arado. (fig. 2-76).

Las ruedas poseen una banda periférica en forma de cuchilla circular, con objeto de evitar desplazamientos en el fondo del surco.

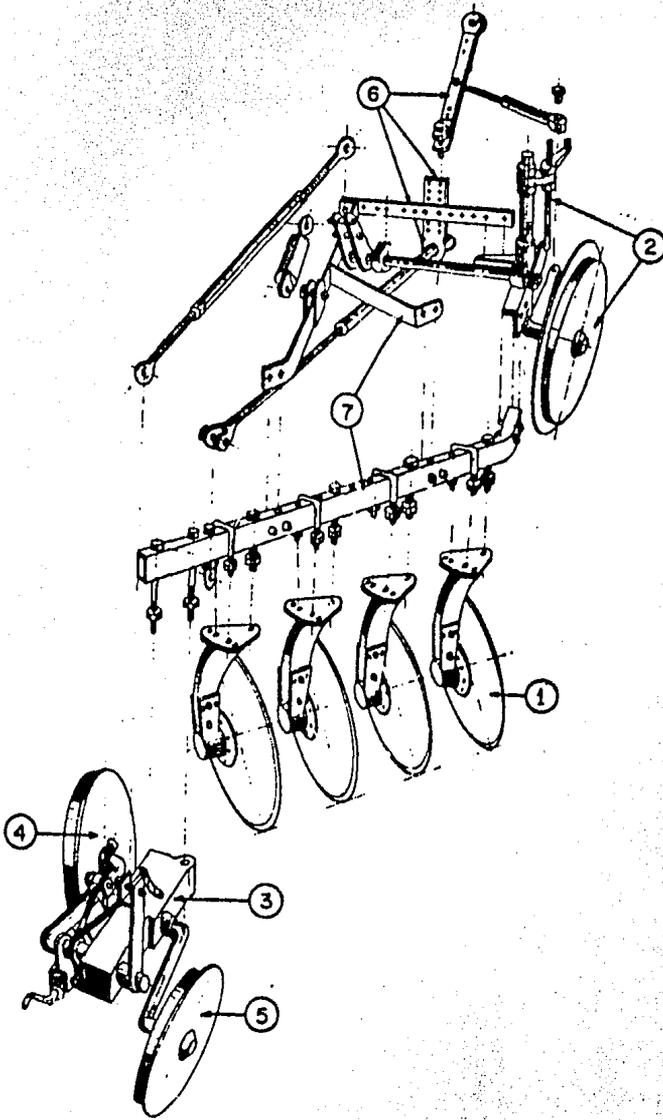


Fig. 2-76.

de la fig. 2-76 tenemos:

- 1) El disco con el porta discos y el timón.
- 2) La rueda de surco y su mecanismo de ajuste.
- 3) Carro guía.
- 4) Rueda de campo del carro guía.
- 5) Rueda de surco del carro guía.
- 6) Sistema de enganche.
- 7) Chasis.

de la fig. 2-77 tenemos:

- 1) Rueda de surco.
- 2) Carro guía.
- 3) Rueda de surco del carro guía.
- 4) Rueda de campo del carro guía.
- 5) Sistema de enganche.
- 6) Cilindro hidráulico.
- 7) Mecanismo de ajuste de la rueda de surco.
- 8) Barra de conexión entre la rueda de surco y las ruedas de campo y de surco del carro guía.
- 9) Manivela y tornillo sinfín para ajustar la altura de la rueda de surco - del carro guía con respecto a la rueda de campo del carro guía.

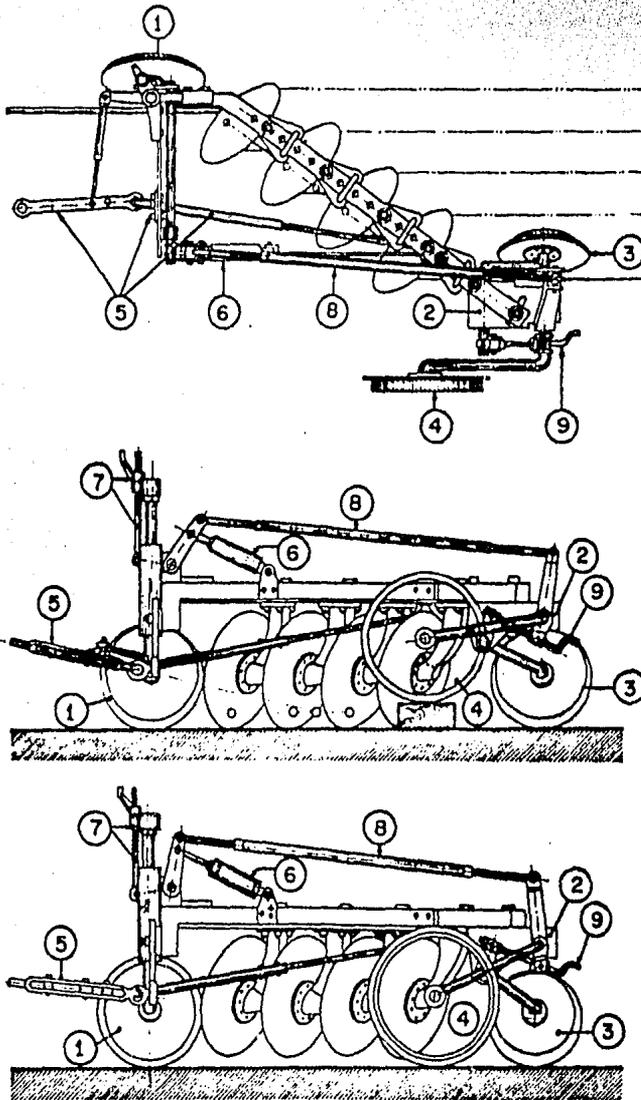


Fig. 2-77.

Las ruedas anteriormente descritas son las que constituyen el arado de disco de tiro mecánico remolcado (fig. 2-77).

Los arados de disco semimontados, tienen solamente una rueda que pivota sobre un eje vertical en la parte posterior del arado. El bastidor se apoya en este eje para regular la profundidad de corte, otra de las funciones de esta rueda, es la de guiar el tractor en la parte posterior en dirección -- opuesta a la parte delantera en las curvas, con objeto de mantener el ancho de corte cuando se ara en curvas de nivel.

Los arados montados poseen generalmente la rueda de cola y su función es la de absorber esfuerzos y es ajustable para así determinar la profundidad de corte del último disco. El utilizar pesas en la rueda de cola ayuda a una mejor estabilidad del arado.

Los cojinetes que se emplean en estas ruedas de los arados de disco, son de rodillos de madera o mangos de hierro colado.

Entre las llantas que se fabrican para este tipo de arados tenemos las siguientes Tipo V, de Cuchilla y neumáticos, estos últimos son recomendados en suelos arenosos y para transporte del arado, las de tipo V se utilizan en suelos pegajosos.

SISTEMA DE LEVANTE Y DIRECCION.

En los arados de arrastre o remolcados son las ruedas quienes contribuyen al levante del arado. Las ruedas de surco delantera y trasera se unen a la rueda de rastreo mediante barras de tal manera que las tres actúan al accionar el sistema de levante que se encuentra montado en la rueda de campo o rastrjo.

En cuanto a la dirección, los arados poseen una barra unida al enganche que orienta a las ruedas de surco (delantera y trasera) durante los giros (fig. 2-78).

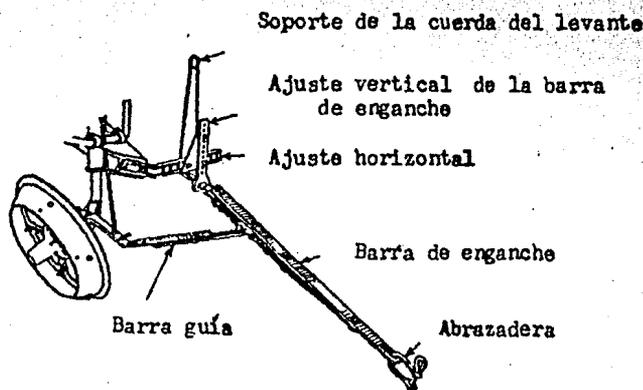


Fig. 2-78.

El arado semimontado posee un mecanismo de palancas que permite levantar tanto la parte trasera como delantera de él, la rueda de cola se diseña con un eje vertical u horquilla que desliza en una camisa cuando se eleva el arado. Una barra de conexión entre la barra de enganche y la rueda trasera, permite que el arado siga la trayectoria del tractor.

AJUSTE DE LOS ANGULOS DEL DISCO.

El soporte al cuál esta unido el disco, permite el ajuste vertical asi como dar diferentes angulos de corte (fig. 2-72).

Los factores que intervienen en la penetración del disco son básicamente su peso y contrapesos adicionales y en menor grado por fuerzas aplicadas al bastidor, mediante el enganche de tres puntos (arado montado) y la succión del disco que depende a su vez del ángulo de corte.

El ángulo de corte determina la rodadura y el ancho de corte del disco. En tanto más se aproxime el disco a una posición paralela a la línea de marcha, disminuye el ancho de corte y se mejora la rodadura.

Las figs. 2-79 y 2-80 indican respectivamente espaciamiento entre discos y ángulo de corte y succión del disco.

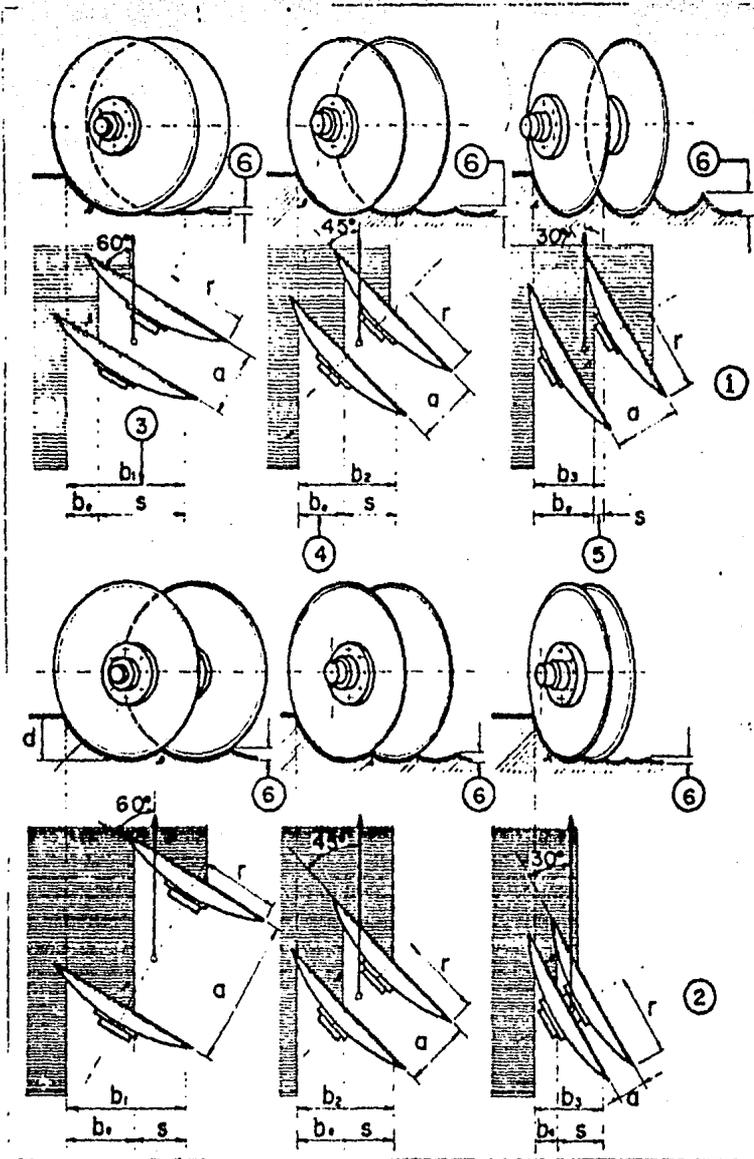


Fig. 2-79.

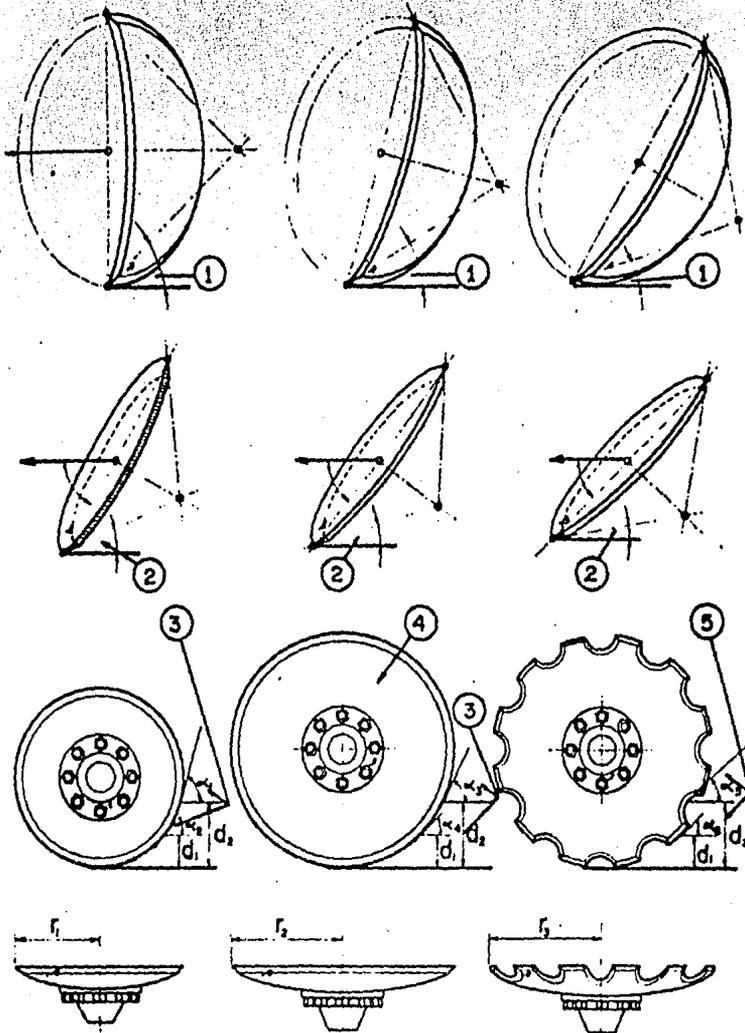


Fig. 2-80.

de la fig. 2-79, tenemos:

Espaciamiento entre discos.

- 1) Discos del mismo tamaño r , con un mismo espacio (a_1) bajo diferentes ángulos entre plano del disco y dirección de avance (60° , 45° y 30°).
- 2) Discos del mismo tamaño r , con espacios diferentes entre discos (a_1 , a_2 y a_3), bajo diferentes ángulos entre plano del disco y dirección de avance (60° , 45° y 30°).
- 3) Ancho factible de trabajo del disco (b_1).
- 4) Ancho real de trabajo del disco (b_e). Nótese que el disco anterior (de-lante) ya ha cortado parte de la tierra.
- 5) Diferencia entre ancho factible de trabajo y el ancho de trabajo real del disco causado por la superposición (s) entre discos.
- 6) Altura de las crestas.

de la fig. 2-80, tenemos:

Angulo de corte y succión del disco.

- 1) Angulo de succión vertical, entre el fondo del surco y el borde cortante del disco.
- 2) Angulo de succión lateral, entre la pared del surco y el borde cortante del disco (vista de arriba).
- 3) El ángulo de corte (α 2, 4, 6) es menor cuando el disco trabaja a menor profundidad (d_1).
- 4) El ángulo de corte (α) del disco, trabajando a la misma profundidad -- (d_2) será menor con discos de mayor diámetro.
- 5) El ángulo de corte (α 3,5) será aún más reducido con un disco escotado o dentado.

c) ARADOS ROTATIVOS.

Historia y Desarrollo.

Este tipo de arado se remonta a mediados del siglo XIX, cuando aparecieron - patentes de mecanismos parecidos al arado rotativo y fué hasta 1910 cuando empezaron a tener éxito. Fué en esta época cuando Von Meyenberg de Suiza, -- proyectó un arado rotativo bajo el principio de barra flexible. En 1930 los arados suizos fuerón introducidos en EE.UU., y desde entonces firmas americana nas construyen este tipo de equipos.

TIPOS DE ARADOS ROTATIVOS.

Los arados rotativos se clasifican básicamente en los siguientes tipos:

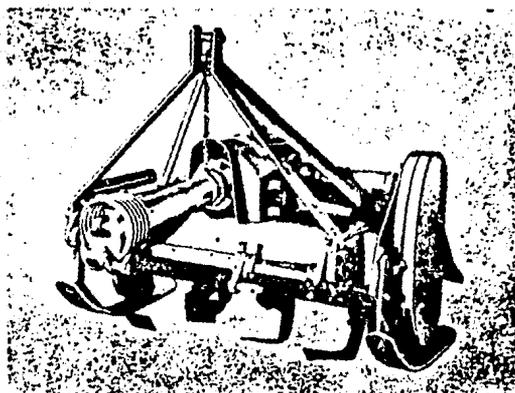
- a) Tipo Jardín. Son unidades autopropulsadas que constan generalmente de 2 - ruedas, de 20 a 75 cm. de ancho y sus motores oscilan entre 6 y 15 H. P.

Debido a su reducido ancho de corte, es apropiado para controlar malezas entre las hileras de ciertos cultivos. Se utilizan primordialmente en viveros, huertas y jardines.

- b) Arados de tiro o integrales accionados por la toma de fuerza del tractor.

Tiene este arado de 90 a 120 cm. de ancho y requiere de 10 a 15 H. P. por cada 30 cm. de ancho de corte. Sus cuchillas estan montadas en un eje horizontal que gira a 300 R.P.M. Como mecanismo de protección algunos modelos, - utilizan embragues de fricción en las cuchillas, para evitar la ruptura cuando éstas chocan con partes duras. Fig. 2-81.

Fig. 2-81.



- c) Unidades de tiro con motor auxiliar. Este arado es arrastrado por el tractor, pero las cuchillas son accionadas por un motor auxiliar que está montado en el bastidor. Tiene un ancho de 1.2 a 2.1m. y requiere de 60 a 100-H.P., de potencia. Sus cuchillas van montadas también en un eje horizontal.
- d) Arados rotativos Autopropulsados. Tienen estos arados un ancho de hasta - 2.4m. y sus motores pueden ser hasta de 180 H.P.

Existe otra clasificación de los arados rotativos de acuerdo con la posición del rotor.

- a) Rotor Horizontal. Son comunes en América y sus cuchillas van montadas en un eje horizontal (fig. 2-81).
- b) Rotor Vertical. Estos se utilizan más en Europa y poseen un eje vertical para las cuchillas rotativas Figs. 2-82 y 2-83.

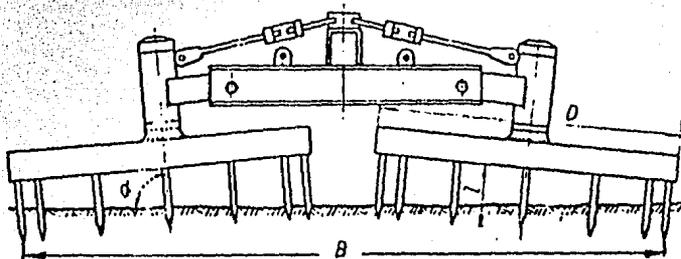


Fig. 2-82.

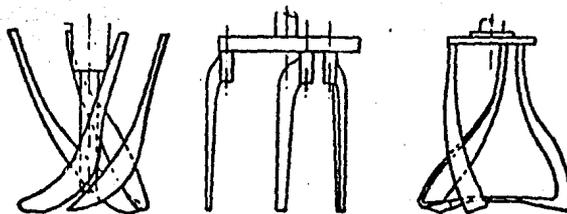


Fig. 2-83.

Estos arados aunque realizan el mismo trabajo y tienen las mismas limitaciones, hay algunas diferencias en sus bastidores y sistemas de mando.

CARACTERISTICAS MECANICAS.

Su rotor consiste en un eje al cual van montadas las cuchillas que cortan suelo y la hojarasca. El rotor puede girar entre 200 a 300 rpm. Existen varios tipos y formas de púas o cuchillas que se recomiendan para efectuar aradura profunda en suelos relativamente limpios, los diseños se realizan con el fin de evitar el atascamiento del rotor por la presencia de la hojarasca en el terreno (fig. 2-84 abc). Cuando se requiere una labor poco pro-

funda en presencia de hojarasca, se pueden emplear varios tipos de cuchillas: la fig. 2-84d, muestra algunos tipos y se pueden usar también cuchillas pesadas en forma de L (fig. 2-85), con el objeto de tener mejor control sobre las malezas.

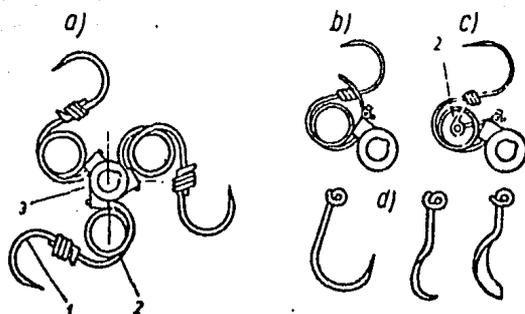


Fig. 2-84

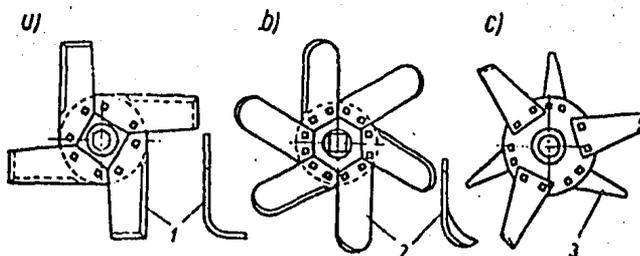


Fig. 2-85.

Uno de los principales problemas en el uso del arado rotativo es el de la deformación o ruptura de las cuchillas o púas, debidas al impacto con rocas y suelos duros, con el fin de atenuar el impacto y proteger contra sobrecargas a las cuchillas, se diseñan mecanismos de seguridad, entre otros tenemos: Púas flexibles, púas o cuchillas montadas con resortes o goma, acoplamientos flexibles y embragues de fricción en la transmisión.

PRINCIPIOS DE OPERACION.

A fin de cortar el suelo en forma incremental y distribuir uniformemente la carga en la máquina, las cuchillas o ganchos deben de colocarse espaciados y distribuidos alrededor del eje del rotor, cada cuchilla corta una porción de suelo, el area transversal de la porción de suelo depende de la profundidad de aradura y el avance hacia adelante por cada resorte (fig. 2-86).

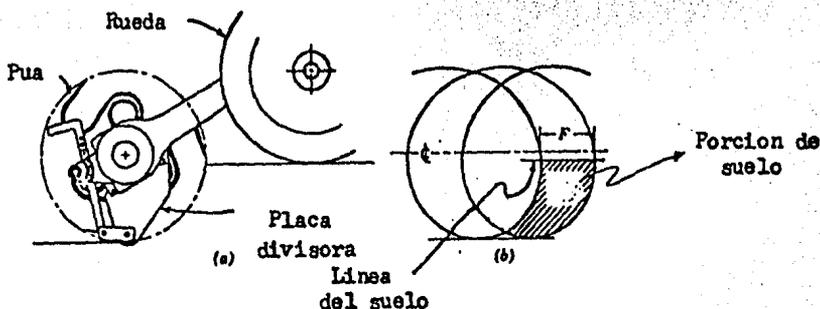


Fig. 2-86.

El espesor de la porción que corta cada cuchilla varía con la profundidad, - siendo máximo en la superficie del suelo, es decir a mayor profundidad menor espesor. Existe una relación aritmética que determina la máxima eficiencia - del arado rotativo, siendo esta:

El diámetro de giro de la cuchilla es aproximadamente 1.25 veces la profundi-
dad de corte.

La relación anterior nos permite variar el diámetro de la cuchilla o el del rotor, a fin de obtener la relación óptima si no existen limitaciones de --- construcción.

RENDIMIENTO CON RESPECTO A OTROS ARADOS,

La principal crítica que se le hace a este implemento agrícola, es la de re

mover más al suelo que cualquier otro tipo de máquina de labranza. El grado de pulverización depende básicamente de la distancia "F" que avanza la cuchilla por cada porción de terreno que corta (fig. 2-86). Con $F=22.5\text{cm}$. el grado de pulverización que se obtiene, es equivalente al obtenido por el sucesivo paso de un arado de vertedera y el paso de 2 veces de una rastra de discos.

Puede regularse el grado de pulverización del arado rotativo equipado con motor auxiliar, mediante variaciones en la velocidad de avance.

El arado rotativo es además un excelente implemento para distribuir materia orgánica.

La potencia necesaria para arados rotativos con $F=22.5\text{cm}$. puede ser hasta 3 veces mayor que la que necesita un arado de vertedera trabajando en el mismo suelo. No obstante deben de ser incluidos los siguientes conceptos para que la comparación sea válida: La energía adicional y costos de rastreo después de la aradura.

Al utilizar el arado rotativo, se incrementa la eficiencia del tractor debido a que transmite potencia por la toma de fuerza en lugar de por la barra de tiro.

Aumentando la velocidad de rotación de 100 a 400 r.p.m., con su correspondiente cambio de la velocidad de avance ($f=Cte.$), el requerimiento de energía aumenta un 23% aproximadamente.

ANÁLISIS COMPARATIVO (En relación con el de Vertedera).

Ventajas del arado Rotativo.

- a) Menor compactación del subsuelo.
- b) En suelos sueltos se puede preparar el terreno para la siembra sin utilizar otras herramientas.
- c) Menor patinamiento debido a que la potencia se transmite en mayor parte por la toma de fuerza.

d) facilidad en la maniobra.

Desventajas.

- a) Desmenuza intensamente el suelo pudiendo destruir su estructura.
- b) Mayor número de fallas por impacto en las cuchillas en suelos duros pedregosos.
- c) Capacidad de trabajo inferior para un mismo tamaño del tractor.

Aplicaciones.

Es práctico y efectivo para la preparación de la cama de simiente en terrenos sin aradura previa, tales como:

Aplicación en invernaderos, viveros, cultivo de hortalizas, etc.

d) SUBSOLEADORES.

Este apero de labranza trabaja a profundidades de 50 a 90cm., el arado de cincel y el subsoleador trabajan en forma similar, diferenciándose por la profundidad de corte y el número de herramientas activas. El arado de cincel trabaja a menor profundidad, requiere un esfuerzo de tiro menor y puede utilizar mayor número de brazos o soportes. Por lo que se diferencian notablemente en el ancho de corte, siendo menor en el subsoleador.

U s o s.

El subsoleador es una herramienta que se diseña para trabajos pesados a profundidades mayores que las normales de la aradura.

El subsoleador afloja el terreno mediante desplazamiento lateral y elevación de tierra, permitiendo la penetración del agua: Trabaja mejor en las condiciones que presentan los suelos secos y duros. En suelos húmedos no se obtiene las características que se requieren al efectuar una labor con este implemento.

A pesar de que en algunas regiones se han triplicado los rendimientos con el uso del subsoleador, en otras los rendimientos se reducen, por lo que se continúa ensayando con ciertos cultivos el uso del subsoleador, a fin de comprobar la conveniencia de su uso.

Esfuerzo de Tiro.

Cuando se trabaja a profundidades de 40cm. pueden arrastrarse con un tractor de potencia mayor de 25 H.P. Otros como el de la fig. 2-87, que trabajan a profundidades de hasta 90 cm., requieren de tractores oruga o tractores normales pesados que suministren entre 60 y 85 H.P. Por unidad subsoleadora. El peso del subsoleador varía en proporción con la profundidad del trabajo y puede oscilar entre 100 kg. y 1 Ton.

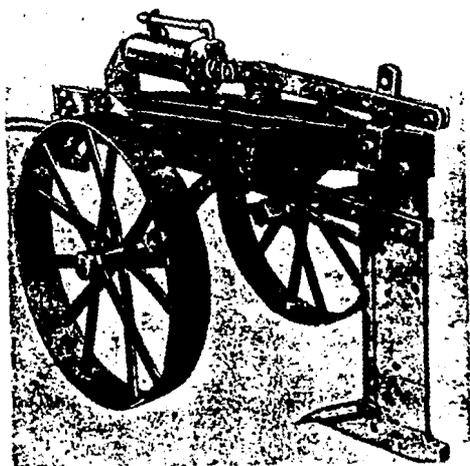


Fig. 2-87.

Tipos de Subsoleadores.

Los tipos de subsoleadores son generalmente de arrastre y montados, algunos pueden montarse en la barra porta-herramientas del tractor.

Subsoleador de arrastre.

Este subsoleador es soportado por dos ruedas de transporte y puede engancharse a cualquier tipo de tractor. Se constituye por una o dos unidades subsoleadoras dependiendo del tamaño del tractor, tipo de suelo y profundidad de corte (fig. 2-87 y 2-88)

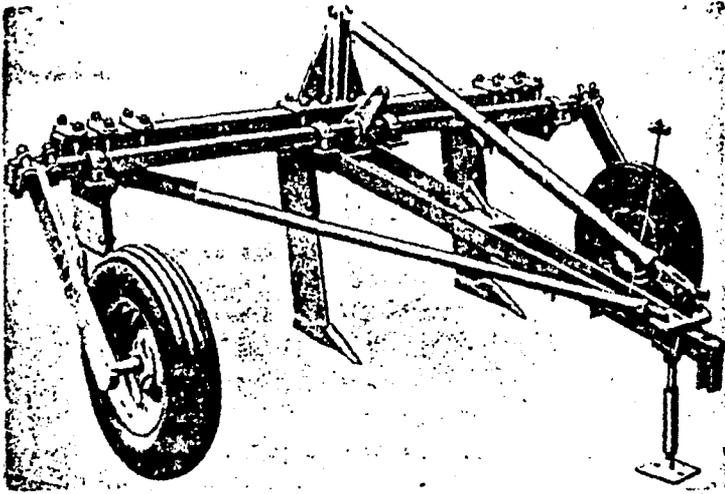


Fig. 2-88.

Subsoleador Montado.

Generalmente se componen de una sola unidad subsoleadora que se une al tractor mediante el enganche de tres puntos. La profundidad de corte es de hasta 60 cm. y se controla mediante el sistema hidráulico del tractor (fig. 2-89).

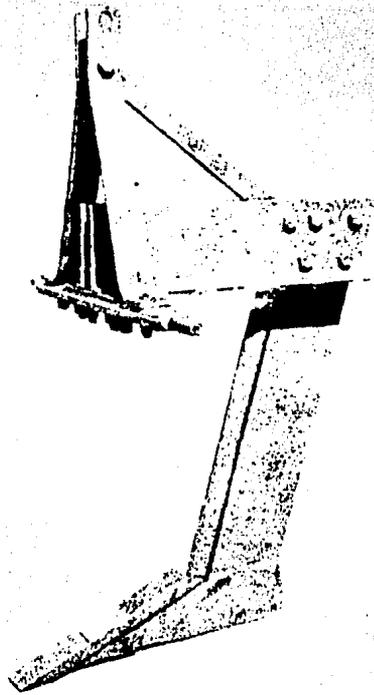


Fig. 2-89.

Subsoleador montado en la barra porta-herramientas.

Es similar al montado en cuanto a la profundidad de corte y ajuste de la misma. Posee la ventaja de que se puede desmontar de la barra porta-herramientas e instalar en su lugar otros implementos.

Componentes del subsoleador.

Básicamente se constituyen de los siguientes componentes:

Una viga transversal o barra de herramientas, un eje y un par de ruedas, puntas y eventualmente el borde cortante reemplazable y algunos aditamentos de menor importancia.

Unidad Subsoleadora. Puede ser una barra vertical o inclinada hacia adelan-

te o también una barra curva con inclinación hacia adelante. El soporte o brazo es una barra angosta en el sentido transversal y ancha en sentido longitudinal con punta en forma de cuña (fig. 2-90). Es común que los brazos del subsoleador poseen algunos agujeros adicionales a fin de que se puedan instalar aditamentos. La parte superior del brazo soporte se une a una placa de hierro que es parte del bastidor, la unión es mediante bulones.

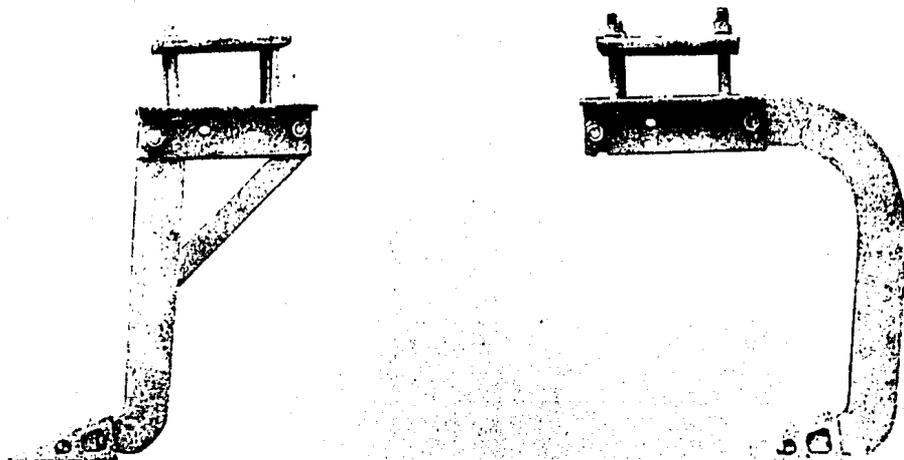


Fig. 2-90.

Pie. Es la prolongación del extremo inferior del soporte en el que se abulona la punta. No existe en todos los subsoleadores y se puede reemplazar por una punta de hierro fundido templado cuando el desgaste es excesivo.

Punta. En varios subsoleadores la punta es reversible, es decir permite el giro hasta de 180 grados, cuando uno de sus extremos se ha desgastado. Levanta partes de las capas inferiores de suelo duro, provocando que las capas superiores se quiebren y aflojen. El soporte contribuye en la tarea de disgregación y al esfuerzo de tiro.

Borde Frontal. El soporte posee un borde frontal reemplazable y reversible, algunos poseen cuatro caras, con lo que se alarga su vida útil considerablemente.

Rueda y Eje. Una de las ruedas acciona generalmente un eje que se utiliza como mecanismo de levante para desenterrar la unidad. El levante puede emplear un embrague o un mecanismo de trinquetes y piñones.

Las dimensiones de las ruedas varían considerablemente, algunas alcanzan valores de 20 cm., de ancho y aproximadamente 1 m., de diámetro. Contribuyen además a la nivelación del subsoleador y como control de profundidad.

ADITAMENTOS.

Cuchilla. Con el fin de evitar que la hojarasca se acumule en torno al soporte, se utilizan las cuchillas.

Hoja desmalezadora. Se instala sobre la unidad subsoleadora a fin de que corte las raíces de las malezas en las proximidades de la superficie del suelo.

Zanjadora. Se instala en el subsoleador para la construcción de canales o para la limpieza de canales previamente construídos, el ancho de ésta pueden ser hasta de 1m.

Bola horadora. Es de forma oval, con un diámetro que varía entre 3 y 20 cm fig. 2-91. El subsoleador arrastra la bola detrás de la punta dejando un túnel en el suelo principalmente en suelos arcillosos, de tal manera que profundice para hacer un canal de desagüe y posteriormente se conduce al área que se desea drenar.

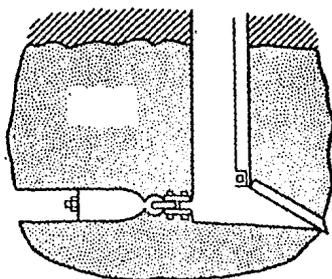


Fig. 2-91.

Aditamento para tendido de tubería o cables. Permite este aditamento incorporar tubería o cables a medida que avanza el subsoleador.

Aditamento fertilizador. Se adapta para aplicar fertilizantes a profundidades mayores de las normales. En épocas de sequías, la raíz de la planta penetra a mayor profundidad en busca de agua, así que empleando este sistema se encontrará además los correspondientes nutrientes.

Operación del Subsoleador.

Debe de engancharse de manera que el centro de carga y el centro de tiro del tractor queden alineados a fin de evitar esfuerzos laterales que aumentarían el esfuerzo de tiro y harían más difícil el manejo del tractor. La punta del subsoleador recibe una fuerza vertical hacia abajo debida a su peso, que una vez que alcanza su profundidad de trabajo, se equilibra con la fuerza vertical hacia arriba del tiro del tractor y por la fuerza vertical aplicada por las ruedas en los subsoleadores de arrastre. En algunos subsoleadores la profundidad se ajusta variando la inclinación del soporte. En otros casos la profundidad se ajusta por medio del levante hidráulico o mecánico, sin alterar el ángulo de ataque. Se puede usar además bandas de limitación de profundidad adosadas al bastidor, para impedir que el subsoleador penetre demasiado en zonas blandas.

DINAMICA Y LABRADO DE LA TIERRA.

Fuerzas que actúan en un implemento o en una herramienta de labranza.

Una herramienta para labrar, se define como un elemento individual para el trabajo de la tierra. Un implemento para el labrado consta de una herramienta o grupo de herramientas, junto con el marco, ruedas, aditamentos de control, protección y cualquier otro componente estructural, o transmisión de poder.

Las fuerzas que se aplican a una herramienta de labranza para producir un -

efecto dado en el suelo, pueden ser medidas exactamente, pero no se puede predecir favorablemente los efectos de cambios en el diseño del herramental

Las fuerzas que actúan sobre un implemento de labranza de interés para el ingeniero o diseñador, deben ser estudiadas desde un punto de vista de requerimientos totales de fuerza, enganchamiento apropiado o la aplicación de la fuerza de tiro, diseñados para dureza y rigidez adecuadas y determinación de los mejores ajustes y formas de las herramientas.

Un implemento o herramienta de labranza moviéndose a una velocidad constante, está sujeto a tres fuerzas principales o sistema de fuerza, que deben de estar en equilibrio. Estas son:

- 1.- Fuerzas de gravedad, actuando sobre el implemento.
- 2.- Fuerzas del suelo, actuando sobre el implemento.
- 3.- Las fuerzas actuando entre el implemento y lo que produce el movimiento.

Clyde, subdivide las reacciones del suelo en fuerzas útiles y parásitas. Las fuerzas útiles las define como: Aquellas que la herramienta debe de vencer en el corte o movimiento de la tierra.

Las fuerzas parásitas las define como: Aquellas (incluyendo las fuerzas de fricción o de resistencia al rodamiento) que actúan sobre superficies estabilizantes, como son los lados de un arado. El operador tiene poco control sobre las fuerzas útiles. Pero el diseñador y el operador tienen algo de control sobre las fuerzas parásitas.

Cuando una herramienta no es simétrica con respecto a la vertical, el plano longitudinal que pasa por su línea central y las fuerzas útiles del suelo, introducen un efecto rotacional.

Por ejemplo la punta de la reja genera una fuerza dirigida hacia la pared del surco (fig. 2-92) que provoca que el arado tienda a girar hacia la pared del surco. Pero el peso y la fuerza del prisma de tierra que actúan en

la parte final de la vertedera, hacen que ésta tienda a girar en sentido contrario al giro descrito anteriormente. Estas fuerzas se equilibran si el arado está diseñado correctamente.

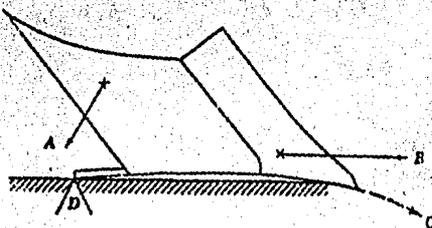


Fig. 2-92. Se representa como la succión horizontal, provoca que la punta de la reja se mueva hacia la pared del surco, haciendo que todo el arado gire en esa dirección. B representa la fuerza de tiro del tractor. La fuerza aplicada en la punta en C es equilibrada por la fuerza de tiro del tractor y la fuerza aplicada por el prisma de tierra en A. La base del arado tiende a girar sobre el talón de la costanera en D.

SIMBOLOS USADOS EN EL ANALISIS DE LAS FUERZAS DE LABRANZAS.

R: Resultante de las fuerzas útiles del suelo, actuando sobre una herramienta o implemento (fig. 2-93) donde las fuerzas útiles y parásitas no pueden determinarse separadamente. R. incluye a las dos.

L: Componente longitudinal o direccional de R.

S: Componente lateral de R.

V: Componente vertical de R.

Rh: Resultante de L, y S.

Rv: Resultante de L y S (componente de R. en el plano longitudinal vertical).

- a: Distancia lateral entre V y Rh para herramienta con efecto rotacional - (fíg. 2-93a).
- Q: Resultante de todas las fuerzas parásitas actuando sobre un implemento.
- Qh: Componente de Q en el plano horizontal. Incluye fuerzas estabilizadoras laterales y las fuerzas longitudinales de fricción.
- Qv: Componente de Q en la vertical. Incluye fuerzas de soporte vertical y las fuerzas longitudinales de fricción o de resistencia al rodamiento.
- P: Resultante del tiro forzado en el implemento por la unidad de poder.
- Ph: Componente de P en el plano horizontal.
- Pv: Componente de P en la vertical, del plano longitudinal.
- W: Fuerza de gravedad actuando en el implemento, a través del centro de gravedad.
- H: Centro de resistencia horizontal del implemento, el cuál es el punto de concurrencia de Rh y Qh.
- G: Punto de concurrencia de Qv y la resultante de W y Rv. puede ser llamada el centro de resistencia vertical.

Los índices X, Y, Z, aplicados a P y Q, se refieren a las componentes longitudinales, laterales y verticales de las fuerzas, respectivamente.

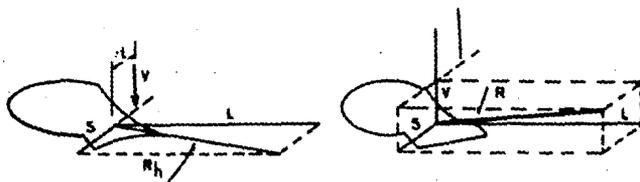


Fig. 2-93. Fuerzas que actúan en un implemento de labranza.

Otro trabajo realizado por Lindren y Zimmerman acerca de las fuerzas que actúan sobre el arado considera:

Primero: Las fuerzas verticales principales son:

a) Las debidas al peso propio; b) las originadas por la presión que se ejerce hacia abajo al levantar la tierra; c) la componente del tiro debida a estar el punto de enganche por encima del punto de resistencia y d) la que se origina cuando el arado está gastado o mellado, que tiene una componente hacia arriba como resultado de la inclinación de la cara inferior de la reja.

Segundo: Las fuerzas horizontales transversales son:

a) La componente transversal producida por el rozamiento del suelo contra la vertedera; b) la componente transversal producida al trasladar la tierra de un lado al otro del surco; c) la componente transversal debida a la acción de corte y de cuña del borde inferior de la reja, d) la componente de la línea de tiro; e) las componentes transversales que pueden originarse de la rueda de surco posterior.

Tercero: Las fuerzas longitudinales principales que actúan a lo largo del surco (dirección del movimiento) son: a) la resistencia del suelo al ser cortado; b) el rozamiento entre la pared del surco y el dental o costanera; c) el rozamiento al peso y a la presión sobre el cuerpo del arado, de acuerdo con la colocación y estado de la cuña cortante y d) la componente del rozamiento de la tierra que se desliza sobre la vertedera.

Estas fuerzas se equilibran con la suma de las tracciones originadas por la fuerza motriz empleada.

De lo anterior se desprende que la vertedera, tiene una gran influencia en el perfecto funcionamiento del arado, según su anchura, su grado de curvatura y su longitud.

Las fuerzas que actúan sobre el cuerpo del arado están en tres planos, como

se ilustra en la fig. 2-94.

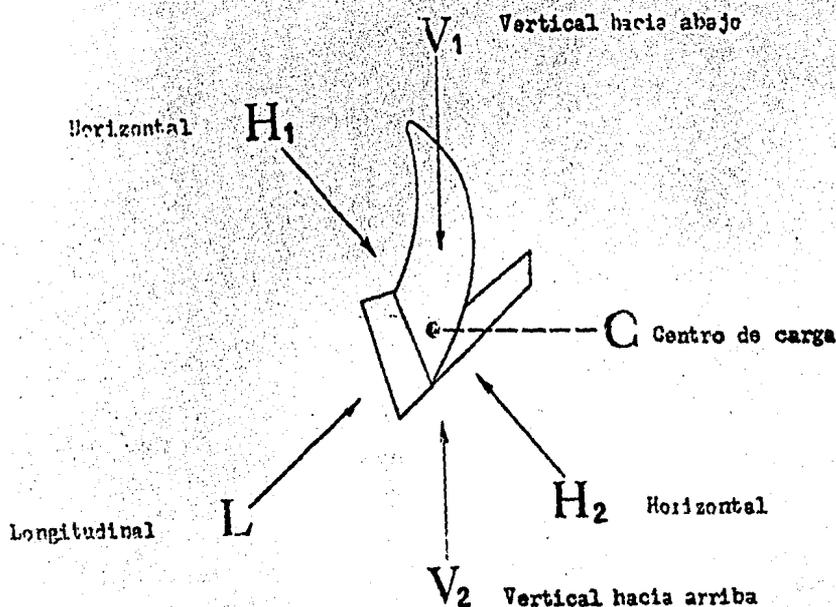


Fig. 2-94.

En las figs. 2-95 a y b, se explica e ilustra, mediante la longitud y dirección de las flechas, la magnitud relativa de las fuerzas que actúan sobre los arados de vertedera. La flecha RH representa la resistencia del suelo contra la reja y la vertedera. La posición e inclinación de RH varía según las condiciones del suelo. En cualquier punto de RH, las dos fuerzas desiguales L y S pueden ser sustituidas (fig. 2-95b).

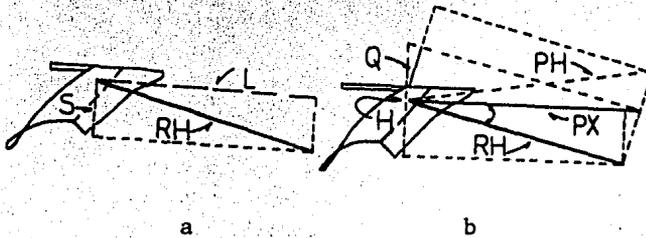


Fig. 2-95. Fuerzas que actúan sobre un arado de vertedera.

RH forma un ángulo de 13.5 grados con la dirección del movimiento, siendo la fuerza lateral S el 24% de L . Teóricamente, si el terreno fuese perfectamente uniforme, el arado podría ser arrastrado por una fuerza igual y opuesta a RH y no serían necesarios apoyos laterales.

Si la fuerza de tracción es axial, tal como se observa en la fig. 2-95b, el arado necesitará el apoyo lateral que le proporciona la pared del surco, lo que origina un rozamiento que está representado por el ángulo de Q . Para que se produzca el equilibrio lateral la componente lateral de Q debe ser igual a S , que es la componente lateral de la fuerza que actúa sobre la izquierda. Si se construye un paralelogramo de fuerzas sobre Q y RH , la resultante de ésta es Px , que es mayor que L (fig. 2-95a) porque también equilibra el esfuerzo lateral.

El punto H . en el que convergen, Px y PH se llama centro de resistencia del cuerpo o base del arado. Si la línea de tiro PH forma un ángulo con el eje, deberá pasar por el punto H . Esta línea de tiro oblicua, hace que el arado se apoye con más fuerza contra la pared del surco. En la fig. 2-95b, el ángulo de PH es tal que su componente lateral es casi el 80% de S , que hay que sumar a S .

Se denomina Centro de Resistencia ó Centro de Carga de un cuerpo de arado.- Al punto donde se encuentran concentradas todas las fuerzas verticales y ho

rizontales que actúan sobre un cuerpo de arado, pero este punto no puede de terminarse con exactitud, prácticamente se ha establecido que está localiza do a una distancia horizontal de la costanera de aproximadamente de un cuar to del ancho de corte de la reja y a una altura de aproximadamente un medio de la profundidad de corte desde el fondo del surco (fig. 2-96).

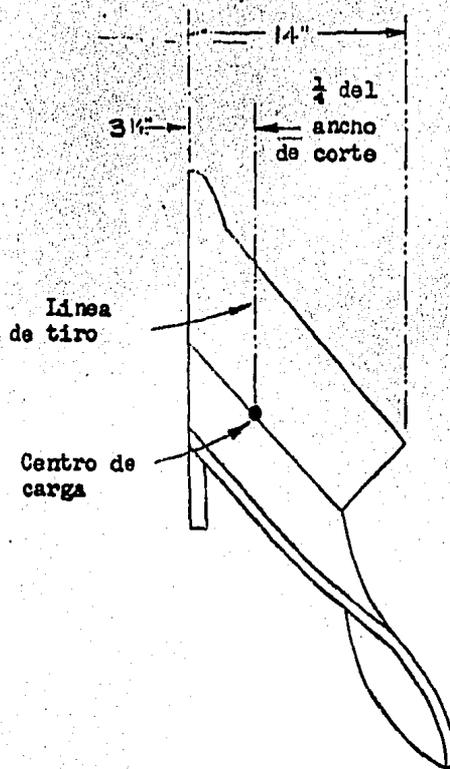


Fig. 2-96.

Ubicación aproximada del centro de carga de un cuerpo de arado.

MECANICA DE LA LABRANZA,

La resistencia del suelo a la compresión, adhesión (fuerzas atractivas en--

tre la tierra y algunos otros materiales), afectan las reacciones de la tierra a las fuerzas aplicadas por la herramienta de labranza.

Nichols, demostró que las fuerzas reactivas de toda clase de suelos, tienen gran dependencia con la humedad de la tierra y su contenido coloidal.

Una clasificación general de la tierra es el de considerarla como plástica y no plástica. La tierra plástica es moldeable en un rango de contenido de humedad y retiene su forma moldeada después de que seque; las arenas y otros suelos cuyo contenido de barro o coloidales es menor de un 15 o 20%, se consideran como tierras no plásticas.

Un suelo o terreno plástico al saturarse de agua y dejarse secar, pasa por las siguientes etapas: pegajoso, plástico, desmenuzable, duro o cementado.

La etapa desmenuzable presenta las condiciones óptimas para la labranza. Al trabajar la tierra con demasiada humedad la compactación del suelo por los implementos de labranza y las unidades de poder se presenta, lo que acarrea problemas serios. A medida que la herramienta avanza, la tierra es sometida a esfuerzos compresivos, los cuales en un terreno desmenuzable provocan la acción del corte. El corte del suelo es diferente del corte de la mayoría de los cuerpos sólidos, debido a que la reacción puede extenderse a una distancia considerable, en cualquiera de los lados del plano de corte, como consecuencia de la fricción interna y la acción cohesiva de las capas de humedad.

La cohesión se define como la fuerza que mantiene a dos partículas del mismo tipo juntas.

La fricción interna que se produce, se debe al entrelazado de las partículas de la masa del suelo,

La fricción interna y la cohesión son los parámetros de corte del suelo que se relacionan de acuerdo con la siguiente ecuación.

$$\tau = C + \sigma \tan \phi$$

Donde:

τ : Esfuerzo cortante en una falla en la tierra.

C : Cohesión.

σ : Esfuerzo normal al plano de la falla de corte.

ϕ : Angulo de fricción interna.

Los valores de C y ϕ pueden determinarse midiendo el esfuerzo de corte para varios valores de esfuerzo normal σ . El esfuerzo cortante tiene importante influencia en la tracción de una herramienta de labranza.

Una falla por corte, no es un fenómeno independiente de una falla de compresión, ésta siempre se asocia con una reducción en volumen, pero ocurren como una acción combinada.

Los cortes en la tierra, pueden definirse como una acción rebanadora, cuya falla mayor resulta ser el corte. El corte puro puede ocurrir en condiciones que están determinadas por las características de humedad contenida y por el grado de confinamiento.

Fricción y Adhesión.

En las operaciones de labranza se involucra una acción deslizante de tierra sobre algunas superficies de la herramienta. La fricción de la tierra en una herramienta con la que tiene la tierra grandes áreas de contacto, producen una componente significativa en la tracción requerida. Existen también fuerzas de fricción cuando los cuerpos rígidos de la tierra se mueven unos con respecto a los otros. A menos que se consideren velocidades o grandes cargas normales, la fricción de cuerpo rígido de tierra con tierra, obedece a la ley simple de fricción, en la cual:

$$\mu = \frac{F}{N} = \tan \psi$$

donde:

μ : Coeficiente de fricción (tierra con tierra).

F: Fuerza de fricción tangente a la superficie.

N: Fuerza normal (perpendicular a la superficie).

ψ : Angulo de Fricción.

La fricción en una herramienta de labranza, es normalmente producida por el efecto de rozamiento del suelo con el acero, aunque en algunos arados se cubren las partes con plástico. Cuando la tierra se desliza en el acero, las fuerzas adhesivas entre el suelo y el metal, ejercen gran influencia en las fuerzas de fricción. Las fuerzas adhesivas son producidas por las capas de humedad, variando por tanto su magnitud con el contenido de humedad.

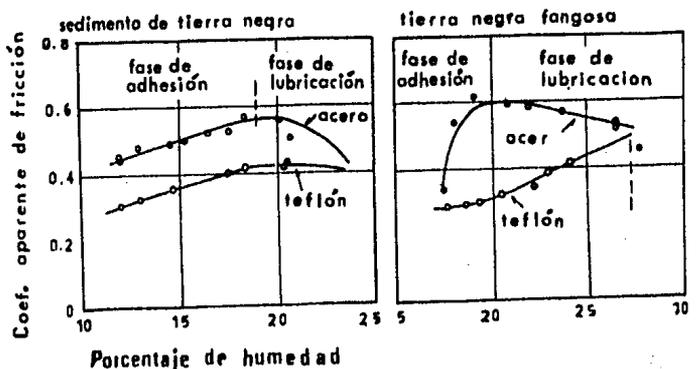
La fuerza adhesiva incrementa la carga normal, en la superficie, así como también aumenta la fuerza de fricción tangencial.

El efecto de estas dos componentes en pruebas de laboratorio, se representa con un coeficiente de fricción aparentes que se define por μ' para diferenciarlo de μ en la ecuación anterior.

En la fig. 2-97 se muestra la relación de la fricción entre tierra y metal y el contenido de humedad.

Fig. 2-97.

Variación del coeficiente de fricción de tierra con metal y el contenido de humedad.



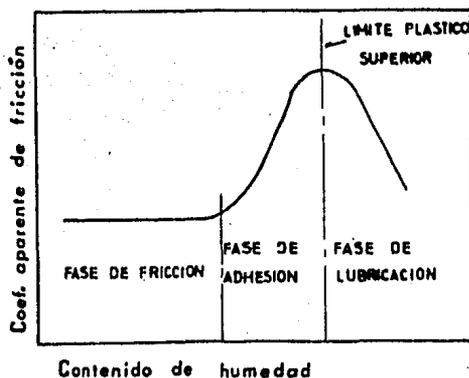
En la fase de fricción, las fuerzas adhesivas son pequeñas y el coeficiente de fricción es independiente del contenido de humedad. Los suelos que presentan condiciones desmenuzables, generalmente tienen contenidos de humedad en este rango. En la fase de adhesión, las capas de humedad aumentan entre el metal y las partículas del suelo, provocando fuerzas adhesivas que causan el coeficiente aparente de fricción, creciendo este, conforme se engruesan las capas de humedad, al llegar al límite plástico superior, el contenido de humedad es suficiente para actuar como lubricante produciendo la caída del coeficiente de fricción como consecuencia del aumento de humedad, en la (fig. 2-98) se muestra este comportamiento.

Los contenidos transitorios de humedad entre fases se incrementa con el contenido de barro. Los rangos típicos de humedad del suelo en contacto con acero pulido, según los investigadores, son de 0.2 a 0.5 para arena, 0.3 a 0.65 para arcilla y 0.35 a 8% para barro. La cantidad menor de humedad en cada caso, representa valores en la fase de fricción.

El acabado del material en el cuál la tierra resbala, afecta el coeficiente aparente de fricción (fig. 2-97). Por ejemplo el teflón que es un material que resiste efectos de humedad, no se desarrollan grandes fuerzas de adhesión con el suelo y por consecuencia tienen coeficientes de fricción aparente, bajos.

Variación del coeficiente aparente de fricción con el contenido de humedad.

Fig. 2-98.



RESISTENCIA DEL SUELO, RESISTENCIA A LA PENETRACION.

Se define como resistencia, a la capacidad de un terreno para oponerse a una fuerza aplicada en él. Una caracterización de la resistencia del suelo es la resistencia a la penetración, aunque ésta involucra varias propiedades independientes del suelo. Para medir la resistencia a la penetración, se utiliza un tornillo instrumentado conocido como tornillo penetrómetro.

La lectura del penetrómetro que da la fuerza por unidad de área. Provee indicadores de la dureza relativa de los diferentes suelos y de uniformidad contra profundidad.

Abrasión de los suelos.

La abrasión es una propiedad dinámica del suelo, cuyo efecto es acumulativo. El desgaste abrasivo puede cambiar el tamaño, forma o dureza de la herramienta, lo suficiente para volverla inefectiva, especialmente si las presiones que se ejercen sobre la herramienta son elevadas. Las características del suelo que afectan la abrasividad son: La dureza, forma y tamaño de las partículas de tierra, la firmeza con la que las partículas se detienen en la masa del suelo y el contenido de humedad, la resistencia de los materiales a la abrasión, depende de la composición del material, dureza, resistencia y tenacidad.

Una capa de aleación especial contra la abrasión se utiliza en los perfiles cortantes de la herramienta para reducir el desgaste, especialmente en terrenos arenosos o bien de arena o arcilla.

De acuerdo con las condiciones de abrasión o de impacto, se determina la composición del recubrimiento. Estos materiales vendidos por varias marcas, son extremadamente duros y algunos bastante frágiles. Generalmente son aleaciones no ferrosas como cromo-cobalto-tungsteno o acero al alto carbono con elementos de aleación tales como el cromo, tungsteno, manganeso, silicio y

molibdeno. Estos materiales se aplican a la herramienta de la labranza por medio de soldadura de arco, o bien, soplete de oxiacetileno.

FACTORES DE DISEÑO EN LA HERRAMIENTA DE LABRANZA.

El objetivo de la herramienta de labranza es la de cambiar un terreno, según sea requerido. Hay tres factores de diseño que controlan el movimiento del suelo, siendo estos; Condiciones iniciales del suelo, forma de la herramienta y forma del movimiento de la herramienta. A su vez estos factores se ven influenciados por dos factores externos: las condiciones finales del suelo y las fuerzas requeridas para manipular el terreno.

De los factores internos, el diseñador tiene control únicamente en la forma de la herramienta. El usuario puede usar la herramienta en diversas condiciones iniciales del terreno como por ejemplo, variar profundidad o la velocidad de operación. Pero la forma de la herramienta no puede ser considerada sin tomar en cuenta las condiciones iniciales del terreno, o la manera de movimiento de la herramienta sobre el suelo.

Gill y Vanden Berg clasificaron tres formas características de la herramienta: a) Macroforma: Se refiere a la forma de la superficie gruesa de la herramienta; b) Microforma: Se refiere a la dureza de la superficie y c) Forma de arista: Se refiere a la forma perimetral y seccional de la superficie que trabaja el suelo.

La mayoría de las formas de las herramientas de labranza, se han hecho en base a métodos de corte y prueba o mediante análisis cualitativos. Las descripciones matemáticas de las formas son los medios más versátiles de representación, pero debido a la forma compleja de los implementos o herramientas, no pueden representarse fácilmente de manera matemática, aunque se ha utilizado la representación gráfica y se ha intentado el análisis matemático por computadora de los fondos de arados.

La importancia de la forma de la orilla cortante (forma de arista) es la de

que afecta la tracción y las componentes verticales y horizontales de las fuerzas de la tierra. Por ejemplo, las cuchillas circulares penetran con mayor facilidad al suelo afiladas por el lado cóncavo que por el lado convexo. Las rejas gastadas reducen la fuerza vertical descendente, producen compactación del suelo y pueden incrementar la tracción. La microforma tiene gran influencia en las fuerzas de fricción como lo es el acabado de la superficie.

Las asperezas de las superficies están relacionadas con la pulida inicial y el efecto de desgaste por abrasión. Así como también por efectos de oxidación, raspones y pequeñas depresiones. La resistencia por fricción afecta hasta un 30% la tracción total del implemento.

Dentro de las características de la forma de movimiento se encuentran la orientación de la herramienta, su paso por el suelo, y la velocidad a su paso. La orientación de una herramienta puede provocar una influencia para la manipulación de la tierra y fuerzas que intervienen para ello. Cuando se dispone de potencia, la velocidad es el factor de diseño más fácil de variar, al incrementar la velocidad aumenta la tracción, pero afecta el movimiento del suelo y su desmenuzamiento.

Medición y evaluación del comportamiento.

Los sistemas de fuerzas que actúan en las herramientas de labranza, pueden representarse matemáticamente y las fuerzas pueden ser medidas.

Pero como se mencionó anteriormente, una evaluación cuantitativa del comportamiento es difícil, debido a que no se ha efectuado un método adecuado que describa las condiciones del suelo, o que establezca las condiciones necesarias para un uso determinado.

Dependiendo de la operación de labranza, pueden ser de interés las siguientes condiciones finales del suelo.

a) Grado de desmenuzamiento de la tierra.

- b) La segregación de los terrones, en relación a la profundidad.
- c) Uniformidad de la mezcla, a través de la profundidad labrada.

El desmenuzamiento puede ser medido mediante el cernido de una muestra representativa de toda la profundidad labrada. Gill y Vanden Berg utilizaron una cernidora rotatoria para tal efecto, pudiéndose expresar los resultados mediante un módulo de pulverización o un diámetro medio de masa.

La uniformidad de la mezcla, puede medirse mediante materiales de rastreo - después de la labranza, se emplean para tal efecto: materiales radiactivos, materiales fluorescentes, sodio y potasio.

Cuando el principal objetivo de la labranza es el desmenuzamiento de la tierra, la energía equivalente para la reducción del tamaño de los terrones, - se determina experimentalmente, aplicando energía al suelo en una forma controlada y midiendo los efectos en términos de los tamaños de los terrones.

Gill y Mc. Creery efectuaron un método consistente en dejar caer de una altura determinada muestra de tierra a una superficie rígida y la energía potencial gastada en la caída se asociaba con el diámetro de la masa media resultante.

En la fig. 2-99 se representa la relación entre la energía de entrada y el tamaño de los terrones, en prueba con terrones fangosos, con un porcentaje de humedad del 12, 21, 16%.

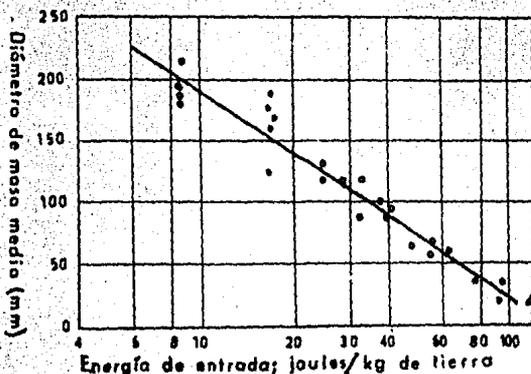


Fig. 2-99.

Resultados de las pruebas de Gill y Mc. Creery.

Uno de los métodos que se usan para determinar la energía equivalente de entrada, es el de aplicar las fuerzas que rompen el suelo por compresión lenta, mediante un péndulo que golpea el suelo o por la rotación de una navaja similar a la de un arado rotatorio, debido a que los mecanismos de falla en labor de desmenuzamiento difieren de acuerdo con el tipo de terreno, los métodos no miden la energía necesaria para alcanzar la pulverización, pero sí no proporciona un medio útil para comparar los resultados de las diferentes operaciones de labranza.

CAPITULO TERCERO

EQUIPO PARA LABORES SECUNDARIAS

INTRODUCCION.

En la mayoría de las actividades agrícolas, el laboreo secundario suele suceder a las labores primarias que se realizan a mayores profundidades. Se puede decir que las labores secundarias, son aquellas en las que se da trata -- miento a la tierra a profundidades relativamente pequeñas, tales como desterronar y perfeccionar el desmenuzamiento superficial del terreno, enseguida del arado (fig. 3- 1). Aún cuando algunos aperos utilizados durante la labranza primaria se pueden adaptar para trabajar durante las secundarias, - siempre y cuando éstos penetren a poca profundidad, en este capítulo estudia remos únicamente aquellos que están diseñados específicamente para labores - secundarias.

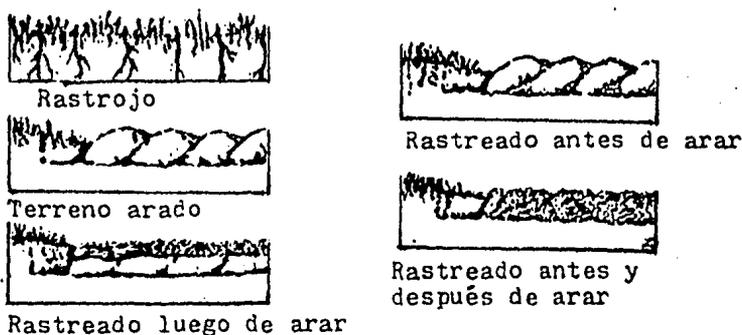


Fig. 3-1. Efectos de la labranza secundaria.

Los objetivos fundamentales que se persiguen durante las operaciones secundarias en la labranza, son los que se describen a continuación:

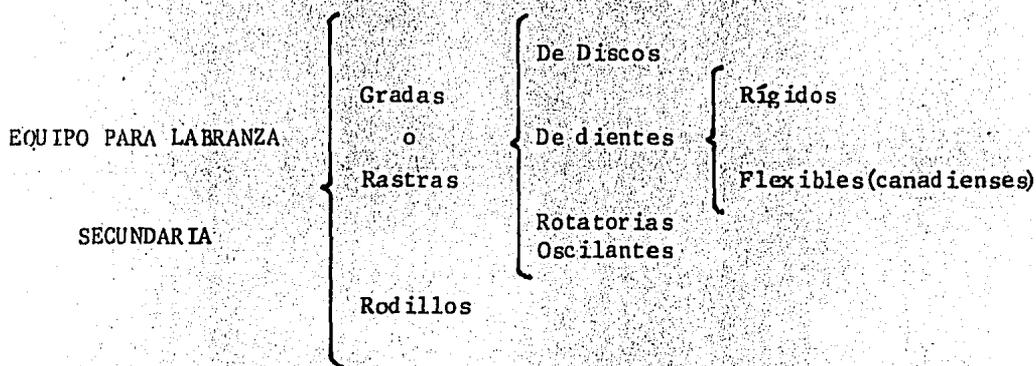
- 1) Como complemento del laboreo primario al preparar el terreno para la siembra.
- 2) Mejoramiento de la estructura superficial del terreno para conservar y -- aprovechar al máximo la humedad, favoreciendo así la penetración de las aguas de lluvia y disminuyendo la evaporación.
- 3) Cortar y cubrir los rastrojos y residuos de anteriores cosechas que protejan al terreno contra la erosión, mezclando también las materias vegetales con la capa superficial del terreno.
- 4) Una reducción y clasificación del tamaño de los terrones para obtener una superficie que favorezca una mejor siembra y germinación de las semillas.
- 5) Destrucción de malas hierbas, que también se complementan con la acción -- de las primeras labores.

Por otra parte, los trabajos que ordinariamente se llevan a cabo durante la labranza, son los que se mencionan a continuación:

- El Mullido; esta labor se hace necesaria cuando un suelo se ha consolidado y hasta compactado cuando se ha cultivado sobre él. Con el mullido o desmenuzamiento de la tierra, se facilita la destrucción de las malas hierbas además de enterrar y mezclar los rastrojos superficiales, causando un beneficio óptimo cuando el suelo se encuentra seco.
- La Inversión; esta operación se realiza generalmente durante las primeras labores con el arado de vertedera, cuando es una inversión completa y con el arado de discos cuando se trata de una inversión parcial. Los beneficios que se obtienen son también: eliminar las malas hierbas, los rastrojos y combatir la erosión que producen el agua y el aire.
- Reducción del tamaño de los terrones, el objetivo principal que se persigue con estas operaciones es la de proporcionar las condiciones óptimas para obtener la germinación de las semillas. La reducción del terrón se consigue mediante las operaciones que a continuación describimos:

- a) La Consolidación. Se ejecuta cuando los terrones estan duros y secos, el método más apropiado para tratarlos es aplastándolos.
- b) El Corte. Es cuando los terrones superficiales no se encuentran excesivamente duros y es necesario reducirlos de tamaño mediante el corte.
- c) La Desintegración. Cuando es necesario remover la capa superficial del terreno, hasta el grado de desintegrar los terrones que se sujetan a impacto repentino constantemente.

Existen numerosos tipos de aperos, que se utilizan para el trabajo de las labores secundarias, los cuales podemos agrupar de la siguiente manera:



La grada o rastra es el implemento utilizado principalmente para desmenuzar los terrones, nivelar y remover la costra superficial, destruir las malas hierbas antes de que brote el cultivo y para mullir el terreno.

RASTRAS DE DISCOS.

El primer implemento utilizado para la preparación del suelo para la siembra, posiblemente se originó simultáneamente con el arado. Se trataba de ramas de árboles de distintas formas arrastradas por un hombre y posteriormente por animales. En la era de los romanos se introdujo la rastra de dientes con dientes de madera, (fig. 3-2). En la Edad Media se empleaban rastras que consistían en numerosas barras atadas transversalmente entre sí. A principio del siglo XIX, se desarrollaron las rastras de madera con dientes de hierro. Las rastras de dientes elásticos, se construyeron cincuenta

años más tarde.

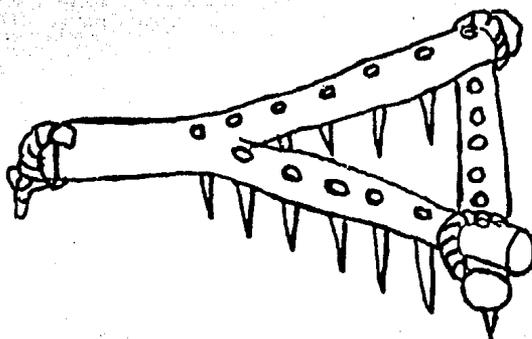


Fig. 3-2. Rastra Romana.

En primer lugar debemos hacer notar las diferencias básicas que existen entre un arado y una rastra de discos: Los discos de un arado polidisco van acoplados cada uno sobre su propio eje, mientras que en las rastras hay un eje común para una serie de discos (denominado cuerpos). Además, tiene la facultad de poder ajustarse tanto vertical como horizontalmente cada disco; en la grada de discos, éstos inciden en forma perpendicular en el terreno únicamente (fig. 3-3 y 3-4).

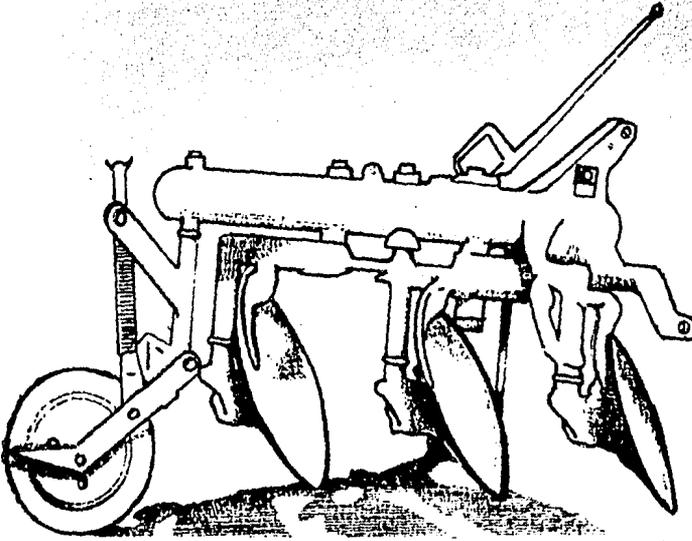


Fig. 3-3. Un arado de discos con rueda de apoyo, modelo trisurco.

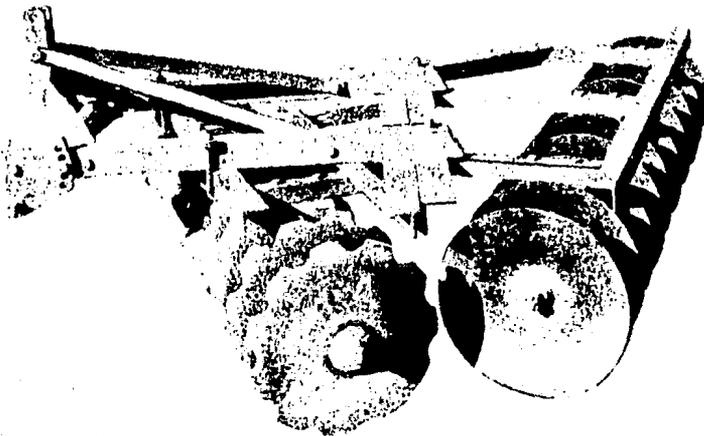


Fig. 3-4. Rastra de discos compuesta de dos cuerpos para montarse en un sistema de enganche de tres puntos.

Los principales beneficios que se obtienen con una grada de discos son: los de romper los terrones, mescolanza del suelo, nivelación de la tierra, aireación del suelo, matar las malezas y preparar la tierra para sembrar.

Su funcionamiento es parecido al de un arado de vertedera, ambos voltean y mezclan el terreno en los surcos, aunque los surcos de una rastra son más pequeños. Al girar los discos, el filo delantero corta el terreno, para en seguida voltear y empujar la tierra con la parte trasera de la concavidad, funcionando así como una vertedera giratoria. En este tipo de implementos, los esfuerzos están balanceados ya que los cuerpos de una rastra están dispuestos de tal manera, que la mitad de los discos van montados con sus caras cóncavas hacia un extremo y la otra mitad hacia el opuesto.

La mayoría de las rastras constan de dos o cuatro cuerpos o grupos de discos, que por su arreglo los podemos clasificar como:

- a) Rastras de Efecto Simple.
- b) Rastras de Doble efecto o en Tándem.
- c) Excéntricas o en "V"

En las rastras en tándem y en "V", la orientación que se le da al grupo de discos delanteros es inversa para los traseros, de esta manera la tierra es arrojada en direcciones opuestas al paso de estos aperos (fig. 3-5).

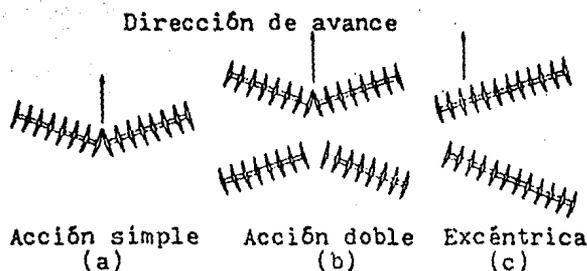


Fig. 3-5. Disposición de los cuerpos de rastras de discos.

Por lo que respecta al control de la profundidad de trabajo, se realiza mediante:

- Peso de implemento y lastre en el mismo.
- Variación del ángulo de ataque.
- Aplicación de fuerzas hidráulicas (ascendentes y descendentes).
- Utilización de ruedas reguladoras de profundidad y de transporte.
- El filo de los discos, ya sean lisos o escotados.

Existen diferentes tamaños de gradas de discos, todos ellos para adaptarse a tractores de todas las potencias. A pesar de la gran variedad de gradas disponibles en el mercado todas caen en la división de: Montadas o Suspendidas y Remolcadas.

Comenzaremos por concentrar nuestro estudio, por cuanto a la clasificación correspondiente al tipo de arreglo que presentan estos aperos:

RASTRA DE DISCO DE EFECTO SIMPLE.

Este tipo de rastras poseen dos cuerpos de discos instalados longitudinalmente uno a continuación de otro a tope con sus extremos convexos concurrentes, de tal manera, que arrojan la tierra en direcciones opuestas. En cuanto al ancho de corte, estas varían desde 1.2 hasta los 3.5 metros, las rastras con un ancho de corte superior a los 3.6 m., se equipan con extremos plegables para facilitar su transporte y el paso a través de los portones o tranqueras (fig. 3-6). En la mayoría de estas rastras se puede modificar el ángulo que forman, o sea, que al avanzar hacia adelante forman un ángulo con la dirección del movimiento, siendo de 20° el ángulo óptimo.

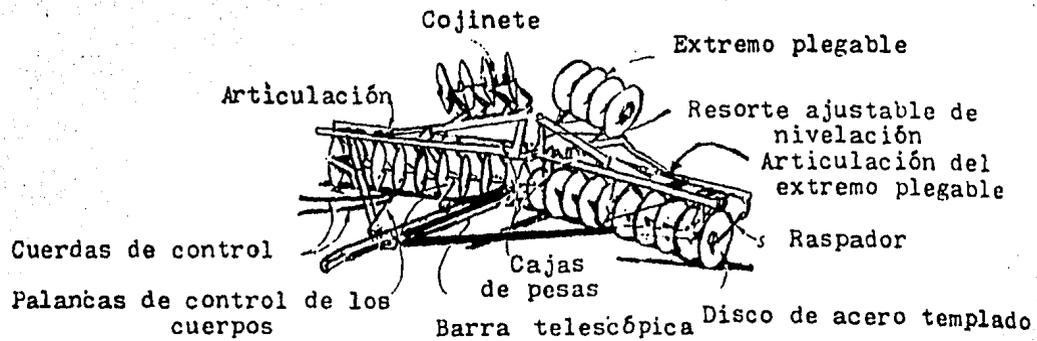


Fig. 3-6. Rastra de discos de simple efecto con extremos plegables.

Las rastras de efecto sencillo permiten cubrir una cantidad considerable del terreno si no se superponen las franjas rastreadas con las anteriores. Si se necesita dar un rastreo más completo, se puede entonces superponer las pasadas de rastreo a la mitad, reduciendo su rendimiento, pero mejorando la calidad de labranza.

Las rastras de efecto simple llevan de ordinario discos lisos, pero en trabajos pesados se equipan con discos escotados, por ejemplo la rastra que se usa en zacate y lodo (fig. 3-7).

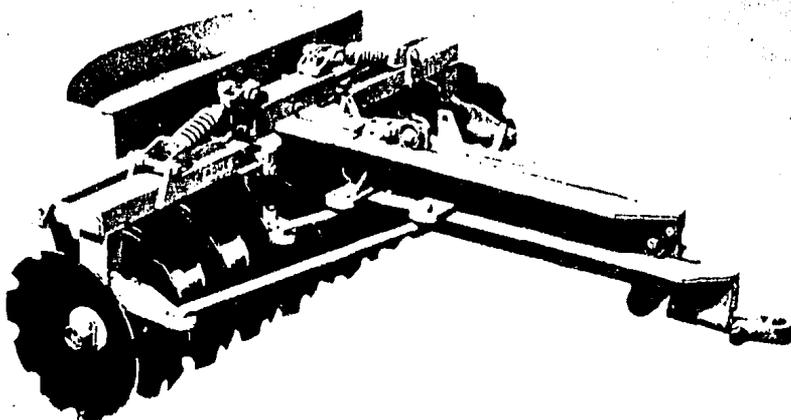


Fig. 3-7.

RASTRAS DE DOBLE EFECTO.

Las rastras de doble efecto o en tándem, poseen dos pares de cuerpos colocados uno detrás del otro. Los discos de la sección anterior voltean el suelo hacia afuera y a ambos lados; los discos de la sección posterior cortan por la mitad los camellones formados por la sección delantera y lo arrojan hacia el centro, logrando con esto un rastreo doble en una pasada.

Estas rastras se fabrican del tipo rígido o ángulo invariable y las de bastidor angulable (fig. 3-8). Las del primer tipo se equipan con ruedas de transporte para permitir su desplazamiento y los giros (fig. 3-9). En las del tipo angulable, es necesario suprimir el ángulo para poder ser remolca-

cadras y transportadas.

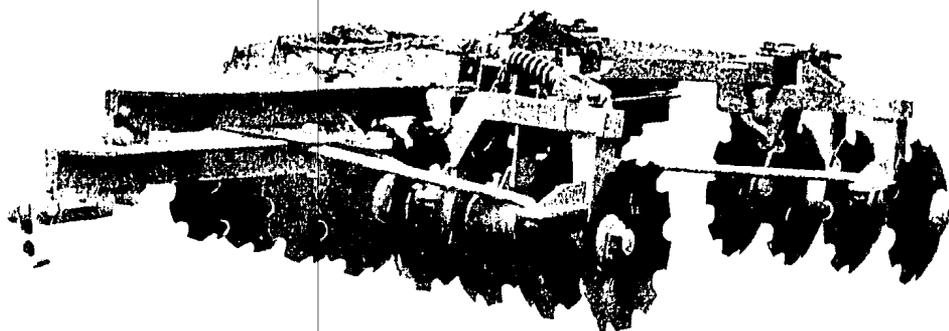


Fig. 3-8. Rastra de discos de doble sección (tándem).

Existen también las denominadas rastras de conversión, en donde se pueden cambiar rápidamente del tipo de dos secciones al tipo de sección única, con solo remover unos cuantos pernos.



Fig. 3-9. Rastra de disco de doble efecto con ruedas de transporte.

RASTRAS DE DISCOS EXCENTRICA O EN " V " .

El nombre de esta rastra se debe a la posición en que la misma es enganchada al tractor; o sea, que esta excentricidad se logra del lado izquierdo al derecho del tractor con solo efectuar algunas modificaciones (fig. 3-10). - Con esto se permite realizar rastreros debajo de las ramas de los árboles -- sin que el tractor deba pasar también debajo de ellos (fig. 3-11).

Rastra desplazada
hacia la derecha
pero cubriendo las
huellas del tractor

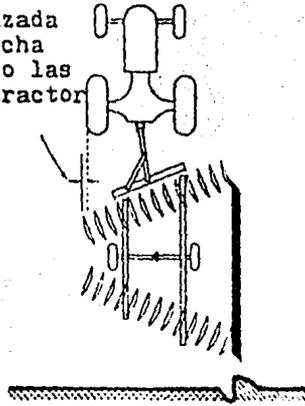


Fig. 3- 10.



Fig. 3-11. Rastra de discos excéntrica
cultivando una viña.

La rastra de discos excéntrica está ganando popularidad para operaciones -- normales de rastreo, debido a su habilidad para dejar el suelo a nivel. El surco que deja el último disco de la sección trasera se llena a la siguiente pasada. Su ancho de corte puede variar entre 1.5 y 10 m. Algunas ras-- tras excéntricas emplean llantas neumáticas, esto facilita su transporte de un campo a otro, los giros en las cabeceras y además le sirven como ruedas de control de profundidad a los discos.

METODOS PARA VARIAR EL ANGULO DE LOS CUERPOS.

En la mayoría de las rastras el ángulo que forman sus cuerpos, se pueden va-- riar simplemente utilizando el tiro del tractor. En uno de estos sistemas, el ángulo se reduce con el avance del tractor; en el otro sistema se consi-- gue el mismo efecto con el retroceso del tractor. Ambos métodos emplean -- sistemas de barras telescópicas unidas al enganche.

En el método de avance para reducir el ángulo (fig. 3-12), se emplea una -- corredera en el timón de la barra de tiro. En esta corredera se sujetan dos brazos del bastidor que van a los cojinetes exteriores. Cuando se tira de una cuerda desde el asiento del operador, la corredera quedará libre para -- moverse hacia adelante o hacia atrás sobre el timón de la barra de tiro. Si se desea reducir el ángulo que forma la sección y se tira de la cuerda cuan-- do el tractor se mueva hacia adelante, los grupos exteriores jalan la corre-- dera hacia atrás y el timón tira de los extremos internos hacia adelante, -- lo que endereza los grupos para su transporte.

En el método para enderezar los grupos caminando hacia atrás, los extremos interiores van unidos a la corredera del timón (fig. 3-13) . Si los cuer-- pos interiores se encuentran en posición angulada, el tractor deberá avan-- zar hacia atrás para enderezar los grupos, en donde el timón y sus brazos -- empujan los extremos exteriores hacia atrás, la corredera se moverá hacia -- adelante en el timón, donde se le sujeta en su posición con un perno.

En los modelos viejos, para poner en ángulo los grupos, se hacía manualmen--

te con una manivela o con una palanca.

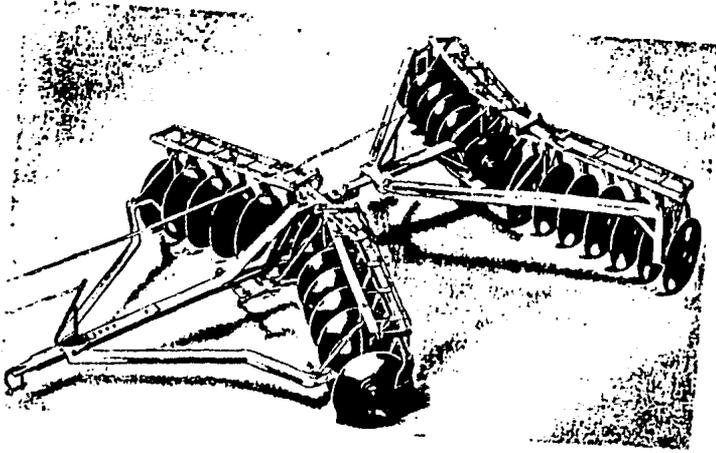


Fig. 3-12.

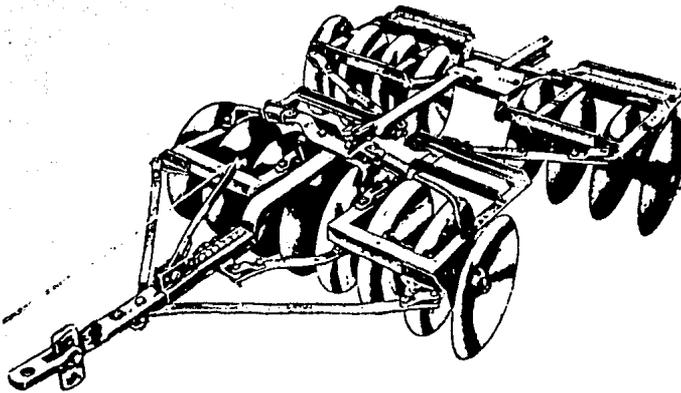


Fig. 3-13.

MANERA DE PONER EN ANGULO LOS CUERPOS DE UNA RASTRA EXCENTRICA.

En realidad, una rastra de discos excéntrica es la mitad derecha de una rastra de doble efecto. Sin embargo, las uniones entre los cuerpos son distintas. El cuerpo posterior se encuentra en forma articulada al cuerpo delantero en un punto ubicado ligeramente a la izquierda de la línea central. -- Cuando se liberan las barras de unión entre los cuerpos por medio del desplazamiento de un gatillo, el extremo derecho del cuerpo trasero se mueve hacia atrás al avanzar el tractor hacia adelante. Si por el contrario se retrocede de el tractor, el extremo derecho del cuerpo posterior se desplazará hacia adelante. El extremo derecho del cuerpo delantero está unido a la barra de tiro que conecta hasta el tractor. De esta forma, si se tira de la cuerda y se da marcha hacia adelante al tractor, el ángulo entre ambos cuerpos se incrementará. El ángulo total entre ambos cuerpos es normalmente de 40° , correspondiendo un ángulo ligeramente mayor al cuerpo posterior.

El enganche del cuerpo frontal se puede ajustar lateralmente, o sea que se puede variar la excentricidad y además permite lograr que los discos posteriores corten exactamente en su centro a los bordes dejados por los discos frontales.

COMPONENTES DE LAS RASTRAS DE DISCOS.

Bastidor.

El armazón de una rastra de discos excéntrica rodea aproximadamente a ambos lados de los cuerpos y se unen a los ejes de los discos por medio de soportes verticales (fig. 3-14). El tiro del tractor pasa por la barra de tiro, el bastidor, los soportes, hasta los grupos de discos.

Discos.

Existen dos tipos principales: Lisos y Escotados. Los discos lisos comunes poseen filo continuo en su periferia y una concavidad de aproximadamente -- 5.1 cm. con disco de diámetro de 50.8 cm. La concavidad de los discos afecta la capacidad de penetración y pulverización al voltear e invertir los --

prismas de tierra.



Fig. 3-14.

La mayor parte de los discos se fabrican de acero al crisol y se pueden templar, manteniendo una buena tenacidad.

El disco escotado se adapta para trabajos en campo con mucha hojarasca. A medida que este disco gira, produce un efecto cortante muy intenso, las secciones recortadas actúan como pequeños azadones, penetrando profundamente e incorporando la hojarasca.

Posición de los cuerpos.

Un grupo de dos o más discos forman un cuerpo. Los discos se montan sobre un eje de sección cuadrada o redonda, separados por espaciadores. Los discos, flechas y separadores giran todos al mismo tiempo y es muy importante que se mantengan bien ajustados, porque podrían llegar a debilitar la fle--cha o eje. Algunos de los espaciadores actúan también como cojinetes de soportes del cuerpo.

Cojinetes.

Normalmente las rastras llevan dos o tres cojinetes por grupo. Las barras

de tiro de las rastras se fijan por lo general directamente a las cajas de los cojinetes o bien estos reciben el esfuerzo a través de los soportes del bastidor.

Los cojinetes utilizados en rastras de discos, pueden ser blindados o abiertos.

Los cojinetes abiertos o de holgura dependen de la grasa que se les aplica para expulsar la suciedad que les penetra por los extremos, éstos pueden requerir grasa a intervalos de una hora de trabajo (fig. 3-15). Por el contrario los cojinetes de tipo blindado poseen lubricación a presión o pueden ser sellados (herméticos) y lubricados de por vida (fig. 3-16).

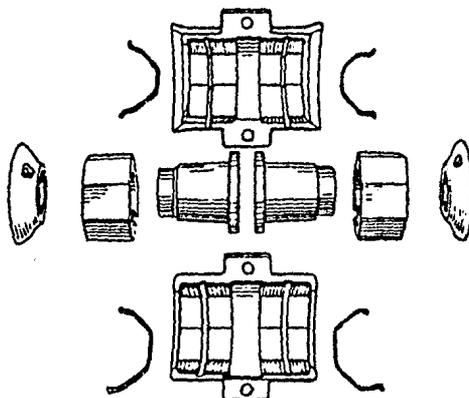
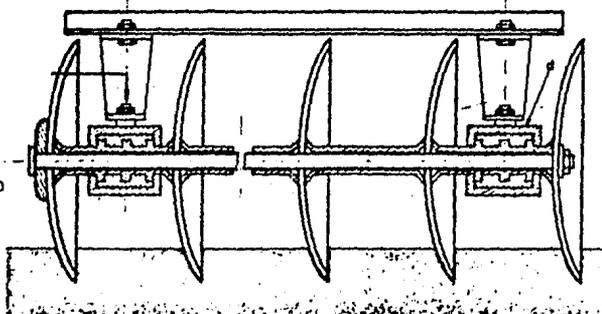


Fig. 3 - 1 5 .

Fig. 3-16

Cojinete de sellado hermético para una rastra de discos.



Rascadores.

Cada disco está provisto de un elemento rascador destinado a desprender la tierra que haya podido quedarse adherida en la cara cóncava del disco (fig. 3-17).

Contrapesos.

Una estructura similar a una caja se instala a menudo sobre el bastidor de la rastra en la cual se agregan pesas adicionales a cada cuerpo. Cuando los cuerpos de las rastras son largos, el peso se debe concentrar en las proximidades del extremo que aloja los platos de fricción, con el fin de contrarrestar el momento que ejerce la acción del suelo en la parte inferior de los discos (fig. 3-17).

Caja para contrapesos

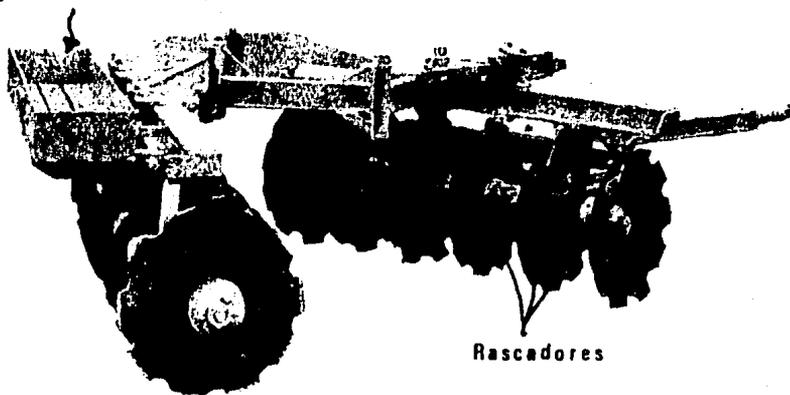
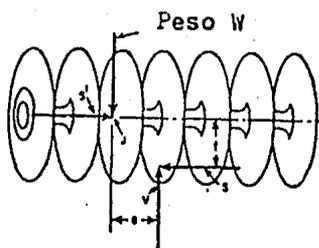


Fig. 3-17.

FUERZAS QUE ACTUAN SOBRE UNA RASTRA DE DISCOS.

La figura 3-18 nos muestra las componentes horizontal y vertical de la acción del suelo sobre un cuerpo de rastra visto desde su parte posterior. La componente S se compensa por S' , la cual proviene de los cojinetes o de los platos de fricción. Como podemos ver, las fuerzas S y S' crean un par de momento que tiende a levantar el extremo del plato de fricción y a profundizarlo.

zar el extremo opuesto. Para evitar este efecto, el peso resultante W se debe colocar desplazando con respecto a V . Esto se logra aplicando la mayoría del peso del bastidor en las proximidades del plato de fricción.



V, S : Componentes vertical y horizontal de la acción del suelo sobre el cuerpo de rastra.

S' : Fuerza equilibrante aplicada por los cojinetes o el plato de fricción.

Fig. 3-18.

En el caso de una rastra excéntrica, el esfuerzo lateral que recibe el cuerpo delantero es opuesto al correspondiente al cuerpo trasero, pero dichas fuerzas no se encuentran sobre una misma línea, dando origen por lo tanto a un movimiento que tiende a rotar la rastra. Para compensar este movimiento, la fuerza de tiro debe estar desfasada con respecto a las componentes longitudinales (L) de la acción del suelo sobre los grupos. Una forma para determinar la ubicación de la fuerza de tiro óptima, consiste en encontrar la resultante de las fuerzas (RH) que el suelo ejerce sobre los cuerpos delantero y trasero (fig. 3-19), esta resultante pasa por el punto H , en el que se cortan ambas fuerzas RH . La fuerza de tiro necesaria PX pasará también por el punto H y será de la misma dirección pero de sentido contrario a la resultante encontrada anteriormente. Al punto H se le denomina Centro de Resistencia.

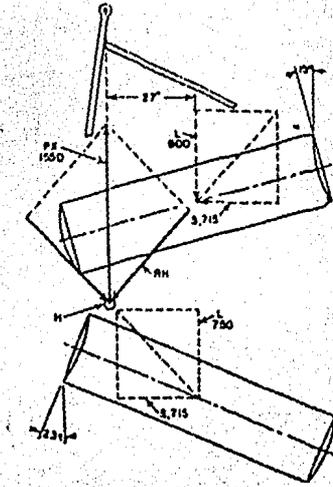


Fig. 3-19. Fuerzas que actúan sobre los cuerpos de una rastra de discos excéntrica.

RASTRAS DE DIENTES O PICOS.

Las rastras de dientes se clasifican en:

- . Rastras de Dientes Flexibles
- . Rastras de Dientes Rígidos.

Ambas rastras son conocidas en todo el mundo y se consideran tan antiguas como el arado. Las rastras de dientes rígidos fueron construidas probablemente unos 50 años antes que la rastra de dientes flexibles de acero, alrededor del año de 1860. Estas herramientas son excelentes en trabajos pre-emergentes, para romper y destruir el encostramiento del terreno, emparejar el suelo y también para destruir pequeñas malezas.

Como en los anteriores implementos, estas rastras se construyen para ser --

montadas o suspendidas y para ser remolcadas por el tractor (figs. 3 - 20 y 3-21).

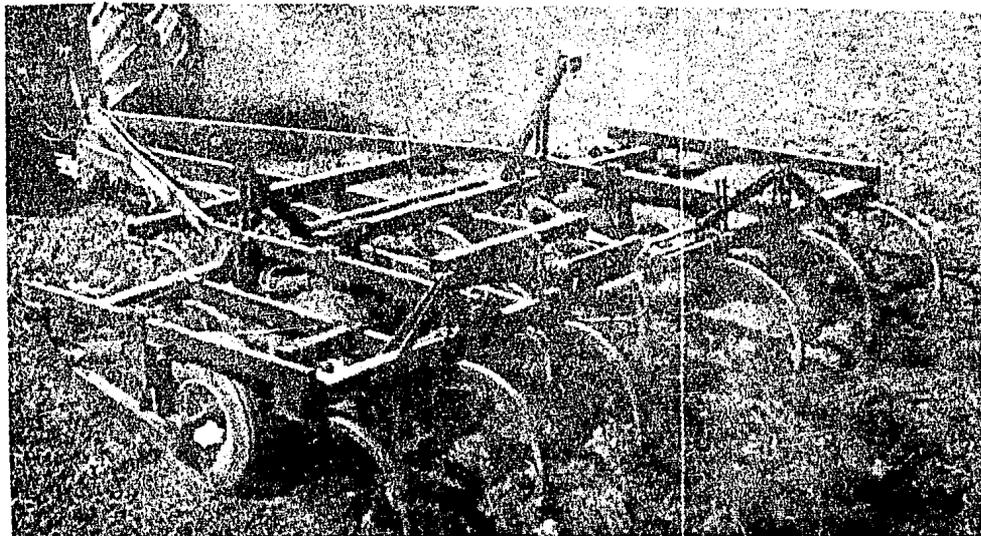


Fig. 3-20. Rastra de dientes flexibles de tiro

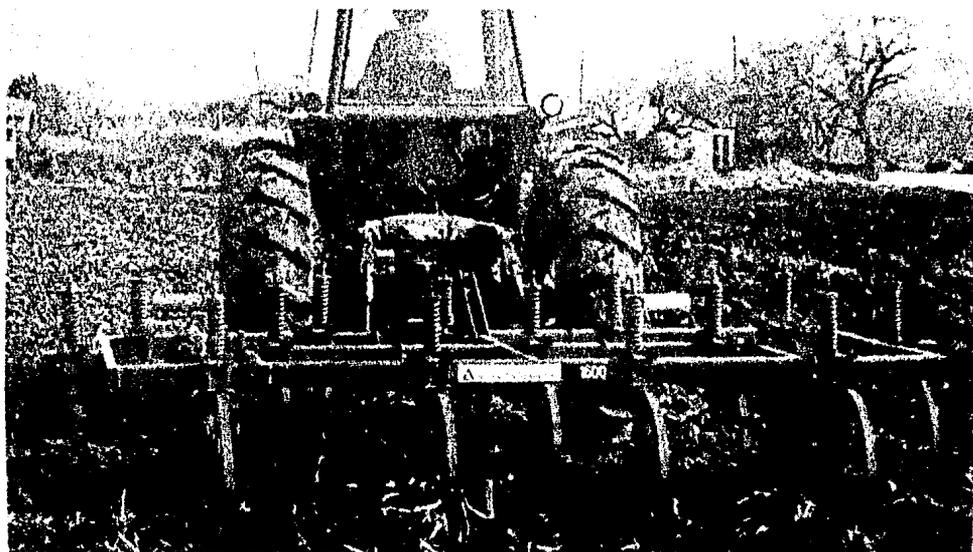


Fig. 3-21. Rastra de dientes flexibles montada al enganche de tres puntos.

RASTRA DE DIENTES FLEXIBLES.

La rastra de dientes flexibles de montaje en el tractor, se construyen normalmente para acoplarse al sistema de enganche de tres puntos del mismo (fig. 3-22) que permiten su transporte por veredas y caminos, además de poder regular su profundidad hidráulicamente.

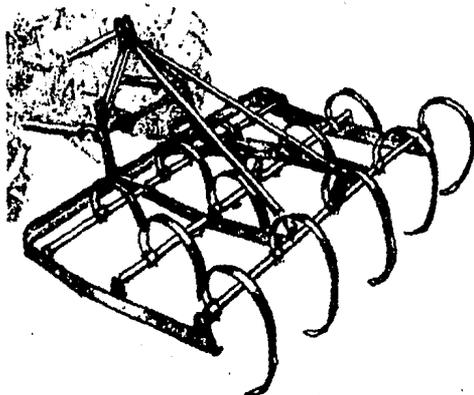


Fig. 3-22.

Las rastras de tiro (fig. 3-23), generalmente poseen dos tipos de patines o deslizadores. Estos van unidos mediante remaches o soldadura al propio bastidor, que le permiten levantar los dientes durante su transporte. El otro tipo tiene deslizadores ajustables para su traslado; toda la rastra se le-vanta bajando estos deslizadores, generalmente accionado desde el tractor.

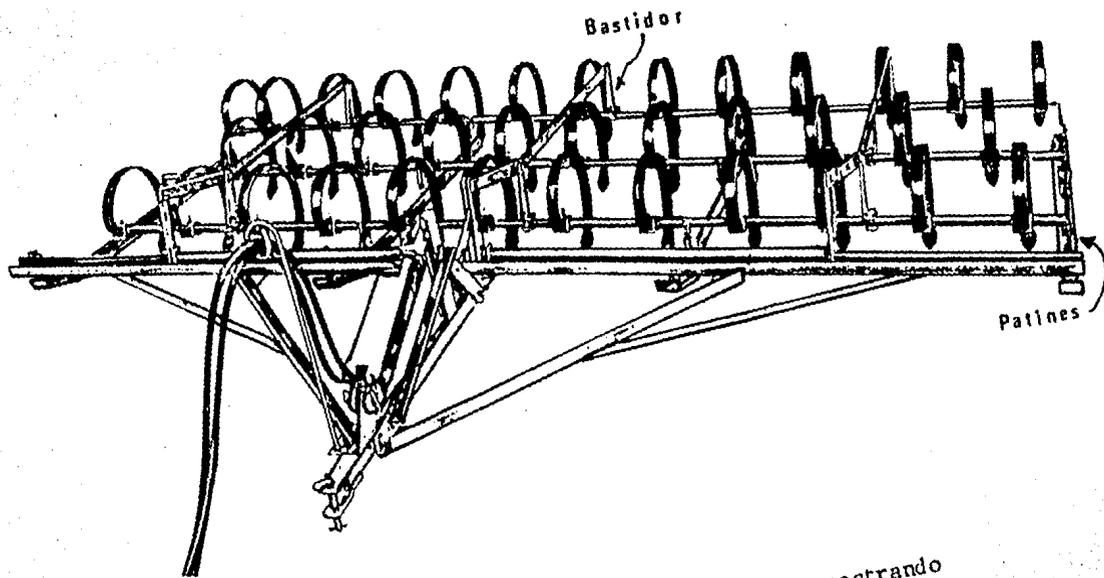


Fig. 3-23. Rastra de dientes flexibles de tiro mostrando el bastidor, patines y barras de soporte.

DIENTES.

Los dientes de la rastra se fabrican de acero forjado y laminado, templándose posteriormente en aceite. Sus dimensiones generales son: anchura de --- 4.40 cm., el espesor va de acuerdo a la labor de la rastra, los más utilizados son de 8, 10 y 16 mm. Los dientes de mayor espesor se usan para trabajos de alta velocidad. Se emplean dos tipos de dientes: los dientes de extremo afilado y los de punta reversible (fig. 3-24).



Fig. 3-24.

BASTIDOR Y ZAPATAS.

El bastidor usualmente se construyen de una sola pieza, con esquinas curvadas en forma de "U", las secciones de la rastra se sujetan por medio de pernos y orejas, que les permiten seguir los contornos de las líneas de nivel en terrazás y en los caballones.

Con el propósito de que el bastidor de la rastra de dientes flexibles no se gaste cuando es arrastrada sobre la superficie del terreno, la parte afectada se protege con patines, que a su vez estan protegidos con zapatas del tipo reemplazables (fig. 3-25).

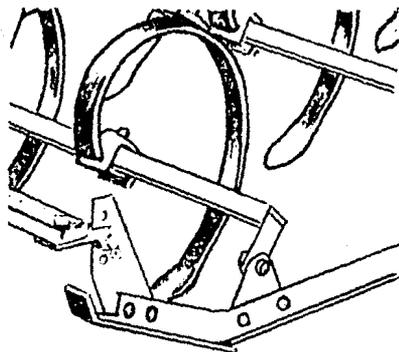


Fig. 3-25.

ENGANCHE

La rastra generalmente está equipada con una placa de enganche que va colocada en la parte frontal y al centro del bastidor. Esta placa tiene tres o cuatro agujeros separados verticalmente. Cuando el enganche se ubica en el agujero superior, la rastra puede llegar a clavarse mucho. Si se usa el agujero inferior, el ángulo del enganche puede levantar demasiado la parte delantera de la rastra.

ANALISIS DE FUERZAS

Con respecto a la figura 3-26, R_v es la fuerza resultante de la reacción del suelo; se puede considerar que es horizontal en suelos más o menos firmes, - ésta puede variar de 14 a 28 Kg. por diente para una profundidad de 8 y 9 cm. Q_v es la resistencia que ofrece el suelo al deslizamiento de los patines y D_g es la resultante del peso de la rastra W y R_v . El centro de gravedad de una rastra de dientes flexibles está localizado ligeramente adelante del punto medio del segmento que une las puntas de los dientes de la primera y última barra de dientes.

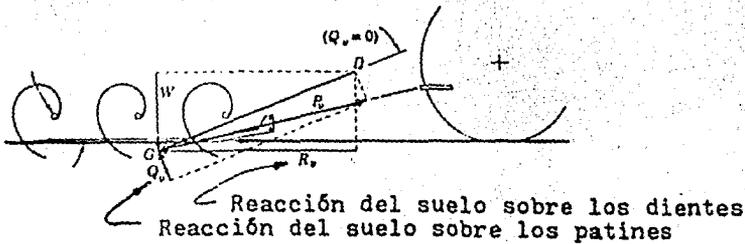


Fig. 3-26. Relación de fuerzas y enganche vertical de una rastra de dientes flexibles.

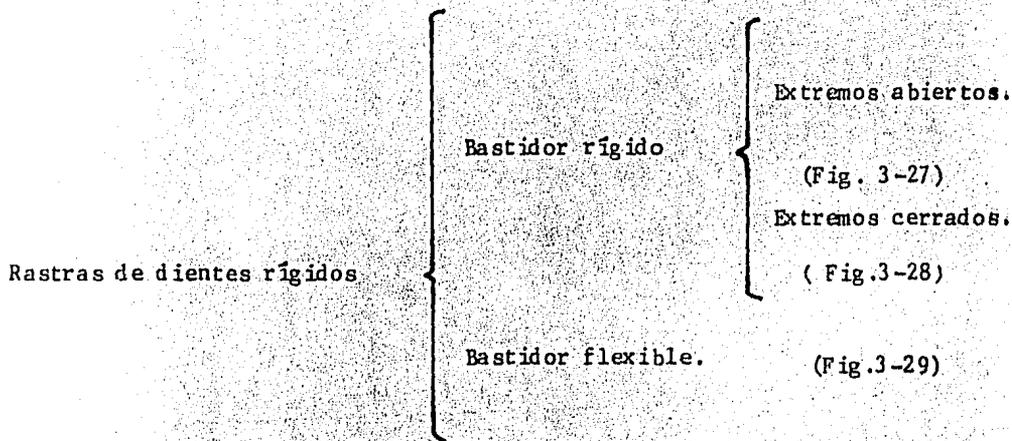
El ángulo máximo de tiro que permite que los dientes permanezcan en el suelo, depende del peso de la rastra y de la resistencia del mismo. Un enganche bajo hace que se tenga menos peso en las ruedas traseras del tractor y más peso en los patines de la rastra, condiciones que son indeseables para el trabajo.

RASTRAS DE DIENTES RIGIDOS.

La rastra de dientes rígidos es útil para nivelar la parte superior del sue

lo, para eliminar los espacios de aire que deja al pasar un arado y también se aprovecha para cubrir las semillas pequeñas sembradas al voleo.

Existen dos tipos principales de rastras de dientes rígidos:



Dentro de esta clasificación se construyen también las destinadas a:

- .Rastras de tiro
- .Rastras de montaje en tractor.

Las rastras de bastidor flexible permiten que cada sección que sostienen -- los dientes tengan un movimiento vertical independiente lo que permite le-- vantarse para salvar obstáculos con mayor facilidad. Este tipo de rastra - se puede enrollar como una alfombra para su almacenaje o transporte.

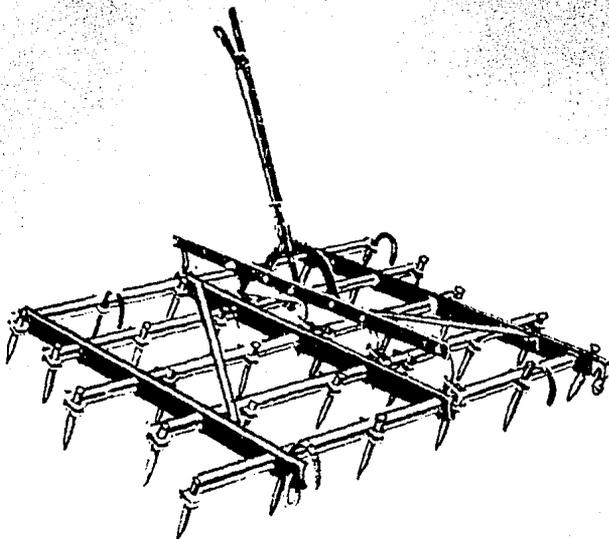


Fig. 3-27.

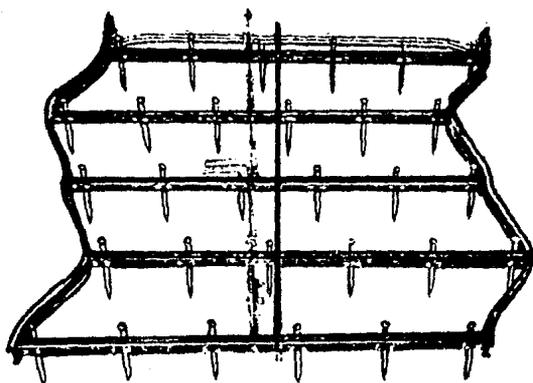


Fig. 3-28.

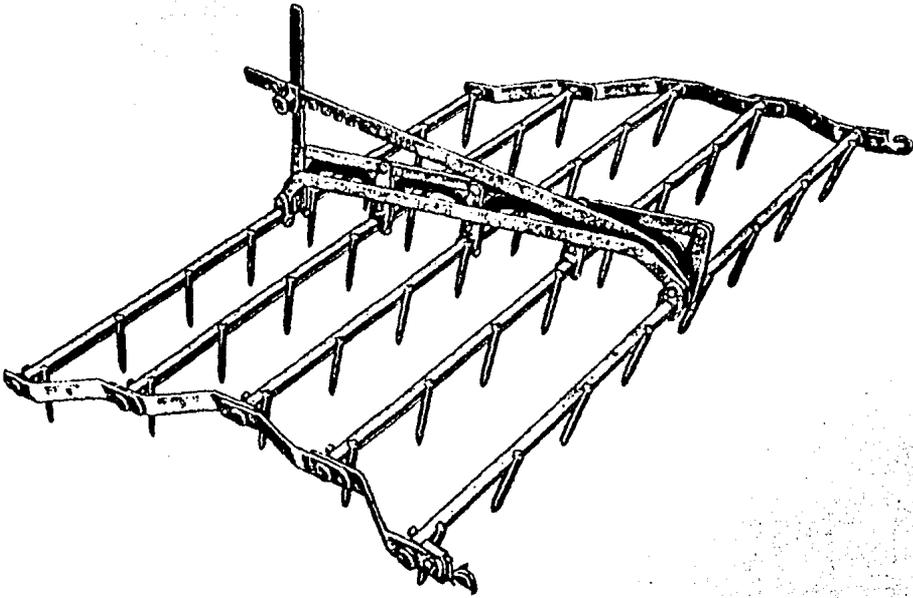


Fig. 3-29.

En las rastras de dientes con bastidor rígido se tienen extremos de una sola pieza que sostienen las barras de dientes y hacen que todos los dientes penetren a la misma profundidad (fig. 3-30).

Los anchos de trabajo normalmente varían de 2 a 4 m. para las rastras suspendidas al elevador; las rastras de tiro tienen posibilidad de anchura superiores a los 15 m., tipo plegables. La cantidad que se usa varía con la potencia disponible del tractor, por ejemplo una rastra de seis secciones puede pesar alrededor de 300 Kg. como el promedio de cada sección pesa aproximadamente 40 Kg. Una sección para trabajo pesado pesará hasta 68 Kg.

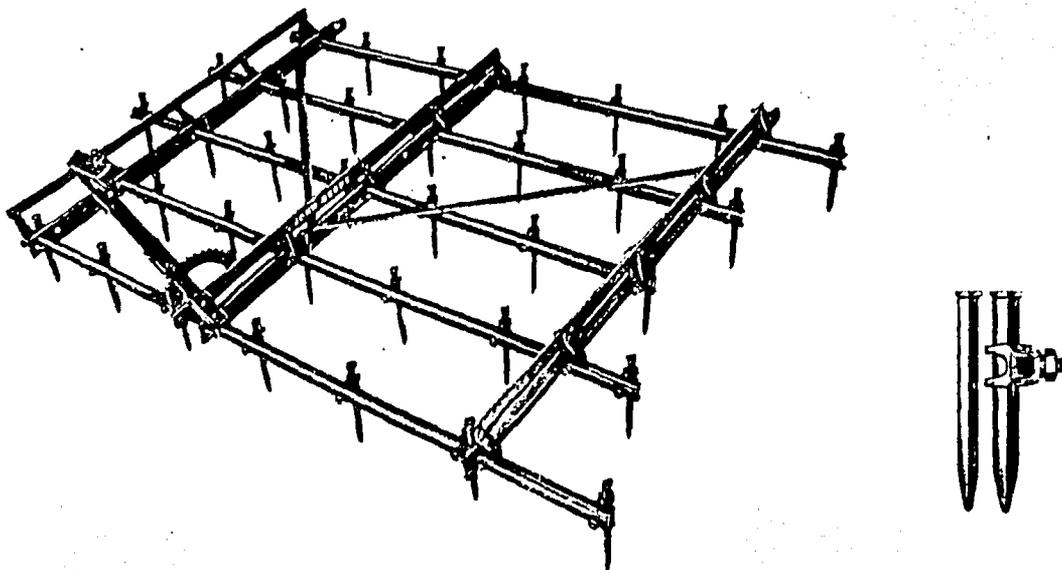


Fig. 3-30.

Las rastras de tipo de montaje en tractor tienen la ventaja de eliminar mucho el tiempo que se gasta en limpiar las rastras, porque es más fácil levantarla y librarlas de ramas, paja y hojarasca.

DIENTES Y BASTIDOR.

Casi todos los dientes rígidos poseen una forma romboidal o de diamante en su sección transversal (fig. 3-31), Sus dimensiones generales son de 16 x 22 mm., aunque hay algunos de sección casi cuadrada de 18 x 21 mm. El borde más angosto va montado en la dirección de avance al cortar el suelo. En varias rastras los dientes se pueden girar 180°, cuando se hayan desgastado la parte frontal de ellos.

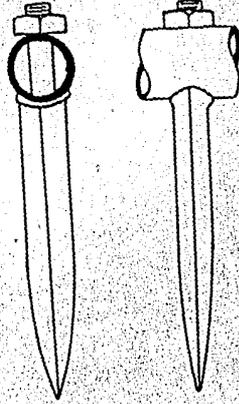


Fig. 3-31.

La separación entre dientes varía según se requiera un rastreo abierto o cerrado. La distancia normal es de 22.8 cm., que nos da una separación efectiva o de línea de 4.5 cm.

Para las rastras de dientes con bastidor rígido o flexible, se usan tres - principales sistemas de armazón. En la fig. 3-29 los extremos de las barras porta-dientes, se unen a travesaños laterales rectos que le proporcionan un aspecto cuadrado; por lo cual se le llama rastra cerrada de extremos cuadrados. En la rastra de la fig. 3-27 los extremos de las barras porta-dientes no están protegidos y pueden llegar a atorarse con obstáculos, a ésta se le denomina rastra de extremos abiertos. En la fig. 3-28 se muestra una rastra de extremos cerrados, pero a la vez curvados para su protección.

RASTRAS DE PUAS OSCILANTES Y GIRATORIAS.

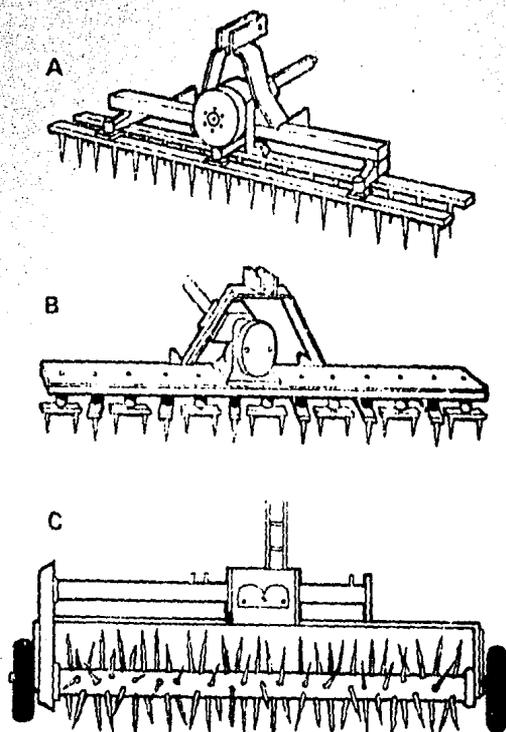
Otro modelo interesante es la rastra de dientes giratoria. Unas púas de los tipos descritos anteriormente están montadas sobre dos o tres bastidores -- (circulares o paralelos), montadas al conjunto del elevador hidráulico de -- tres puntos y trabajando a una ligera inclinación con respecto al suelo, que lo hace girar, evitando posibles enganchones y dejando una eventual cantidad de residuos más o menos acordonados.

Un tipo de rastra de púas que está utilizándose mucho últimamente es la grada de púas oscilante. Consta de dos o cuatro barras paralelas, provistas de dientes rígidos y movidos por la toma de fuerza del tractor en una forma alternativa. El trabajo efectuado en el terreno es muy bueno y no es necesaria una potencia de arrastre excesiva. Una rastra de este tipo, con dos barras - oscilantes de 4.30m. de anchura, trabajando en un suelo de regular consistencia a una profundidad de 18 cm., exige una potencia de alrededor de 60H.P.

Una variación de las rastras oscilantes, es la que lleva los dientes montados de dos en dos, sobre unos rotores que giran sobre un eje perpendicularmente al terreno, accionados también por la toma de fuerza (fig. 3-32). El movimiento alternativo de las púas ha sido sustituido por un movimiento giratorio que combinado con la velocidad de avance del tractor se consigue una magnífica preparación del terreno.

Fig. 3-32.

Se muestran distintos modelos de rastras accionados por la toma de fuerza del tractor. - El primer tipo, con movimiento oscilante, es del más utilizado.



RODILLOS.

Los rodillos son implementos relativamente sencillos que se emplean para dar un toque final a la cama de siembra. Puede ser imprescindible en aquellos casos en que el terreno haya quedado excesivamente esponjado y por lo tanto, conviene una compactación. Normalmente se le da una pasada al terreno antes de sembrar, para regularizar al máximo la capa superficial y otro pase posterior para hermanar perfectamente la semilla y favorecer una buena germinación.

Los rodillos se clasifican en:

RODILLOS	{	PULVERIZADORES (Fig. 3-33).
		MULLIDORES (Fig. 3 -34).
		COMPACTADORES (Fig. 3-35).

El mullidor es una variación del pulverizador y el pulverizador es la misma máquina que denominamos como compactador. Los tres pulverizan los terrones y aprietan las partículas del suelo en pequeños surcos, la diferencia estriba en que unos pulverizan más que otros.

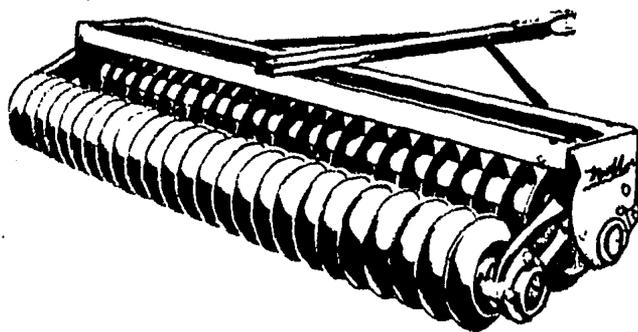


Fig. 3-33. Pulverizador en arreglo tándem

Fig. 3-34 Un mullidor.

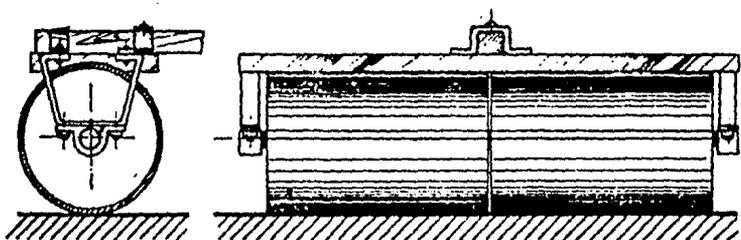
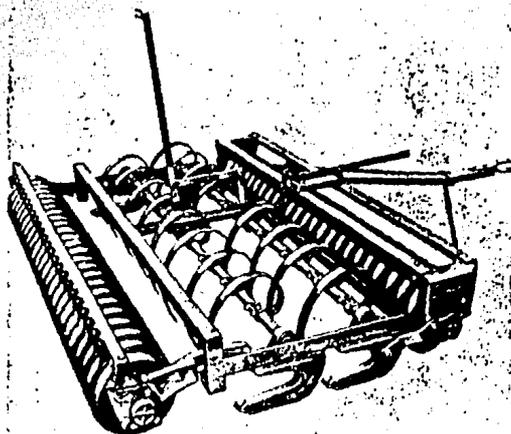


Fig. 3-35. Compactador de rodillo liso.

RODILLOS PULVERIZADORES Y COMPACTADORES.

Como podemos ver en la figura 3-33, los pulverizadores vienen en secciones sencillas y secciones dobles. Como el perfil de estas ruedas normalmente se fabrican en "V", al pasar sobre el terreno deja sobre éste una conformación de ondas por lo que también reciben el nombre de rodillos ondulados. -

Con frecuencia se instalan dos grupos, uno detrás del otro, descentrados en tre sí la mitad del espesor de una rueda, de tal manera que dejan la tierra cubierta de una serie de pequeños surcos, (fig. 3-36) ya que el grupo trasero corta los caballones a la mitad que dejó el grupo delantero sobre el terreno, produciendo así un mejor desmenuzamiento. Generalmente las ruedas del grupo trasero son menores que las delanteras, cuyos diámetros varían en tre 25 y 38 cm.

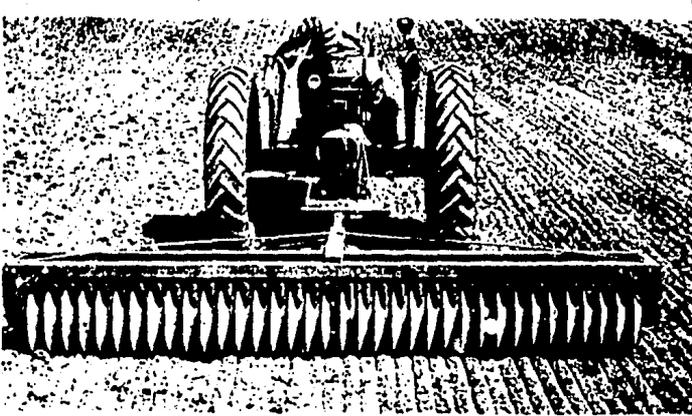


Fig. 3-36.

Se pueden conseguir ruedas con diferentes filos: con filo liso, con filo es triado o dentado y con filo ondulado (fig. 3-37). Las ruedas pueden girar- lo mismo con el eje o sobre el mismo, lo que le permite dar los giros en -- las cabeceras

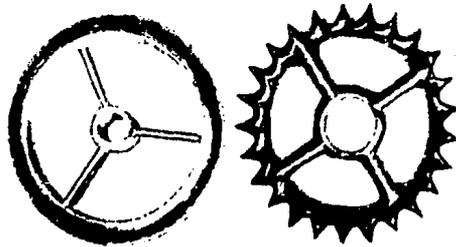


FIG. 3-37.

Si se utilizan únicamente grupos de ruedas lisas, este implemento se le conoce como compactadora. Si en los grupos se intercalan ruedas lisas con ruedas dentadas, se trata como un pulverizador. Tenemos que los compactadores no -- trabajan bien en suelos arcillosos y húmedos que los hace plásticos y adherentes, por lo que llegan a atascarse y llenarse de lodo. Para estas condiciones de suelos es conveniente trabajar con un rodillo pulverizador con ruedas dentadas y acanaladas tipo Crosquill (fig. 3-38).

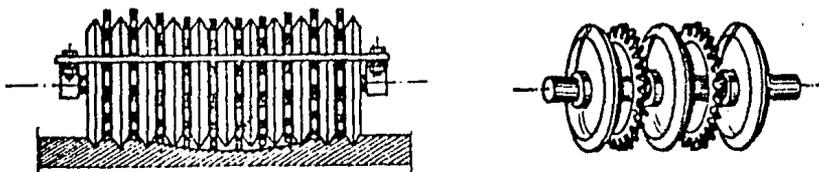


Fig. 3-38.

Rodillo pulverizador tipo Crosquill

El bastidor se construye generalmente con ángulo de acero en los travesaños con soportes de hierro fundido en los extremos.

Casi todos los cojinetes se hacen de madera impregnada en aceite. Como los ejes giran lentamente en esta máquina, este tipo es probablemente el más adecuado, resultando barato y fácil de intercambiar.

Existen también los rodillos compactadores provistos de azadones, conocidos también como compresores del subsuelo que constan de una serie de ruedas con sus bordes en "V" (fig. 3-39). Estas máquinas se montan detrás de un arado de vertedera para comprimir y apretar los prismas de tierra. Su perfil bicónico hace que las ruedas se entierren sin apisonar la capa superficial, pero compactando las capas inferiores del terreno.

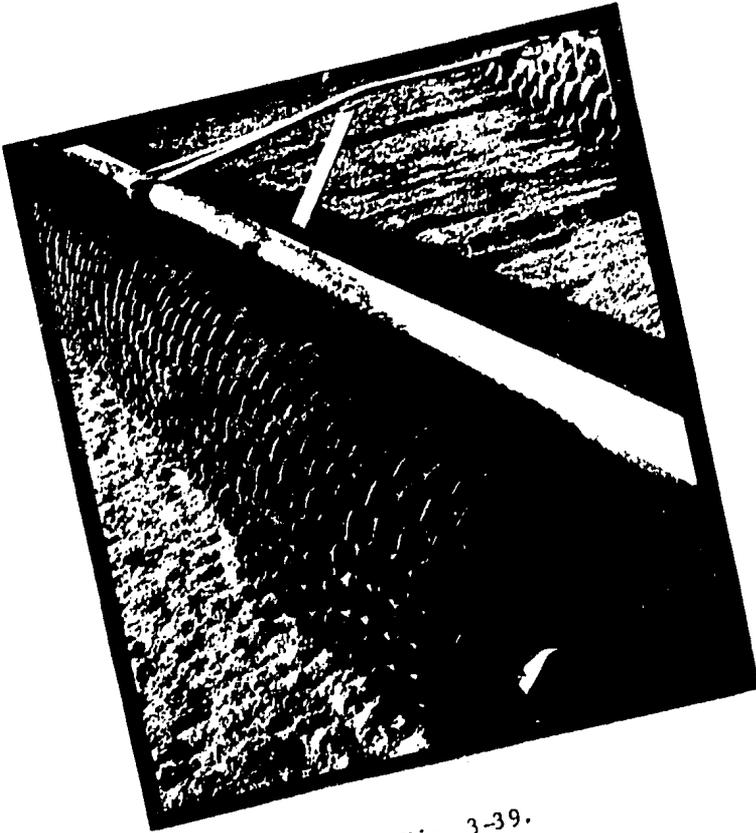


Fig. 3-39.

MULLIDORES.

En este tipo de equipos se combinan los rodillos pulverizadores con una ras tra de dientes flexibles al centro (fig. 3-34), constan de dos rodillos se-
parados entre sí algunos metros, entre los que se ha instalado una rastra -
de dientes, cuya misión es sacar los terrones a la superficie para ser pul-
verizados por el rodillo trasero.

En algunos casos se monta un equipo para sembrar sobre un pulverizador o so
bre un mullidor (fig. 3-40). Se puede dejar caer la semilla ligeramente --
adelante del segundo grupo de ruedas.

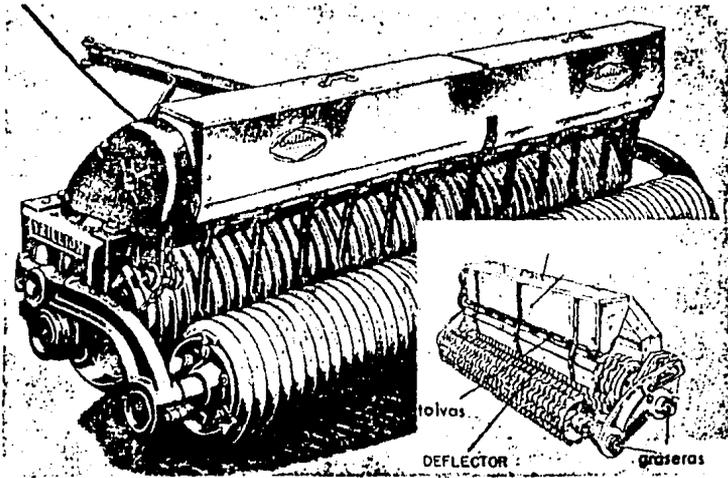


Fig. 3-40.

CAPITULO CUARTO

MAQUINAS SEMBRADORAS

El objetivo fundamental de cualquier operación agrícola, es el de obtener - el máximo rendimiento durante las cosechas. Esto es, que el agricultor reciba de las semillas que ha sembrado una buena germinación y la mayor parte - de ellas se transformen en plantas y produzcan frutos.

Existen por lo tanto varios factores que determinan la germinación y el crecimiento de las plantas, a saber:

- Calidad de la semilla plantada.
- Uniformidad en la siembra.
- Profundidad del sembrado.
- Tipo y características del suelo.
- Cubrimiento adecuado.
- Presión sobre y alrededor de la semilla.
- Temporada de siembra.

Otro factor muy importante durante la operación de siembra, es la velocidad del trabajo en función del tiempo. Cuando se trata de sembrar cantidades - considerables de terreno y si el tiempo que transcurre entre el inicio y la terminación es prolongado, las condiciones climatológicas que habíamos considerado como adecuadas, pueden llegar a variar y arruinar buena parte de - las cosechas. Es recomendable en este caso, decidirse por aumentar la velocidad de trabajo o bien la anchura de los implementos.

HISTORIA DE LAS SEMBRADORAS.

El método normal de siembra era hasta mediados del siglo XIX, el de esparcirir la semilla al voleo sobre un terreno previamente preparado y luego la - cubrían con una labor de rastreo. Las primeras sembradoras fueron de invento americano y por el año de 1825 se patentó lo que fué la primera sembradora para algodón y posteriormente en 1839 se le atribuyó a D.S. Rockwell la

patente de una sembradora para maíz. En 1860 se usó una sembradora de maíz que constaba de dos hileras para sembrar en cuadros patentada por M. Robbins, esta sembradora después trabajó automáticamente equipada con una cuerda con nudos y posteriormente con un alambre con botones amarrados. Para el año de 1890 se usó por primera vez el sistema de descarga acumulada en una sembradora.

La sembradora Lister la inventaron los agricultores de Missouri y de Kansas y se le conocía como sembradora-acamadora. En 1900 se empezó a equipar a las sembradoras con aditamentos para fertilizar. Después de que aparecieron los tractores tipo triciclo en el año de 1923, se comenzó a utilizar las sembradoras de montaje.

OBJETIVO DE LAS SEMBRADORAS.

Un equipo de siembra debe colocar las semillas a una profundidad predeterminada de acuerdo al tipo de semilla, clase de suelo, y el clima; debe espaciar las hileras o los cuadros de tal manera, que las mecanizaciones posteriores como la cosecha, no presente dificultades.

Las sembradoras depositan las semillas en hileras o al voleo, en terrenos sin surcar (siembra a nivel) y en el fondo de los surcos. La semilla se deposita uniformemente sobre los surcos o bien sobre los caballones (acamado), fig. 4-1.

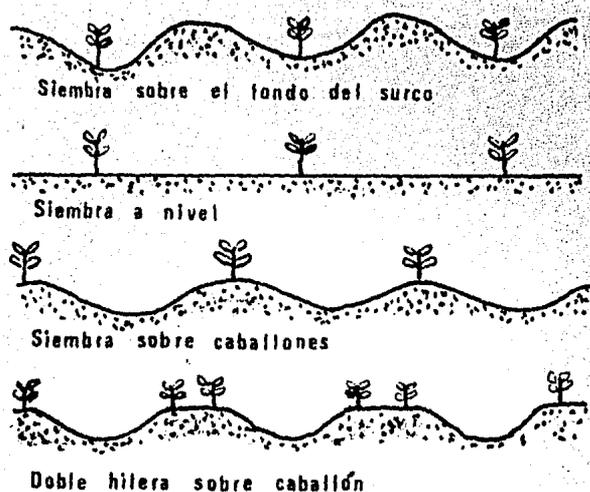


Fig. 4-1.

Con excepción de la siembra al voleo, una sembradora requiere en su trabajo de las siguientes funciones mecánicas:

- 1) Apertura del surco a la profundidad adecuada.
- 2) Dosificación de las semillas.
- 3) Depositar la semilla sobre el surco en una de las formas siguientes:
 - a) Distribución al azar (siembra al voleo).
 - b) Distribución continua sobre el surco (siembra en líneas).
 - c) Distribución precisa de las semillas dentro del surco (cultivo en hileras).
 - d) Distribución precisa de grupos de semillas dentro del surco (siembra en grupos).
 - e) Distribución precisa de grupos de semillas en líneas perpendiculares (siembra en cuadros).

Las formas de distribución mencionadas se muestran en la siguiente figura:

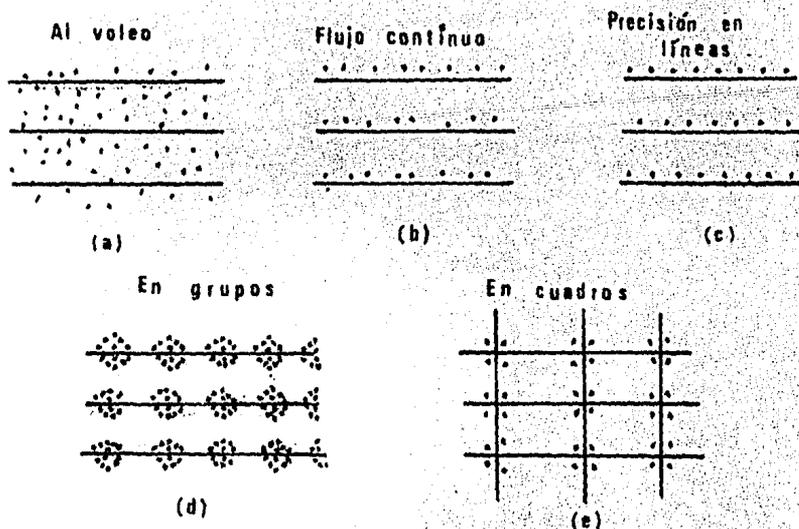


Fig. 4-2.

4) Cubrimiento de la semilla y compactación adecuada del suelo alrededor de la misma.

Los métodos de distribución más utilizables son: la siembra al voleo, la de flujo continuo y la de precisión en líneas.

La más importante ventaja que se obtiene con la siembra en cuadros, es la de permitir labores de cultivo perpendiculares entre sí, siempre y cuando el control químico de malas hierbas sea antieconómico en la zona.

CLASIFICACION DEL EQUIPO DE SIEMBRA

Se considera como equipo de siembra, a todo aquel mecanismo accionado por una fuerza mecánica exterior utilizada para colocar las semillas, trozos de ellas o plantas sobre el terreno para la producción y propagación de los cultivos.

Las sembradoras se pueden clasificar de dos formas:

A) Según sea el tipo de siembra que desarrollan:

- 1) Sembradoras de precisión.
- 2) Sembradoras de flujo continuo o en líneas.
- 3) Sembradoras al voleo.
- 4) Trasplantadoras de papas (plantadoras).

B) Según sea la forma de acoplarse al tractor:

- 1) Suspendidas de montaje frontal (acopladas entre las ruedas delanteras y las traseras).
- 2) Suspendidas de montaje posterior (acopladas al sistema de enganche de tres puntos o bien a la barra portaherramientas).
- 3) De arrastre o de tiro.

SEMBRADORAS DE PRECISION PARA EL CULTIVO EN HILERAS

Para el cultivo en hileras se necesitan sembradoras que estén diseñadas para colocar las semillas con una distribución precisa, permitiendo el acceso a posteriores labores de cultivo y conseguir un buen rendimiento en las cosechas.

Dentro de las sembradoras de precisión se cuentan también las sembradoras de maíz, las de algodón, de sorgo, de hortaliza, de remolacha y de judías. Siendo las más importantes y las que se tratarán con mayor detalle en este capítulo las dos primeras.

Estas sembradoras se clasifican también por la forma en que efectúan la distribución precisa de las semillas, a saber:

Sembradoras de precisión

- Sembradoras de precisión en líneas.
- Sembradoras para la siembra en cuadros.
- Sembradoras de semillas en grupos.

Las sembradoras en líneas o hileras, pueden colocar las semillas con una separación que va de 9 cm. hasta los 6.5m. aunque hay sembradoras especiales para semillas de guisantes que pueden colocarlas a cada 3 cm. de separación.

En este sistema, las semillas se colocan individualmente desde la tolva hasta un plato circular giratorio, que las deposita en los tubos de descarga - hasta caer por gravedad al fondo del surco (fig. 4-3). Una sembradora de este tipo es económica y puede llegar a sembrar hasta 24 ha./día, más del 50% si la siembra se hiciera con una sembradora en cuadros, que además permite hacer cortes más parejos durante la cosecha de maíz cultivado.

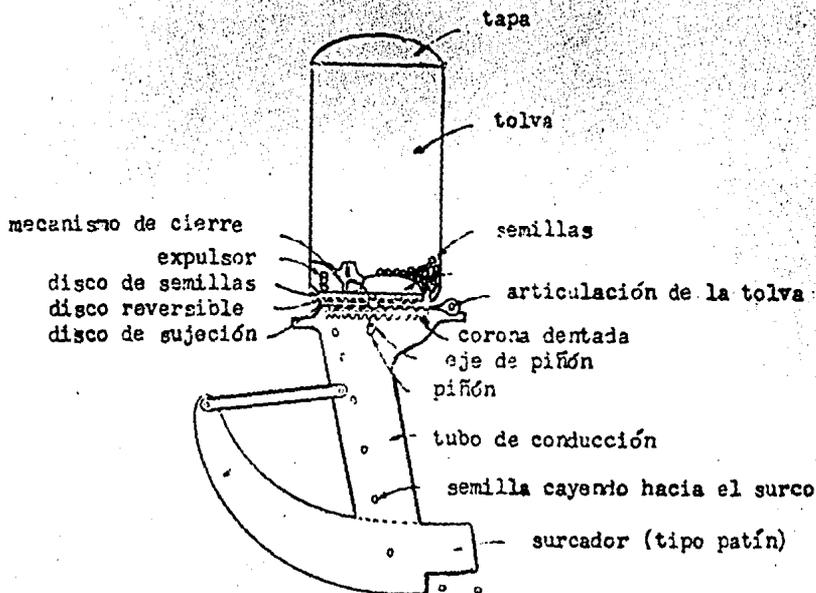


Fig. 4-3.

La sembradora para siembra en cuadros, proporciona hileras transversales de 0,90 hasta 1,20 m. de separación, que permite labores de cultivo cruzado y facilita el control de malas hierbas, principalmente en suelos húmedos. Este equipo puede funcionar como una sembradora en líneas si se dejan abiertas las válvulas de descarga (fig. 4-4).

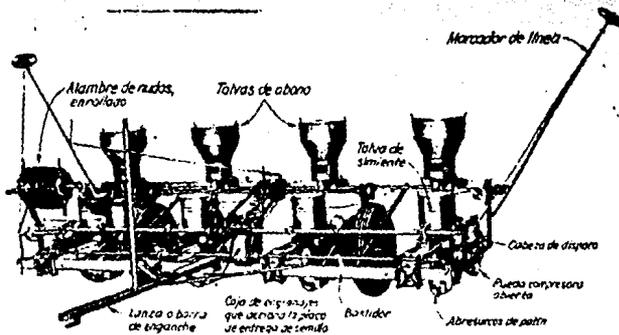


Fig. 4-4.

La operación de una sembradora en cuadros consiste en los siguientes pasos:

La fuerza de tracción es proporcionada por las ruedas de transporte. La rueda hace girar al eje, del que se toma el movimiento necesario para el árbol alimentador, mediante engranes o cadenas. El piñón del árbol alimentador hace girar el plato de la tolva; este mecanismo recoge la semilla de la misma manera que las sembradoras en hileras, pero después la semilla es acumulada en una válvula de doble compuerta (fig. 4-5), antes de que sean depositadas en el surco. Las válvulas son accionadas por un alambre con nudos equidistantes y con separaciones desde 0.75 hasta 1.20m. que está amarrado con estacas a las orillas del campo que esta sembrando (fig. 4-6). Conforme la máquina avanza los nudos del alambre accionan mediante un mecanismo disparador las válvulas de la bota de descarga, provocando la caída súbita de los granos al suelo. La principal desventaja de esta sembradora es el tiempo que se invierte en colocar los alambres y las estacas sobre el terreno.

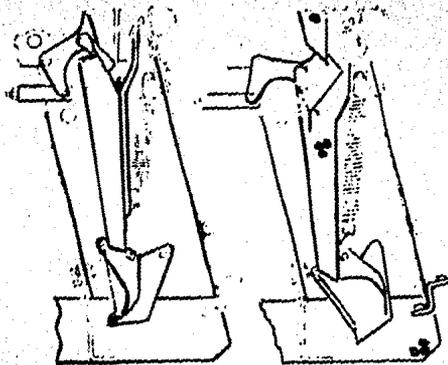


Fig. 4-5. Sembradora de precisión
con válvula de doble
compuerta.

Las sembradoras para la siembra en grupos utilizan un mecanismo de válvulas, cuyo accionamiento se lleva a cabo directamente de las ruedas (compresoras o de transporte), en lugar de un alambre anudado. Esto reduce grandemente el inconveniente que presentan las anteriormente descritas, por la pérdida de tiempo en el manejo de los cables y las estacas. Tanto las sembradoras en cuadros como las de grupos, están equipadas con válvulas que pueden ser:

- a) Válvulas de doble compuerta (fig. 4-5).
- b) Válvula rotatorias (fig. 4-7).



Fig. 4-6.

El mecanismo de válvula rotatoria permite una distribución de grupos de semillas más uniforme a velocidades de 8 a 10 Km/h. con un número menor de partes móviles del implemento.

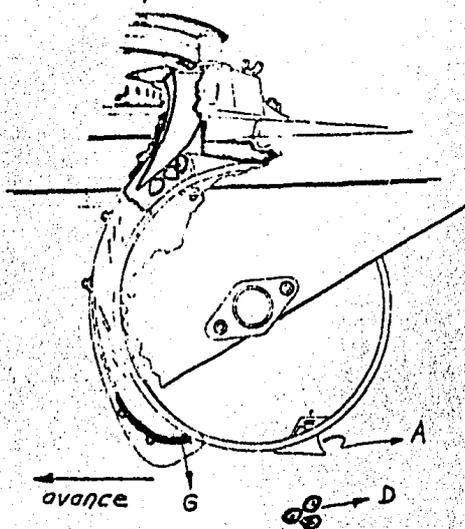


Fig. 4-7. Válvula rotatoria.

TIPOS DE MONTAJE DE LAS SEMBRADORAS.

Como se mencionó anteriormente se fabrican sembradoras con dos tipos de montaje: las de arrastre y las suspendidas.

Las de arrastre o de tiro, se pueden acoplar a cualquier tractor que cuente con la capacidad necesaria para jalar, es un tipo universal (fig. 4-4).

Dentro de las sembradoras de montaje estan las que se ubican en la parte central del tractor y las que se montan en la parte trasera del mismo.

Las sembradoras de suspensión central (fig. 4-8) son de fácil acoplamiento pues poseen orejas para adaptarlas al tractor, se colocan dos unidades, una a cada extremo y son especiales para la siembra en hileras, las hay de 6 y 8 líneas.

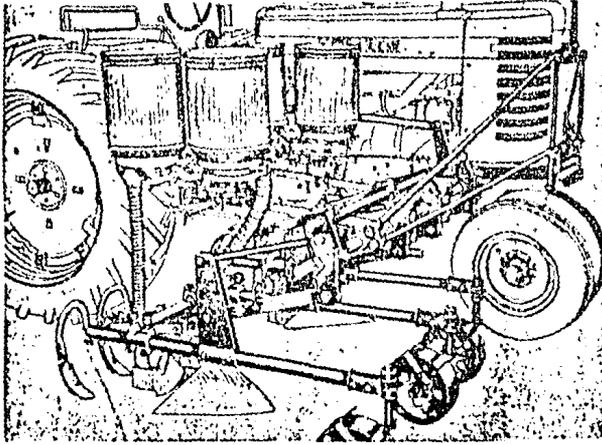


Fig. 4-8. Sembradora de montaje central.

Las sembradoras de montaje posterior, van directamente conectadas al enganche de tres puntos del tractor y poseen mecanismos de levante hidráulico -- (fig. 4-9), las tolvas y los surcadores se montan en barras portaherramientas, la energía necesaria para su movimiento; es proporcionada por la toma de fuerza del tractor o bien, por las ruedas compresoras mediante cadenas.

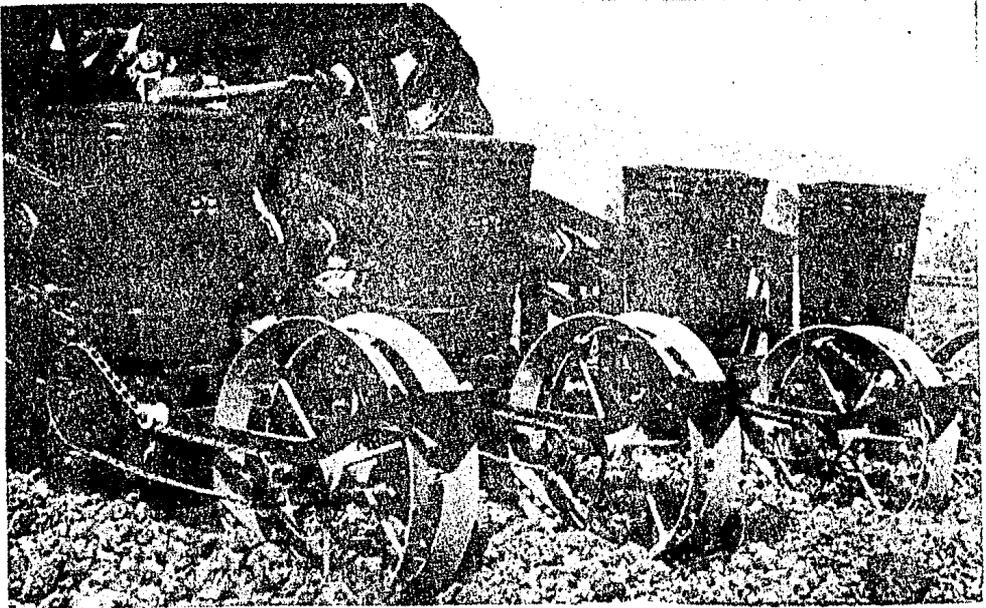


Fig. 4-9. Sembradora de montaje trasero.

COMPONENTES DE LAS SEMBRADORAS.

De la clasificación de sembradoras antes descrita, se puede afirmar que todas ellas poseen elementos que les son comunes, y estos son:

- 1) Tolvas.
- 2) Mecanismos de distribución de la semilla (dosificadores y alimentadores).
- 3) Sistemas de descarga.
- 4) Mecanismos de propulsión y transmisión.
- 5) Surcadores y tapadores.
- 6) Ruedas compactadoras.

TOLVAS.

Existen cuatro tolvas más conocidas que son: la tolva de una sola semilla - para algodón, la tolva de efecto invertido también para algodón, la tolva - Richmond especial para maíz y la tolva duplex.

Con las tolvas para una sola semilla, es requisito que a la propia semilla - de algodón, se le haya dado previamente un tratamiento con ácido para liberarla completamente de la pelusa que la cubre. El mecanismo de esta tolva toma la semilla de una en una y la distribuye con espaciamentos uniformes. Con discos apropiados, esta tolva sirve también para maíz y frijol. Se construyen generalmente de fibra de vidrio transparente o poseen un medidor para controlar el nivel de simiente.

Las partes componentes de esta tolva se muestran en la fig. 4-10 y son las siguientes:

- 1) Tolva
- 2) Fondo de la tolva (contiene a los mecanismos de cierre y expulsión).
- 3) Disco de las semillas.
- 4) Disco reversible.
- 5) Disco de sujeción.
- 6) Expulsor de rodillo.
- 7) Mecanismo de cierre.

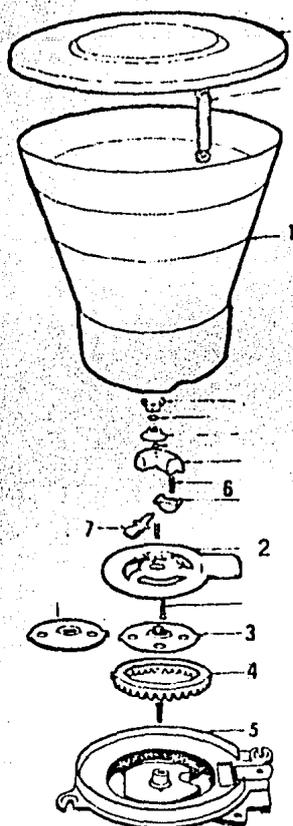


Fig. 4-10.

La descarga la realiza directamente al suelo o a una válvula rotativa.

La tolva de efecto invertido posee dos ruedas dentadas, una rueda está en posición horizontal girando cerca del fondo de la tolva, haciendo la función de agitador de las semillas, la otra rueda gira en forma vertical y opuesta a la otra rueda realizando el trabajo de dosificación, este arreglo se muestra en la figura 4-11. La rueda vertical aloja entre sus dientes la semilla que proviene de la rueda horizontal, descargando en el tubo de descarga o en una válvula rotativa según sea el tipo de sembradora. Este tipo de mecanismo produce un daño mínimo a la semilla, por lo que se adapta muy bien a semillas de algodón que no se le ha dado tratamiento para quitarle la pelusa. Sus capacidades van desde los 12 a 36 lts. de semilla.

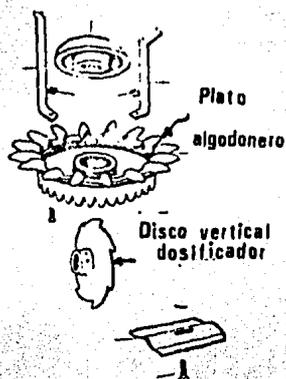


Fig. 4-11.

La tolva duplex se utiliza para todo tipo de semilla excepto para la de algodón. Tiene la propiedad de sembrar a la vez dos tipos de semillas (especialmente las que son frágiles) que depositan en diferentes surcos o juntas. La pared divisoria de esta tolva puede ser vertical u horizontal y produce también poco daño a la semilla, debido a que los discos se encuentran protegidos con una capa de recubrimiento.

Por último tenemos la tolva más común que es la tipo Richmond y se describe a continuación (fig. 4-4):

Se usa principalmente para maíz, pero también se pueden utilizar para semillas de tomate y habas, sus principales componentes son: el disco alimentador, el expulsor de semillas y los mecanismos de giro.

El disco alimentador que se considera como el más importante componente de la tolva Richmon, puede ser de tres tipos:

- 1) Discos de caída lateral (fig. 4-12).
- 2) Discos de caída plana (fig. 4-13).
- 3) Discos de caída en grupos (fig. 4-14).

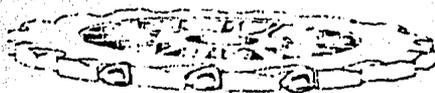
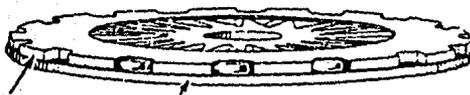


Fig. 4-12.



Disco de semillas Disco reversible

Fig. 4-13.



Fig. 4-14.

Los discos para caída lateral de la semilla dejan caer al surco una a una y clasificadas por tamaño, cada disco puede tener de 8 a 64 ranuras en su periferia siendo las de mayor número, los que se adaptan para semillas de tomate. En este tipo de discos, las semillas se colocan de canto una en cada celda. Es conveniente que las semillas se hayan seleccionado previamente por tamaños.

Los discos para caída plana, son adecuados para semilla achatada ya que la mayor parte de las semillas de maíz son de espesor bastante uniforme, la mayor variación ocurre con la longitud y el ancho del grano. Sus aplicaciones más frecuentes son para la semilla de maíz, soya y algodón previamente tratada con ácido.

Los discos para sembrar en grupos se usan bastante cuando las semillas tie-

nen medidas irregulares, pues sus celdas grandes dan cabida a 2 ó 3 semillas a la vez y proveen así una siembra en grupo por celdilla.

El mecanismo de giro del plato distribuidor, consiste de una corona dentada ubicada en la parte inferior de la tolva y tantos dientes como número de celdas tenga el plato alimentador. En algunos modelos, la corona puede tener -- dos o tres hileras de dientes para cambios en la velocidad. La corona dentada se mueve mediante la acción de un piñón vertical (fig. 4-15).



Fig. 4-15.

El dispositivo de expulsión de la semilla puede ser de gatillo, rodillo o en granaje. El expulsor de tipo rodillo puede ajustarse hacia el borde externo o hacia el centro del disco, dependiendo de la forma y tamaño de la semilla (fig. 4-16). Para los discos con celdillas de semillas abiertas en el borde del disco, el rodillo debe de colocarse de tal manera que el borde esté ubicado fuera del disco como en A. Para discos con celdas profundas, se coloca el rodillo de tal forma que el borde de éste quede hacia el centro del disco como en B.

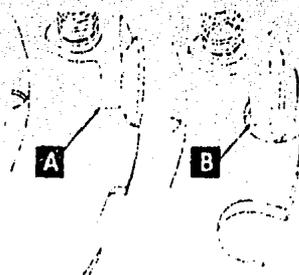


Fig. 4-16. Expulsor de tipo rodillo.

DISPOSITIVOS PARA DISTRIBUCION DE LAS SEMILLAS,

Los mecanismos para distribución de semilla, poseen generalmente un disco en movimiento con celdas en su periferia o algún arreglo para coger la semilla, levantarla y conducirla hacia el tubo de descarga. Los mecanismos más comúnmente usados en la agricultura son los siguientes:

- a) Distribuidores de plato horizontal.
- b) Distribuidores de plato oblicuo.
- c) Distribuidores de plato vertical.
- d) Distribuidores de correa.

El distribuidor de plato horizontal, es el ejemplo más común del tipo de celdas periféricas (fig. 4-17) como los enunciados para semillas de maíz.

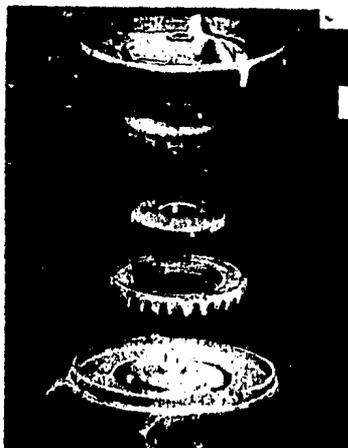


Fig. 4-17.

El distribuidor de plato oblicuo, tiene copas o celdas alrededor de su periferia que pasan a través del depósito de semillas debajo de una mampara perteneciente a la tolva (fig. 4-18). Este disco levanta la semilla durante el giro hacia la parte más alta y caen dentro de un tubo de descarga. Se emplea usualmente un cepillo estacionario que actúa como expulsor. Las semillas son manejadas con mayor cuidado que en un plato horizontal, debido a que no tiene expulsor de gatillo.

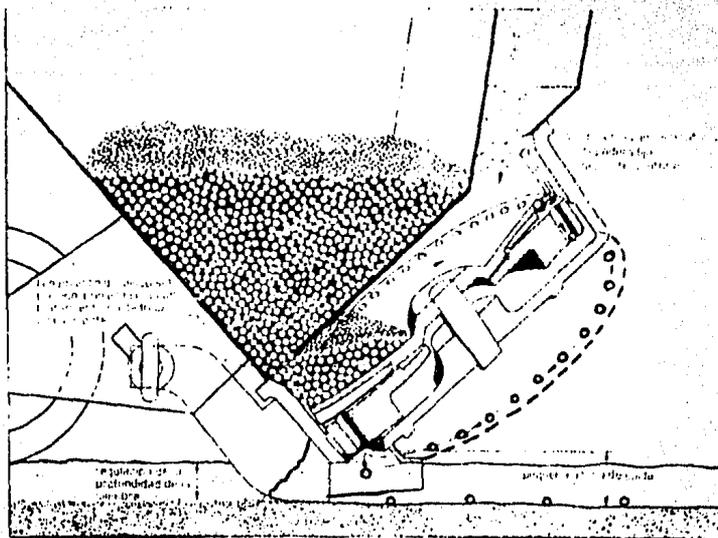


Fig. 4-18 Sembradora de precisión
con plato distribuidor-
oblicuo.

El distribuidor de plato vertical como el que se muestra en la fig. 4-19, - se utiliza con frecuencia para la siembra de precisión de semillas vegetales y remolacha. Algunos modelos no emplean botas para la descarga de las semillas, pues el rotor se instala lo más bajo posible para descargarlas directamente sobre el surco. Los platos verticales tienen disponibles también - copas unitarias para semilla, las cuales las toman del fondo del depósito, - la llevan desde la parte superior del círculo y la descargan durante el trayecto de bajada.

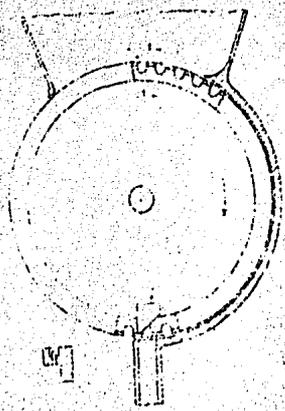


Fig. 4-19.

Otro tipo de distribución precisa, es el de correa o banda (fig. 4-20), consiste en una correa perforada o en ocasiones de una doble correa con determinado número de alveolos, que es arrastrada por el fondo de la tolva de semillas, de manera que los huecos se llenan con una semilla que es transportada hasta encontrar el agujero del tubo de descarga por el cual cae.

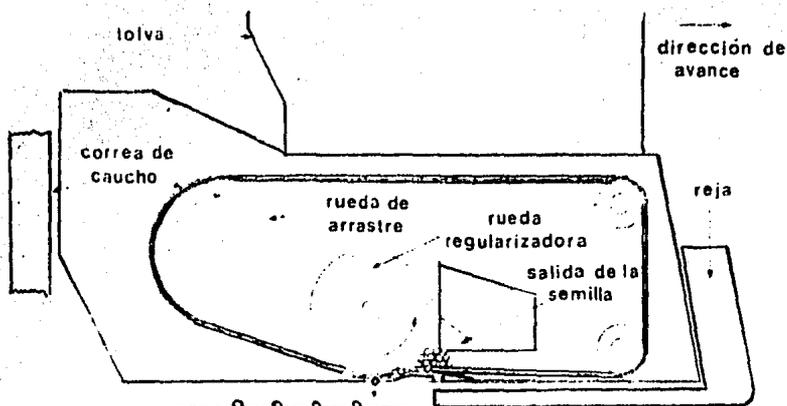


Fig. 4-20.

Otro sistema de reciente producción, es el de las sembradoras con distribu--

ción neumática de semillas (fig. 4-21). Una de las grandes ventajas que presenta este tipo de sistema es el dar un trato suave a la semilla, evitando roturas o magulladuras que pueden afectar bastante su poder germinativo. Su funcionamiento se basa en un plato distribuidor vertical con agujeros en su periferia, que durante su giro hace contacto por un lado con el depósito de granos y por el otro se ejerce una depresión creada por una turbina movida por la toma de fuerza del tractor, esta depresión succiona la semilla a través de unos pequeños agujeros hechos en una pared vertical intermedia, quedando adherida la semilla al plato durante su giro, hasta que en un determinado punto de la trayectoria cesa la succión y entonces suelta la semilla cayendo al canal de caída al surco. El costo de este equipo, solo se justifica cuando se tienen grandes explotaciones de terreno agrícola, pues es bastante elevado su valor de adquisición.

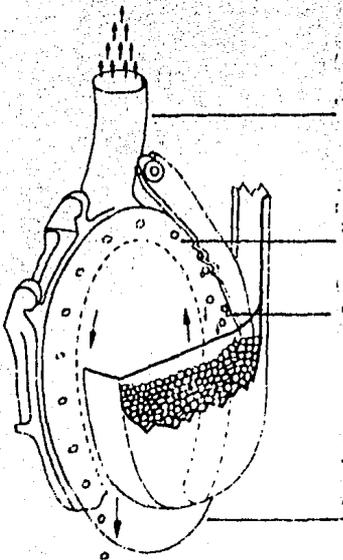


Fig. 4-21.

Funcionamiento de una sembradora neumática.

SISTEMAS DE DESCARGA.

Se tienen tres tipos de sistemas para la descarga de la semilla hacia el fondo del surco:

- a) Tubos de descarga de caída libre.
- b) Tubos con válvula de doble compuerta.
- c) Válvulas rotatorias.

Los tubos de descarga con caída libre conectan la tolva de semillas con los surcadores, conduciendo la semilla por gravedad al fondo del surco; es muy importante que estos tubos esten completamente lisos en su interior, con el fin de que se atenuen los rebotes de las semillas con las paredes internas y con la superficie del terreno; estos rebotes afectan el espaciado adecuado de las semillas (fig. 4-3).

Los tubos de descarga con compuerta doble (fig. 4-22), fueron diseñados para la siembra de precisión en cuadros, operando normalmente de 6 a 8 Km/h. Las válvulas se abren mediante mandos acoplados al mecanismo disparador, gobernado por los nudos del cable como se explicó anteriormente. Este dispositivo de descarga sufre mayor desgaste que una válvula rotatoria, debido a que posee mayor número de partes móviles trabajando cerca del suelo que podría ser abrasivo.

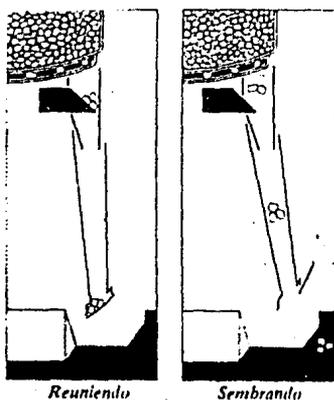


Fig. 4-22.

En las sembradoras para la siembra en grupos, es frecuente verlas equipadas con válvulas rotatorias para la descarga de semillas (fig. 4-7). Esta válvula consiste de un rotor de 15.3 cm. aproximadamente, con tres o cuatro pestañas (copas) montadas alrededor de su circunferencia. La semilla se acumula en estas pestañas y se vacían al llegar a su parte inferior por la acción de un fleje, las semillas se reagrupan antes de caer, evitando así que se dispersen los grupos. El rotor de esta válvula es movido por una cadena en sincronización con el giro del plato distribuidor (fig. 4-23).

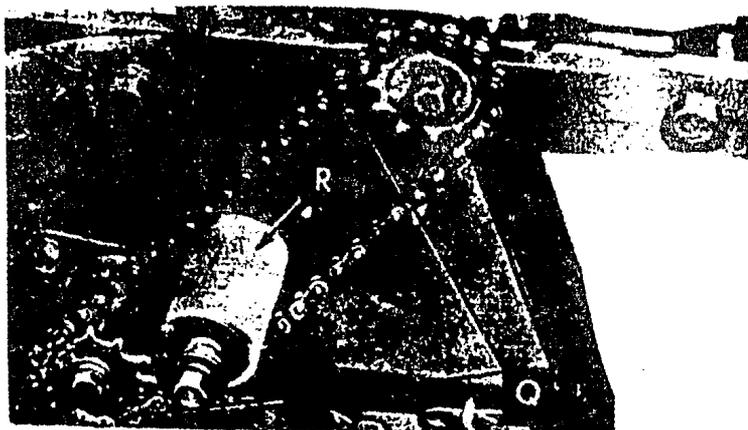


Fig. 4-23.

MECANISMOS DE PROPULSION Y TRANSMISION.

En la mayoría de las sembradoras de precisión, el movimiento de la tolva es transmitido aprovechando el giro de las ruedas de transporte o bien de las ruedas compactadoras para accionar los discos alimentadores de semillas, el mecanismo más común se ilustra en la figura 4-24.

Si se aplica tracción por ambas ruedas de transporte, se utiliza un sistema diferencial ubicado al centro del eje, o bien una rueda mueve una mitad de la sembradora y la otra el lado opuesto. Sobre los ejes transversales se montan embragues que permiten girar al eje en un solo sentido, su finalidad es la de compensar la diferencia en la velocidad al efectuar virajes o al haber patinamientos.

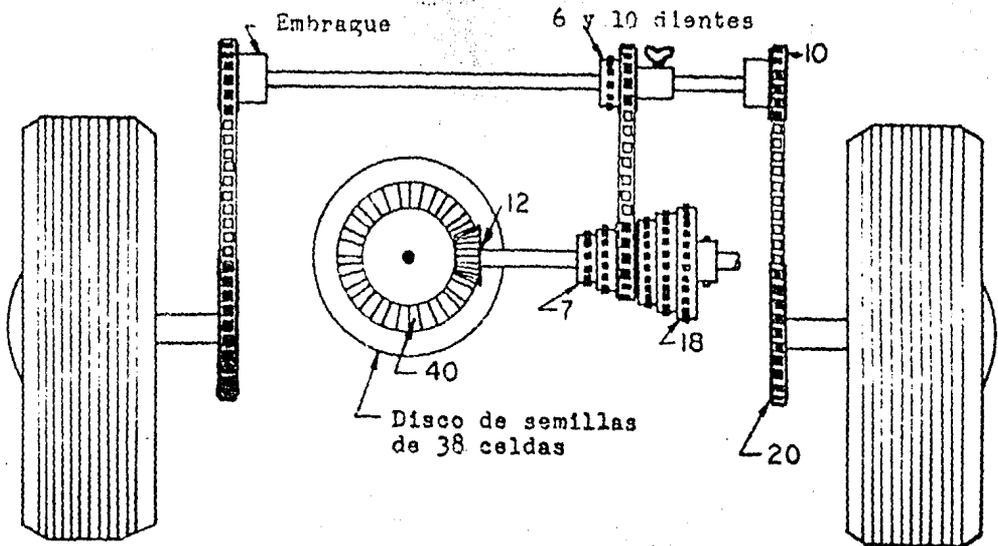


Fig. 4-24.

SURCADORES Y TAPADORES.

Dentro de los surcadores se cuentan los que siembran a profundidad variable y los que siembran a profundidad más o menos constante.

El surcador de profundidad variable es muy usado para la siembra de algodón, debido a que este tipo de semilla es delicada y con poca probabilidad de germinar. El diseño de este surcador permite depositar las semillas a profundidades distintas (fig. 4-25), permitiendo que al menos una semilla del grupo, obtenga buenas condiciones para germinar.

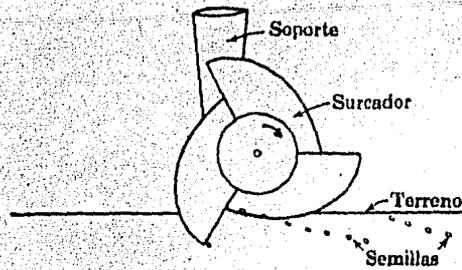


Fig. 4-25.

Surcador de profundidad variable.

Los surcadores de profundidad constante son los más usados, debido a la variedad de cultivos que puede trabajar (fig. 4-26) y son los que se mencionan a continuación:

- | | | |
|------------------------------|---|--|
| a) Surcadores de disco | } | sencillo (con o sin limpiador).
dobles (planos o cóncavos). |
| b) Patines (rectos y curvos) | | |
| c) Azadón. | | |
| d) Tipo Lister. | | |

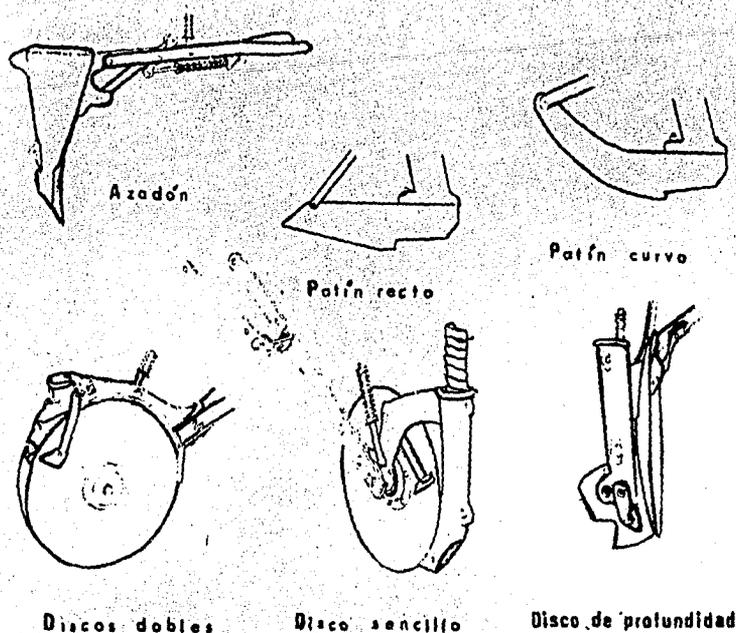


Fig. 4-26.

El surcador de disco simple es recomendable para terrenos duros y secos cubiertos de hojarasca en donde la semilla debe acamarse sobre suelo húmedo. Cuando van acoplados con una vertedera como aditamento, sujeta un costado del surco, permitiendo que la semilla penetre hasta el fondo del mismo.

El surcador de discos dobles se adapta bien para sembrar las semillas a una profundidad media o superficial, debido a que la penetración se puede controlar con mayor precisión con aditamentos como son los anillos limitadores de profundidad como se muestra en la figura 4-27. Los discos pueden ser planos o ligeramente cóncavos, el disco plano se usa especialmente para la remolacha. El disco cóncavo realiza un surco más ancho y se ajusta bien para suelos arenosos con hojarasca, es sensible a la velocidad de siembra debido a la curvatura de los discos.

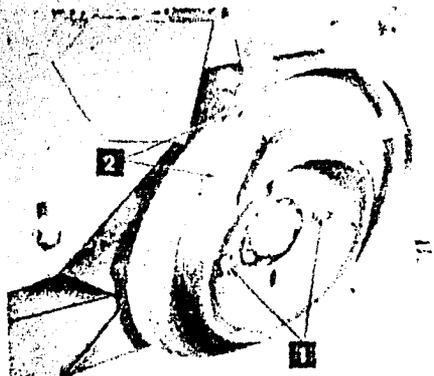


Fig. 4-27.

El surcador de patín recto, es un equipo normal en la mayor parte de las sembradoras de algodón y hortalizas. Las cuchillas abren el surco con poco movimiento de tierra, no posee partes móviles y no requiere mucho tiro del tractor. No se recomiendan para cortar la hojarasca. El surcador de patín curvo trabaja muy bien en suelos que han sido preparados previamente para la siembra, su punta levantada corre bien sobre la hojarasca.

El surcador de azadón se puede usar bien para suelos duros, arando convenientemente a través de la hojarasca. Cuando van equipados con resortes de seguridad, se puede usar para suelos rocosos o con raíces. Estos también se aprovechan para colocación profunda de semillas, si el suelo está relativamente libre de hojarasca.

El surcador de doble vertedera o tipo Lister, es conveniente para sembrar la semilla a relativa profundidad, dejando camellones para evitar pérdidas por erosión de agua y viento.

Los dispositivos tapadores del surco se dividen según su forma de trabajar: mediante la recolocación de tierra y por compactación de la misma.

Los tapadores de surco por recolocación de tierra pueden ser:

- Discos cubridores.

- Cuchillas tapadoras.
- Cadenas de arrastre.

Los discos cubridores se usan generalmente en combinación con las sembradoras tipo Lister (fig. 4-28), su concavidad se orienta hacia el surco, de tal manera que arrojen la tierra sobre las semillas colocadas formando un pequeño lomo sobre ellas.



Fig. 4-28. Discos cubridores.

Los tapadores de hoja o cuchilla se combinan usualmente con los surcadores de disco simple, se construyen con hojas de acero curvado accionadas por resortes que le permiten cubrir la semilla en condiciones de suelo firme (fig. 4-29).



Fig. 4-29.

Las cadenas de arrastre usadas como dispositivos para cubrir, sencillamente tapan la semilla en un suelo suelto y relativamente húmedo (fig. 4-30).



Fig. 4-30.

RUEDAS COMPRESORAS DE SEMILLA.

Actualmente se cuenta con varios tipos y diseños de ruedas compactadoras, - cada una para una aplicación específica, los modelos más generales son los que se muestran en la fig. 4-31. Los beneficios que presentan las sembradoras equipadas con ruedas compactoras son:

- Compactar el suelo sobre y alrededor de la semilla, facilitando así la capilaridad.
- Controlar y mantener a profundidad constante los surcadores.
- Proporcionar en algunos modelos el movimiento necesario a las unidades -- fertilizadoras montadas como aditamentos.

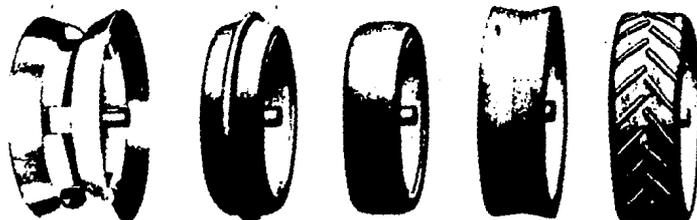


Fig. 4-31.

Las ruedas de llanta acanalada no comprimen el suelo que se encuentra sobre la hilera de semillas, evitando encostramiento del suelo en época de lluvias que impiden el brote de las plantas con facilidad. Este tipo de ruedas requieren el uso de dispositivos limpiadores para desprenderle la tierra que se le adhiere y conforma un perímetro irregular a su alrededor.

Las llantas recubiertas con hule, se usan en terrenos lodosos, ya que el caucho impide que la tierra se adhiera, manteniéndola por sí sola limpia de suciedades. Cuando estas ruedas son cóncavas o de presión nula central, se utilizan para semillas vegetales y algunos otros granos. La llanta se apoya firmemente formando una superficie convexa, comprimiendo el suelo a los lados de la semilla.

DENSIDAD DE SIEMBRA.

La densidad de siembra significa que la operación debe hacerse con determinada proporción de Kg. de semillas o número de plantas por hectárea, que reditúen un máximo rendimiento por cosecha.

Para la obtención de una densidad de siembra pronosticada, se deben cumplir tres condiciones básicas:

- La semilla debe ser uniforme en su tamaño.
- Los discos alimentadores se deben adaptar a la semilla seleccionada.
- Las relaciones de transmisión deben ser las apropiadas.

En condiciones medias, la densidad de plantas de algodón por hectárea sería de 100,000 a 120,000; mientras que para el maíz, una apropiada densidad sería de 37,000 plantas por hectárea, para mejores rendimientos.

La semilla que se utiliza debe comprobarse en cuanto a su germinación, pero no debe esperarse que en el campo germine el mismo porcentaje que en el laboratorio, por lo tanto, habrá que considerar un margen de error tomando en cuenta la mortandad en el campo.

ADITAMENTO PARA FERTILIZAR.

Con el fin de evitar excesivas pasadas al campo, produciendo demasiada compactación, se ha procurado siempre aumentar la anchura de trabajo y además realizar dos o más operaciones en una sola pasada, siempre que lo permita la fuerza de tiro del tractor. Por esto, a gran parte de las unidades de siembra se le han adaptado implementos adicionales para fertilizar conjuntamente con la operación de sembrado. El fertilizante se puede conseguir en tres formas:

- a) Líquido
- b) Sólido (polvo granular)
- c) Gaseoso.

El fertilizante en estado gaseoso se aplica por lo general durante el cultivo o el laboreo primario (fig. 4-32).

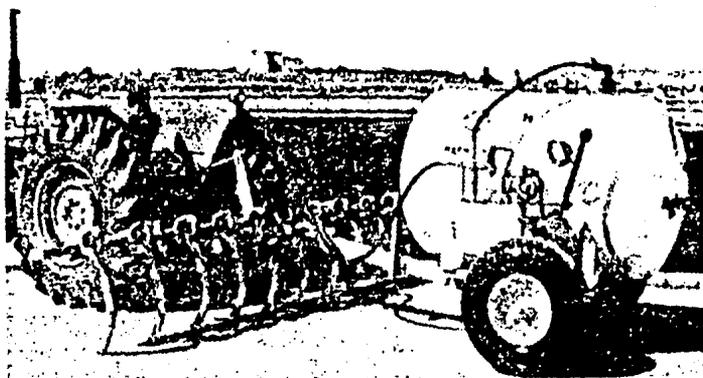


Fig. 4-32.

Aplicador de fertilizante gaseoso, amoníaco anhídrido.

El fertilizante como polvo granular, debe encontrarse completamente seco para poderse aplicar. El fertilizante se dosifica por medio de un tornillo sinfín (fig. 4-33), que mueve el polvo en forma espiral, empujándolo hacia los tubos de descarga que usualmente son del tipo flexible, para facilitar los desplazamientos laterales al aplicarlo sobre el terreno.

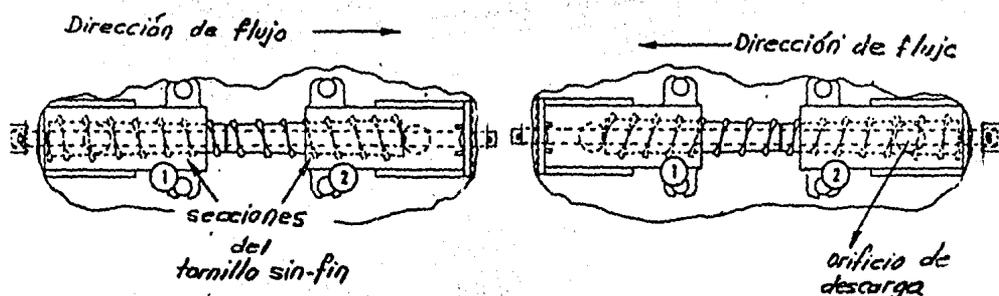


Fig. 4-33.
Dosificador tipo tornillo sin-fín.

Esta unidad coloca una hilera del fertilizante a uno o ambos lados del acamado de la semilla a una profundidad determinada (fig. 4-34).

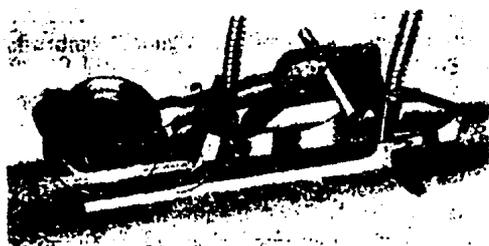


Fig. 4-34.

El fertilizante en estado líquido, se encuentra montado en la parte superior de la barra porta-implementos (fig.4-35), se compone de un cabezal dosificador, surcadores, una válvula de distribución y las mangueras de descarga. - La capacidad aproximada del tanque es de 100 lts./ surco. La aplicación depende del orificio del cabezal de distribución y de la velocidad de avance del apero, Es muy usado en las grandes explotaciones agrícolas, debido a su considerable ahorro en la mano de obra. La principal ventaja que se obtiene al usar el fertilizante líquido, es la del mejor aprovechamiento de las -- plantas (más rápido y más fácil).



Fig. 4-35.
Tanque de fertilizante líquido.

ADITAMENTO PARA APLICACION DE INSECTICIDAS Y HERBICIDAS.

En un implemento para dosificación de insecticidas, éste se aplica al mismo tiempo que la semilla. Se dispone de una banda de aproximadamente 20 cm. de insecticida, normalmente adelante de la rueda compresora (fig. 4-36), de la que se toma el movimiento por medio de cadenas para hacer girar un tornillo sinfín que actúa como dosificante. El insecticida se descarga por medio de mangueras de plástico o caucho hasta el surcador.

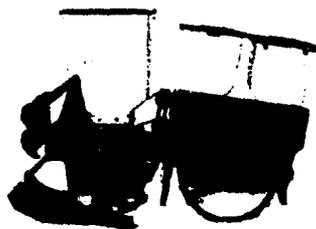


Fig. 4-36.

Cuando se piensa aplicar herbicida al terreno, los mejores resultados se obtienen cuando se coloca directamente detrás de la rueda compresora en con--

junto con la siembra (fig. 4-37). Por lo tanto, la tolva va montada detrás de la rueda compactadora, que también le transmiten su movimiento por cadenas o engranajes. Su densidad, dependiendo del tipo de herbicida varía entre 2 y 30 kg./ha., con una banda de aproximadamente 35 cm. de ancho por hilera; para eso se le debe instalar en lugar de un tubo de descarga, un difusor entre la salida de la tolva y el terreno como se muestra en la fig. 4-37.

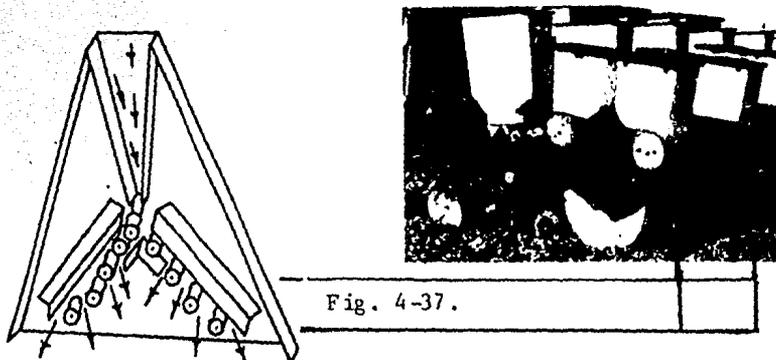


Fig. 4-37.

COMPONENTES PRINCIPALES DE LAS SEMBRADORAS

BASTIDOR.

El diseño de un bastidor consiste de travesaños de perfil angular o tubular donde se montan las tolvas. El armazón de una sembradora se ve reforzado - además por unas barras transversales para soportar los esfuerzos de torsión que generan los surcadores al trabajar. Los tubos de descarga se pueden desplazar lateralmente sobre el bastidor, para adaptar perfectamente espacio entre hileras. Para el montaje del implemento fertilizador, se dispone de otra estructura acoplada sobre el bastidor principal.

En las sembradoras de montaje frontal, el bastidor posee mordazas especiales para facilitar su montaje sobre el chasis del tractor, con este montaje se puede vigilar bastante bien el trabajo que se está realizando.

RUEDAS.

Normalmente el tamaño de las ruedas de carga o motrices, van desde los 25 hasta los 96 cm. de diámetro. Algunos fabricantes ofrecen sus sembradoras - equipadas con cuatro ruedas para mejorar su flotación, cuando se trabaja en

suelos muy sueltos. Todas las ruedas proporcionan movimiento a los aperos de siembra y poseen cada una de ellas un embrague.

MECANISMOS DE LEVANTE.

Las sembradoras de arrastre se pueden elevar mediante el uso de cables o con cilindros hidráulicos de mando remoto.

En casi todos los modelos, al levantar el equipo de siembra, automáticamente se desconectan los embragues de propulsión y levantan también los marcadores de terreno.

En las sembradoras de montaje posterior, el levantamiento se realiza por medio de cilindros hidráulicos, que forman parte del enganche de tres puntos.

MARCADORES.

Las sembradoras de precisión usualmente poseen marcadores que trazan una franja sobre el terreno al estar en posición de trabajo la sembradora, con el fin de que el operador tenga esta franja como referencia para la siguiente pasada lateral. Los marcadores de disco son los más comunes pues se llenan menos de tierra.

Para ajustar este componente, el marcador se baja al suelo cuando la sembradora esté en posición de trabajo y se ajusta su longitud de tal forma, que la distancia del centro del surcador izquierdo al borde del disco sea:

$$L = a + \overset{\text{ver}}{\text{separación entre líneas}} \text{ (fig. 4-38).}$$

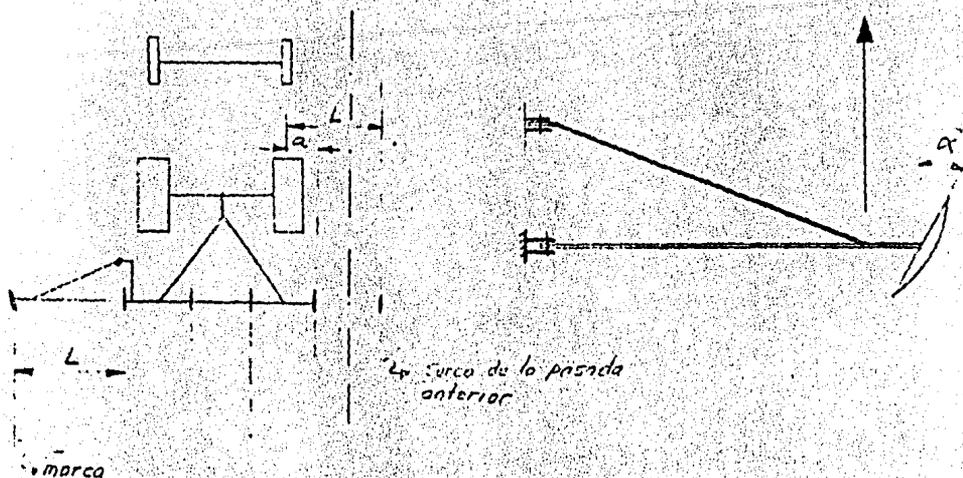


Fig. 4-38.

Donde:

a.- es la distancia desde el último surco de la derecha a la rueda del tractor.

Una vez que se ha ajustado el marcador con esta técnica, el operador deberá manejar su unidad de tal manera, que la rueda delantera derecha pase sobre la franja dejada por el marcador durante la anterior pasada.

EJES Y COJINETES.

Realmente las sembradoras necesitan de pocos puntos de apoyo críticos. La sembradora no se usa muchas veces al año, por lo que es probable que antes de que se acabe este equipo sufra de oxidación y/o corrosión.

El eje es sólido o hueco y gira en cojinetes de fundición templada, que son fácilmente reemplazables.

SEMBRADORAS DE FLUJO CONTINUO.

Las sembradoras de flujo continuo (a chorrillo) tienen como finalidad sembrar granos tales como: avena, trigo, centeno, cebada, alfalfa, frijol, etc.

Este implemento está diseñado para colocar los granos sobre el terreno en forma continua en surcos con poco espaciamiento y a una profundidad uniforme.

La sembradora de flujo continuo no permite la colocación de las semillas en grupo, o en cuadros, como lo hace una sembradora de precisión. La primera sembradora de este tipo que se tiene noticia data del año 1731, atribuida a Jethro Tull en Inglaterra; posteriormente se fabricaron en serie en 1860 en los E.U.A.

La sembradora de flujo continuo, lleva a cabo cierto tipo de labranza como lo es la pulverización y la compactación del suelo al trabajar, tapan la semilla y dejan un pequeño surco por línea para protegerla de la erosión. Cuando se tiene equipo para fertilizar como aditamento, esta sembradora puede aplicarlo simultáneamente con la semilla.

Las partes principales de que se componen son las siguientes (fig. 4-39):

- El bastidor (9)
- Ruedas de transporte y movimiento (4)
- Tolva (1)
- Mecanismo de distribución de granos (2).
- Tubos de descarga (3)
- Surcadores (5)
- Dispositivos cubridores (6)

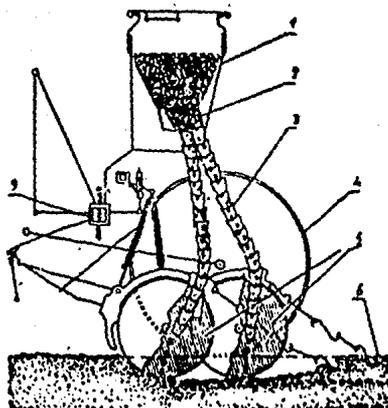


Fig. 4-39.

Las sembradoras de flujo continuo se pueden dividir en forma general:

- a) Remolcadas o de arrastre.
- b) Montadas o suspendidas.

La mayor parte de las remolcadas son soportadas por ruedas en sus extremos (fig. 4-40), que les sirven también para accionar los mecanismos dosificadores de la máquina. Se equipan con cilindros hidráulicos con mando a distancia que permiten alzar o bajar la sembradora sobre sus ruedas de transporte.

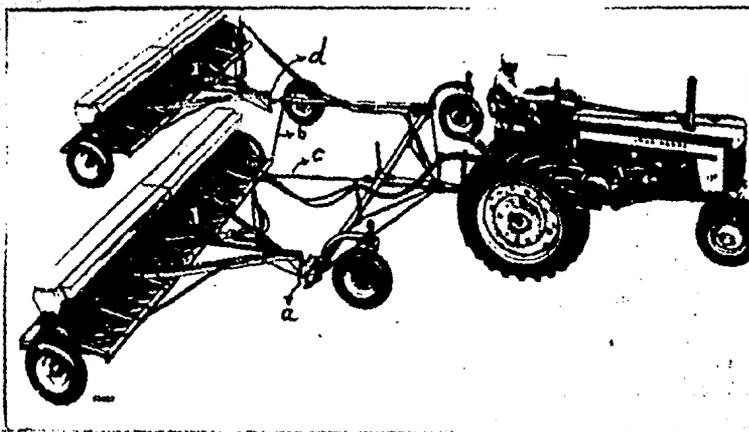


Fig. 4-40.
Sembradoras a chorrillo enganchadas en una barra múltiple.

Las sembradoras del tipo montadas o suspendidas, se acoplan al enganche de tres puntos del tractor y son parcialmente suspendidas por las ruedas compresoras en su parte posterior. En muchos modelos los alimentadores y otras piezas móviles son movidos por la toma de fuerza del tractor.

El tamaño de una sembradora de flujo continuo se reconoce por su anchura de trabajo en metros, que es función del número de surcadores y la separación entre las boquillas. Para obtener el ancho total del implemento se multipli

can el número de surcadores por la separación entre boquillas (distancia entre dos boquillas consecutivas expresada en cm.).

Las sembradoras con un número impar de boquillas, están equipadas con surcadores del tipo azadón o de discos dobles, que no producen esfuerzos laterales al bastidor. Las sembradoras con surcadores de disco simple deben poseer un número par de boquillas, con los surcadores orientados una mitad hacia un lado y la otra mitad hacia el extremo opuesto, con el fin de que se compensen los esfuerzos originados.

MECANISMOS DE ALIMENTACION.

Existen dos tipos de dispositivos de alimentación de grano o dosificadores, que son:

- 1) Cilindro acanalado.
- 2) Dosificador con doble boquilla.

CILINDRO ACANALADO.

El dosificador de cilindro acanalado (fig. 4-41) es el más sencillo de los dos y el que más se emplea, debido a que se puede ajustar con más precisión y adaptarse a diferentes densidades de siembra, es más sencillo en su limpieza y mantenimiento. Consta de un cilindro acanalado de hierro fundido normalmente con doce pestañas (1), que gira conjuntamente con un eje cuadrado (8), dentro de un alojamiento (7), la parte superior de este alojamiento va unido al fondo de la tolva de granos, en su parte inferior se encuentra la compuerta o persiana ajustable (4) que permite alojar diferentes tamaños de semilla. La cantidad de grano sembrado se varía con el desplazamiento lateral del cilindro acanalado dentro del alojamiento (se varía la superficie expuesta a la conducción de semillas, variando de esta manera la densidad de siembra); la densidad de siembra es también una función directa de la velocidad de rotación del cilindro.

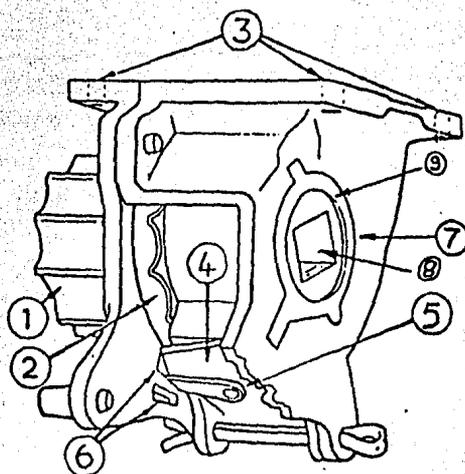


Fig. 4-41.

Cuando el cilindro acanalado gira en sentido contrario a las manecillas del reloj (según fig. 4-42a) se dice que el dosificador trabaja con alimentación inferior. Cuando lo hace en el sentido de las manecillas del reloj el dosificador trabaja con alimentación superior (fig. 4-42b). En algunos modelos que siembran semillas frágiles, la dosificación con alimentación superior resulta con un menor daño a los granos.

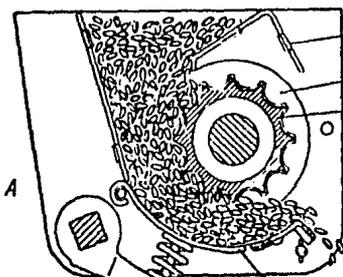


Fig. 4-42a.

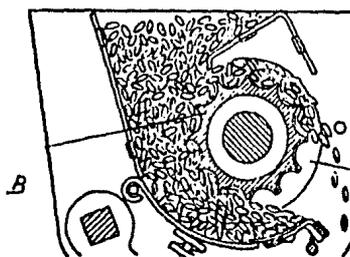


Fig. 4-42b.

DOSIFICADOR DE DOBLE BOQUILLA

Para la siembra de semillas más grandes como las de chícharo, maíz y frijol,

se utiliza el dosificador de doble boquilla, que como en el dispositivo anterior existe un dosificador por cada surcador (fig. 4-43). La rueda del dosificador divide al alojamiento en dos partes, que le sirven para darle variedad a la distribución de la semilla. Por un lado de la rueda se dispone de una profundidad interna mayor y un número menor de pestañas, permitiendo con esto alojar semillas de mayor tamaño como el frijol, maíz, etc. Por el lado opuesto se tienen mayor número de pestañas con menor profundidad para semillas de menor tamaño (avena, trigo, centeno, etc. fig. 4-44). Las costillas ayudan a expulsar las semillas de la tolva y a conducir las hacia los tubos de descarga. Las ruedas alimentadoras se montan sobre una flecha larga y cuadrada que hace girar el mecanismo de dosificación. Se coloca también una compuerta a cada lado de la rueda alimentadora y la pared del receptáculo, la abertura de esta compuerta se gradúa por medio de una palanca de control externa (fig. 4-44), la posición de esta compuerta está indicada por muescas numeradas por el exterior

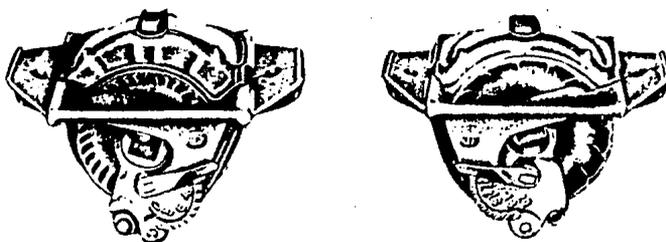
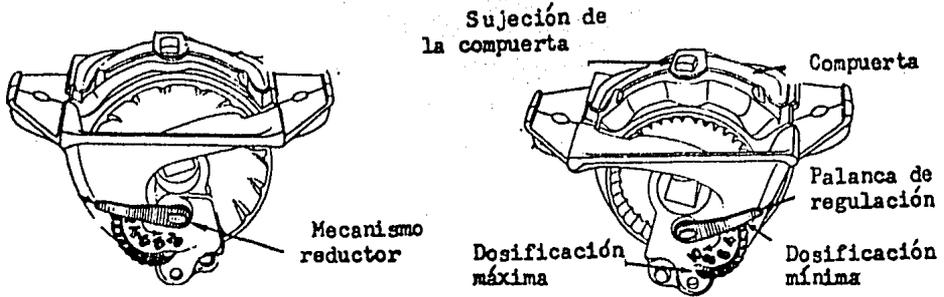


Fig. 4-43 Dosificador con doble boquilla.



Mitad para semillas grandes
y medianas.

Mitad para semillas pequeñas

Fig. 4-44.

De esta manera, con el mecanismo de doble boquilla, se tienen cuatro formas para graduar una apropiada densidad de siembra:

- 1) Mediante la elección adecuada del lado de la rueda alimentadora que se recomiende para cada tipo y tamaño de grano.
- 2) Cambiando la velocidad de rotación de la rueda mediante el acoplamiento de engranes y ruedas dentadas (fig. 4-45). Este mecanismo consiste de -- una corona dentada con varias hileras de dientes y un piñón desplazable sobre la corona. Si se engranan los dientes de este piñón en posiciones distintas sobre el engranaje cónico, se puede lograr que el piñón gire a mayor o menor velocidad. Este mecanismo se aloja normalmente dentro de una caja en baño de aceite (fig. 4-46).

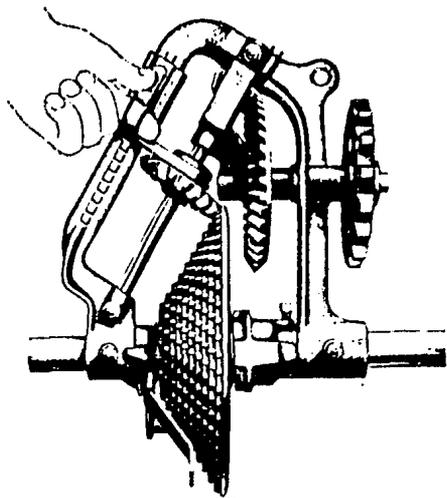


Fig. 4-45

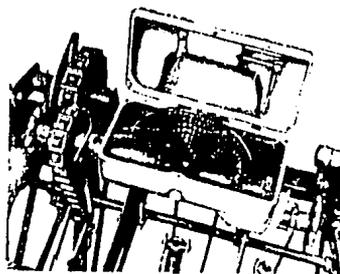


Fig. 4-46.

3) Cambiando la abertura de la compuerta de alimentación de la copa.

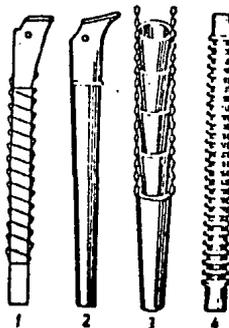
4) Usando reductores acoplados bajo la rueda alimentadora.

TUBOS DE DESCARGA.

Estos tubos conducen la semilla desde el mecanismo de alimentación hasta los surcadores, se disponen de cuatro tipos de tubos de descarga (fig. 4-47):

- 1) Tubos de espiral
- 2) Tubos lisos de caucho
- 3) Embudos superpuestos
- 4) Tubos de goma corrugada.

Fig. 4 - 4 7.



El tubo en espiral es bastante flexible, pues se pueden comprimir, estirar o doblar, dentro de ciertos límites pues pueden llegar a aparecer huecos entre cada espira dejando escapar las semillas,

Los tubos de caucho liso son livianos y económicos, su inconveniente sería el de su longitud que es fija.

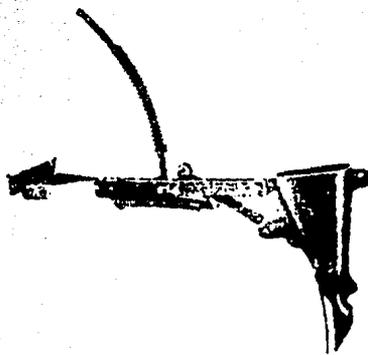
El tubo con embudos superpuestos es posible comprimirlo o estirarlo hasta cierto punto, pero únicamente trabaja bien en posición vertical. Se emplea generalmente para conducir fertilizantes minerales.

El tubo de goma corrugada posee también buena flexibilidad (compresión, estiramiento y doblado). Se adapta muy bien para la descarga de semillas y fertilizantes minerales.

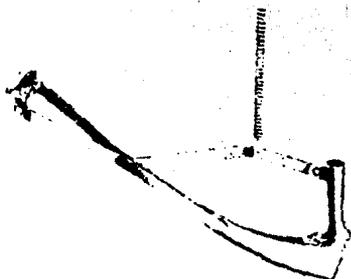
SURCADORES.

En las sembradoras de flujo continuo, se utilizan cuatro tipos básicos de surcadores o abresurcos (fig. 4-48):

- 1) Azadón o bota corriente
- 2) Patín (recto y curvo)
- 3) Disco sencillo
- 4) Disco doble.



Azadón (1)



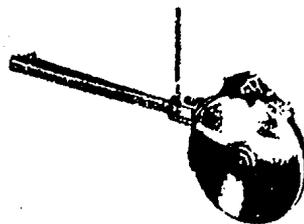
Patín (2)



Disco sencillo (3)



Disco de penetración profunda
(3)



Disco doble (4)

figs. 4-48.

El abresurco de azadón tiene forma de un cuerno y son tubos de sección ovalada que terminan en punta en el fondo y son más anchos en la parte superior para facilitar su acoplamiento a los tubos de descarga. Se usan en suelos duros y rocosos donde se requiere buena penetración.

Los surcadores del tipo patín, se utilizan para terrenos que han sido bien-trabajados, sueltos y libres de hojarasca. Es muy empleado para la siembra del maíz, algodón y hortalizas debido a que permite una profundidad uniforme. Este surcador consta de un borde curvo o recto puntiagudo, el cual abre un surco lo suficientemente ancho para permitir que el extremo inferior del tubo de descarga llegue hasta el fondo del surco.

El surcador con disco sencillo, permite buena penetración en suelos con hojarasca. Existe un tipo especial de abresurco utilizado para penetración profunda usado en terrenos muy áridos, donde se requiere abrir un surco lo bastante profundo para que la semilla encuentre la humedad necesaria, además produce camellones que ayudan a conservar el suelo y agua como protección para plantas jóvenes perjudicadas por erosión eólica.

Para aquellos suelos que han sido bien trabajados y se encuentran libres de hojarasca, se recomienda una sembradora equipada con surcadores de doble --

disco por hilera, que proporciona una colocación más uniforme de la semilla. Consiste de dos discos planos (o ligeramente cóncavos), juntos por el frente y separados por detrás, colocan las semillas en dos hileras por los bordes que quedan en el surco. Son excelentes cuando hay necesidad de sembrar a mucha velocidad y en grandes extensiones.

DISPOSITIVOS CUBRIDORES.

Aun cuando algunos implementos de siembra no disponen de ningún aditamento para cubrir la semilla, sino que dependen exclusivamente de la gravedad para devolver hacia el surco la tierra que ha sido removida; también muchos requieren de un aditamento para tapar las semillas depositadas sobre el surco. Se pueden usar de varios tipos:

Los más comunes son las cadenas tapadoras de arrastre (fig. 4-39), que consta generalmente de seis u ocho eslabones por cada hilera detrás de cada surcador, empujando un poco de tierra hacia la semilla.

Si se requiere de una acción algo más efectiva que las cadenas, se emplea en su lugar un aditamento con soleras de acero lastrado (fig. 4-49) que además poseen la ventaja de que sirven también para nivelación de terrenos.

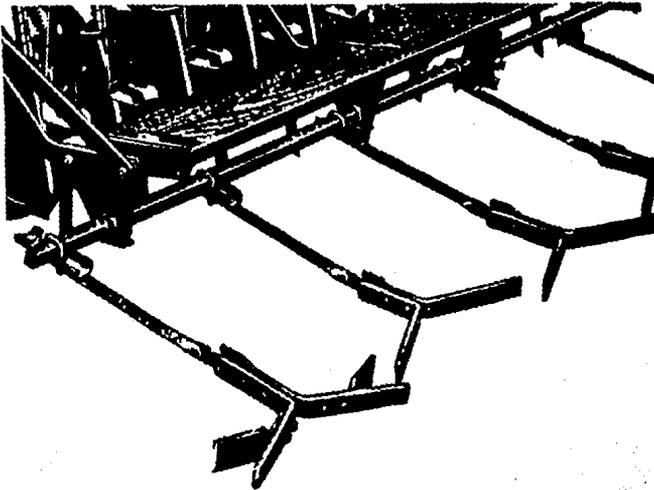
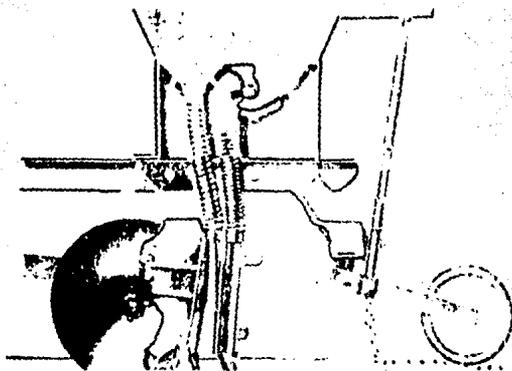


Fig. 4-49

Las sembradoras con ruedas en los extremos, a menudo se equipan con ruedas compactadoras, utilizadas para afirmar el suelo alrededor de la semilla- (fig. 4-50) cuando se trata de sembrar en suelos muy áridos, con el fin de conformar una costra y aminorar la resequedad producida por el viento. Las ruedas compresoras pueden aprovecharse para darle movimiento a los mecanismos de medición y soportar una parte del peso de la sembradora, en cuyo caso se les denomina sembradoras compresoras de flujo continuo.

Fig. 4 - 50.



TOLVA DE SEMILLAS.

Las tolvas para alojar las semillas deben ser construídas de chapa metálica, aunque también se hacen de madera y de gran capacidad. La tapa de un tolva debe cerrar herméticamente para impedir el paso del agua de lluvias. Al fondo de la tolva van instalados los mecanismos dosificadores (uno por cada --surcador) anteriormente descritos (fig. 4-51). en muchos modelos de sembradoras se equipan como aditamento una división en la tolva para dar cabida -- también al fertilizante (fig. 4-52), el diseño de esta tolva posee una mampara articulada, que permite o no la aplicación del fertilizante. La posición en "N" se emplea para dosificar semilla y fertilizante al unísono. La posición en "R" no se está aplicando abono, por lo que se aprovecha un máxi mo de su volúmen para la carga de semillas, aunque también se utilizan para dosificar bajas densidades del fertilizante.

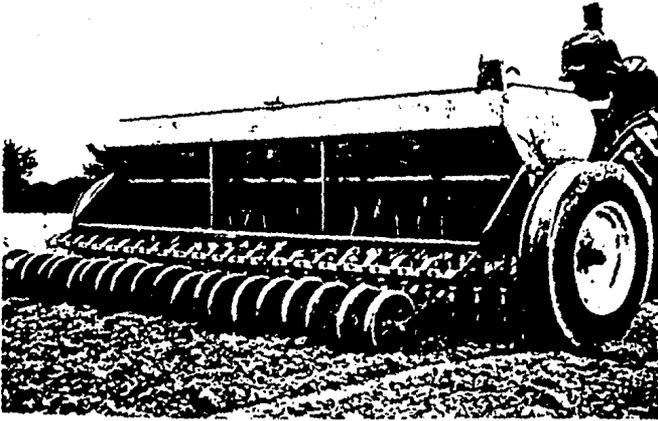


Fig. 4-51.

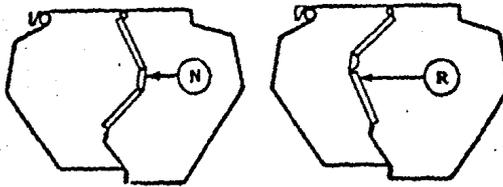


Fig. 4-52.

Tolvas para fertilizante y semillas.

RUEDAS DE TRANSPORTE.

La mayor parte de las sembradoras a chorrillo, están dotadas de ruedas colocadas a ambos extremos sobre el eje principal. se tienen sembradoras que -- también aprovechan sus ruedas compresoras como apoyo. Ambos tipos impulsan a los dispositivos dosificadores por medio de cadenas o engranajes. Estas -- ruedas extremas deben ser altas, con el fin de proporcionar espacio libre a las sembradoras cuando trabajan en suelos irregulares, por lo cual son rela-- tivamente caras.

BASTIDOR.

El bastidor por lo general se construye de perfil de acero con alto contenido de carbono, bien reforzado en las esquinas con cartelas, especialmente si el bastidor está remachado o atornillado. Es requisito que el bastidor sea lo suficientemente fuerte para soportar esfuerzos de torsión y evitar deformaciones que desajustarían el implemento o desalinearían los cojinetes y los ejes.

CUENTAHECTAREAS.

Este dispositivo en realidad se trata de un planímetro (fig. 4-53) que le sirve como referencia de la superficie que ha sido sembrada. Si el operador tiene el control de la cantidad de semilla en la tolva y el número de hectáreas que ha sembrado, puede realizar un cálculo aproximado de su densidad de siembra.

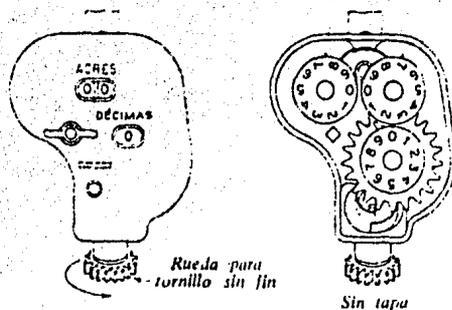


Fig. 4-53.

CALIBRACION DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA.

En muchas ocasiones la sembradora no trabaja con mucha precisión, aun cuando el dispositivo de medición se haya colocada correctamente. Unas veces se siembra más de lo que indica el cuentahectáreas y otras veces menos.

El mejor sistema para calibrar una sembradora consiste de los siguientes pasos:

- 1) Calzar la sembradora y procurar que se encuentre lo más nivelado posible.
- 2) Llenar la tolva de semillas.
- 3) Ajustar el regulador del distribuidor, conforme el tipo de semilla y la densidad de siembra que se desee.
- 4) Calcular el diámetro de la rueda de transporte para obtener la longitud que desarrolla en cada revolución ($L = \pi \times D$).
- 5) Medir la separación entre dos surcadores contiguos, para después multiplicar esta cantidad por el número de abresurcos, obteniendo así el ancho efectivo de siembra.
- 6) Se debe colocar una bolsa para acumular ahí la semilla teóricamente sembrada.
- 7) Se adopta un determinado número de revoluciones para la rueda de transporte, y hacerla girar a mano con una manivela.
- 8) Una vez desarrolladas las vueltas, se multiplica su número de vueltas por la longitud de desarrollo de la rueda. El resultado a su vez, se multiplica por el ancho de siembra de esta manera se obtendrá la superficie sembrada.
- 9) Por último, se pesa el grano recibido en las bolsas, multiplicando este peso (en kg.) por 10,000 y dividiendo por la superficie (en metros cuadrados) obtenida anteriormente, se tiene entonces la densidad de siembra en kg. de semilla por hectárea real.

Si este valor coincide con el que se ha seleccionado anteriormente, significa que la sembradora se encuentra bien calibrada; en caso contrario, se debe calcular entonces la desviación o el error en que incurre el implemento, para hacer una revisión en los mecanismos de dosificación o en cualquier otro componente que esté causando esta imperfección.

SEMERADORA FERTILIZADORA DE FLUJO CONTINUO.

Cuando se acopla como aditamento una unidad para fertilizar el campo al mismo tiempo con la operación de siembra, el implemento se denomina sembradora

para abonar. Sus componentes como son la tolva, dispositivos de alimenta---
ción, y los tubos de descarga, son similares a los que se han estudiado pre-
viamente para las sembradoras.

El fertilizante se puede aplicar por un tubo especial para su descarga y en
banda separada de la hilera de semillas. También puede ser transportado a -
través del mismo tubo de semillas, empleando el mismo surcador.

Al fondo de la tolva del fertilizante se encuentran los mecanismos de dosi-
ficación, que pueden ser de cuatro tipos:

- 1) Rueda dentada
- 2) Agitador de fondo
- 3) Banda conductora
- 4) Tornillo sinfín.

El dosificador de rueda dentada es el dispositivo más común para aplicación-
del fertilizante. Se trata de un mecanismo revolvente de rueda dentada que-
arrastra el abono hacia la compuerta de abertura variable, y de ahí llega -
hasta los tubos de descarga (fig. 4-54). Este diseño se adapta para sembra-
doras de precisión y las de flujo continuo.

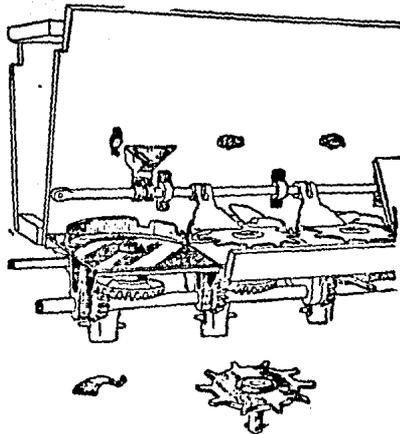


Fig. 4-54.

El agitador de alimentación por el fondo, gira lentamente en la parte inferior de la tolva, mientras una placa deflectora de posición variable, gradúa el fertilizante hacia los tubos de descarga (fig. 4-55). Se utiliza en algunas sembradoras para maíz.



Fig. 4-55.

El dosificador de banda conductora, consta de un agitador espiral y de una banda que conduce el fertilizante desde el fondo de la tolva, pasándolo por una compuerta de altura variable hacia los tubos de salida (fig. 4-56). Este mecanismo se usa cuando se requiere aplicar grandes proporciones de fertilizante por hectárea.

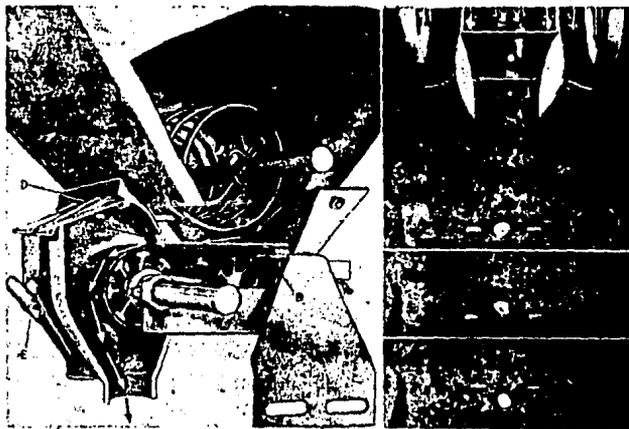


Fig. 4 - 56,

Por último, se tienen los dosificadores de tornillo sinfín (fig. 4-57). La tolva posee un orificio por cada abresurco, con un tornillo de forma helicoidal, que al girar está transportando el fertilizante hacia las proximidades de los orificios. Su densidad de aplicación depende exclusivamente de la velocidad de rotación del tornillo sinfín.

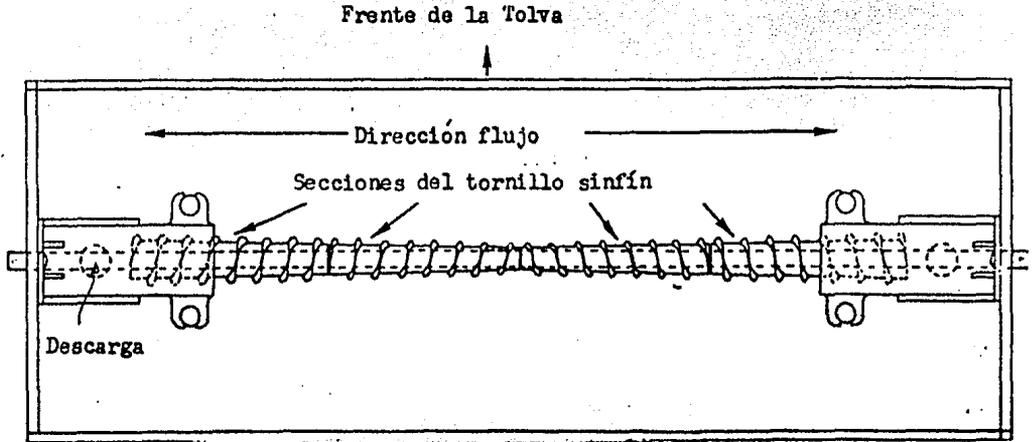


Fig. 4-57.

La construcción de una tolva de abono debe ser tal que impida el paso del agua, además los materiales y la pintura deben ser resistentes a la acción química del fertilizante. El tamaño de la tolva debe guardar cierta proporción con la tolva de granos, con el fin de que tengan los mismos tiempos de llenado.

SEBRADORAS AL VOLEO.

Probablemente la siembra al voleo es el procedimiento más antiguo y sencillo, además de económico, de esparcir la semilla. La siembra al voleo mecanizada es relativamente más precisa y con mayor rapidez que una siembra ejecutada a mano. La semilla puede ser distribuida mediante mecanismos dispersores de acción centrífuga, con sembradoras de tipo goteo, donde sus aberturas están regularmente espaciadas a lo largo de su tolva (similares a las -

de flujo continuo sin abresurcos); también puede ser distribuida mediante helicópteros o aeroplanos. La aplicación desde un aeroplano se considera como una acción de siembra al voleo y como tal se utiliza para la siembra -- del arroz, tréboles y otras más. Está equipado con un tubo especial para la semilla, la cual sale al exterior por la parte posterior del avión y tiene cuerpos curvados que permiten extenderla sobre una zona más amplia.

Si la semilla que ha sido sembrada requiere ser cubierta, entonces se realiza como una operación posterior por separado, generalmente con una rastra -- de dientes.

La sembradora de acción centrífuga al voleo, provee un método eficiente y -- económico en la siembra de algunos granos pequeños y semillas de pastizales. Es particularmente útil para terrenos que son pequeños, húmedos y de configuración irregular, o que poseen obstrucciones en su superficie. La semilla es dosificada desde la tolva a través de una abertura ajustable con un agitador encima de ésta, o algunas veces con una rueda estriada, que gira de -- 500 a 1000 rpm (en ocasiones más rápido) y distribuye la semilla como resultado de su fuerza centrífuga. El ancho de trabajo que llegan a cubrir va de los 6 hasta los 15 m., dependiendo de las características físicas de la simiente (tamaño, forma densidad, etc.), la velocidad y altura de los dosifi -- cadores. La distribución no es tan uniforme como en la sembradora de flujo continuo, pues la capacidad de una operación al voleo se ve muy afectada -- por la acción del viento.

PLANTADORA DE PAPAS.

Una operación muy similar a la siembra clásica es la que realiza una plantadora de papas. Se habla de una plantadora y no de un equipo de siembra convencional puesto que no se está trabajando con semillas o granos, sino lo -- que se está colocando sobre el suelo son tubérculos o trozos de estos. Las papas generalmente nacen de pedazos cortados del tubérculo, aunque las pa -- pas pequeñas son plantadas algunas veces sin cortar.

Existen dos tipos básicos de mecanismos de entrega para las plantadoras: el

sistema automático y el semiautomático,

La plantadora de papas con sistema automático (fig. 4-58), tiene una rueda vertical con brazos cogedores dispuestos en forma radial con mecanismos que penetran y sujetan un solo trozo de tubérculo y lo dejan caer al pasar arriba del surco.

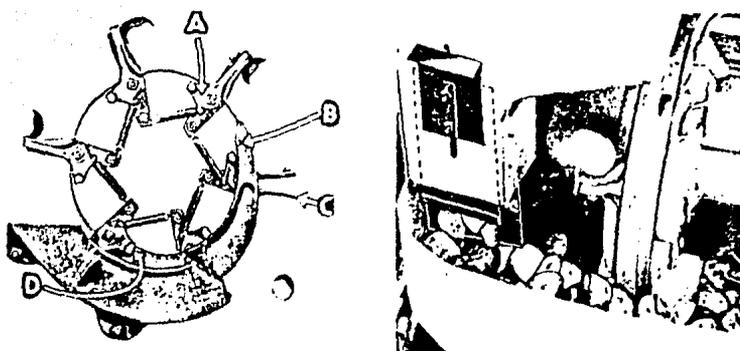


Fig. 4-58.

Cada brazo o dedo de la rueda cogedora, tienen dos pasadores agudos que penetran en el pedazo de papa que se encuentra en el depósito (D) y lo traslada hacia el frente, entonces lo suelta al pasar sobre el surco (C). Para evitar una velocidad excesiva de los brazos de sujeción a mayores velocidades de plantación (por ejemplo a 8 km/h), se montan dos ruedas por cada hilera con seis u ocho dedos por cada una. La posición de las agujas sobre cada cabeza es ajustable para permitir el acoplamiento de varios tamaños de tubérculos. El espaciado de estos tubérculos sobre el suelo, se controla mediante la relación de velocidades entre las ruedas de transporte y la rueda cogedora.

Existe otro sistema para la distribución automática de papas que consiste de una cadena equipada con cangilones o paletas que atraviesan la tolva cargando los tubérculos uno a uno y trasladándolos hasta la descarga por la parte delantera (fig. 4-59). En este mecanismo se dispone de unos pequeños

cepillos que evitan que puedan quedar dos papas en una misma paleta. También existe un sistema para evitar fallas, es decir, que actúa en caso de que un cangilón haya avanzado vacío, consiste en un palpador que hace funcionar a su vez un dispositivo corrector con una tolva auxiliar que llena este espacio vacío. La separación entre golpes se gradúa por la velocidad de la cadena mediante un cambio en la relación de engranajes, similar al de las sembradoras.

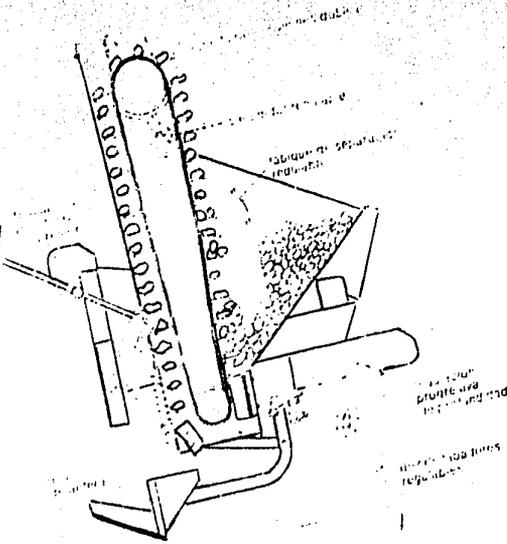


Fig. 4-59

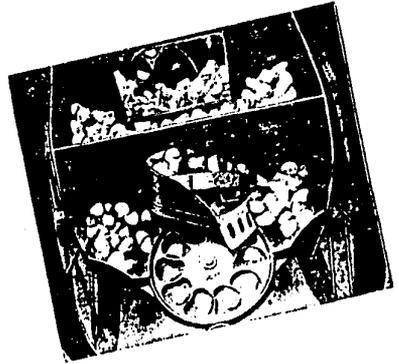


Fig. 4-60.

En los sistemas semiautomáticos, deben estar asistidos continuamente por un operario, pues su mecanismo está sujeto a muchos defectos en su operación. Consiste de una rueda elevadora que transporta los tubérculos a través de un tubo alimentador, hacia los compartimentos de un disco distribuidor giratorio en posición horizontal (fig. 4-60). La distancia entre dos trozos de tubérculos sobre el surco, se varía cambiando el disco alimentador que puede tener de 10 a 18 compartimentos según sea la elección.

CAPITULO QUINTO

EQUIPO PARA LA DESTRUCCION DE MALAS HIERBAS

Las malas hierbas representan grandes pérdidas para los cultivos, es por eso que los agricultores deben destruirlas y para ello realizan las siguientes acciones:

- 1.- Cuidados culturales o de cultivo.
- 2.- Empleo del fuego.
- 3.- Uso de productos químicos.

CUIDADOS CULTURALES O DE CULTIVO.

Los cuidados culturales son operaciones que consisten en utilizar implementos capaces de remover el suelo a escasa profundidad, de tal manera, que las hierbas jóvenes sean destruidas y se active el crecimiento de las plantas del cultivo. Normalmente las labores culturales se inician después de que aparecen las plantas del cultivo, debido a que las malas hierbas germinan al mismo tiempo.

CULTIVADORES.

Antecedentes históricos.

El primer implemento que se utilizó para la destrucción de malas hierbas fue la azada o azadón. Jethro Tull, a principios del siglo XVIII creó el cultivador tirado por caballos. En 1856 George Esterly desarrolló un cultivador polisurco tirado por caballos. En 1918 la compañía B.F. Avery construyó un cultivador suspendido para tractor. En 1925 la compañía International Harvester construyó el primer cultivador integrado al tractor, los cuerpos de éste eran accionados manualmente. Después de 1933 se empezaron a usar los sistemas de accionamiento mecánico e hidráulico.

USO DE LOS CULTIVADORES.

Los objetivos que se pretenden al efectuar el uso de los cultivadores son:

- Conservación de la humedad del terreno mediante:
 - a) Destrucción de malas hierbas.
 - b) Mantener una capa de rastrojo sobre la superficie.
 - c) Absorción del agua de lluvia.
- Facilitar el alimento a la planta.
- Penetración del oxígeno del aire en el terreno (aireación).
- Apoyar la actividad de microorganismos.

Como se mencionó anteriormente, el cultivador se utiliza al empezar las plantas del cultivo a germinar, debe procurarse el menor daño que pueda hacer el cultivador a las plantas. En terrenos con surcos irregulares o en curvas de nivel se debe utilizar un cultivador que trabaje no más de dos surcos. En suelos a nivel y en surcos rectos se pueden utilizar cultivadores de tamaño mayor. Si los resultados que se obtienen con el uso del cultivador son de mucho daño, se debe verificar el ángulo de los cuerpos del cultivador así como su espaciamiento. En el caso de que se utilicen cuerpos para el mullimiento y desplazamiento del suelo, los cuerpos deben de operarse tan superficialmente como sea posible para no dañar las raíces del cultivo.

Los cuerpos que realizan un corte horizontal deben de ajustarse casi paralelos a la superficie del suelo, de tal manera que cuando la punta del mismo se apoye en el suelo, el extremo del ala del cuerpo se encuentre entre tres y seis mm. de la superficie del suelo (fig. 5-1)'

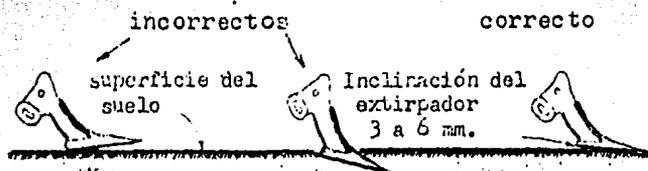


Fig. 5-1 Forma correcta de ajustar el cuerpo de un cultivador.

De acuerdo a la forma en que cortan y mueven el suelo los cuerpos u órganos del cultivador pueden clasificarse en:

- a) Escarificadores. Cuando el corte es vertical.
- b) Extirpadores. Cuando el corte es principalmente horizontal.
- c) Cultivadores. Cuando además del corte hay traslado de la parte seccionada.

TIPOS DE CULTIVADORES.

Se pueden clasificar los cultivadores de acuerdo con la forma de enganche al tractor en:

CULTIVADORES MONTADOS.

Se pueden instalar tanto en la parte delantera como trasera del tractor. -- Por instalación frontal o delantera se entiende: al montaje del implemento adelante de las ruedas traseras del tractor (fig. 5-2). Suelen instalarse algunos cuerpos en la parte trasera del tractor a fin de evitar el excesivo apisonamiento por el paso de las ruedas (fig. 5-3).

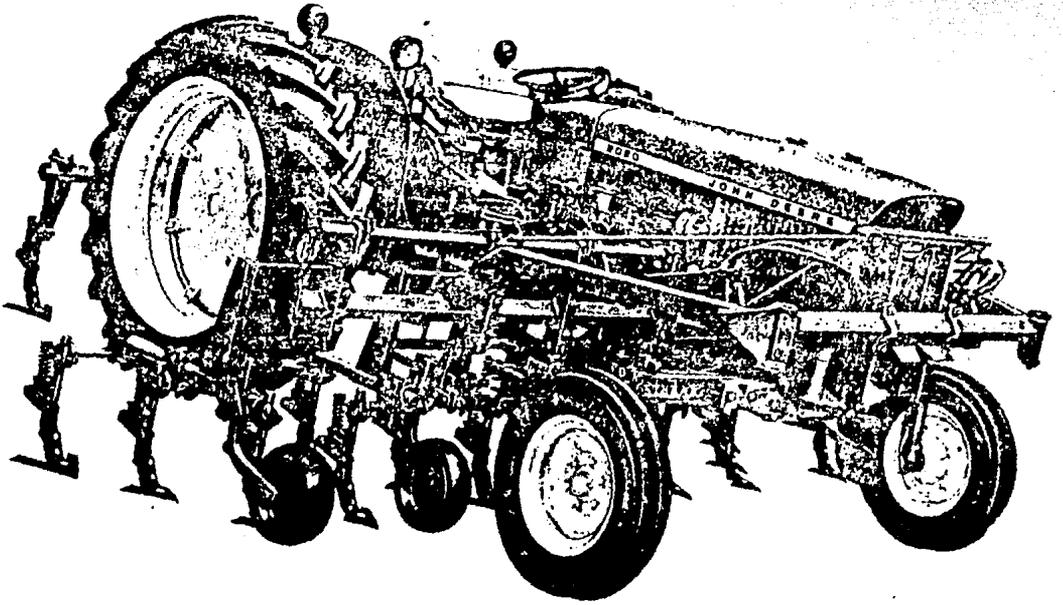


Fig. 5-2

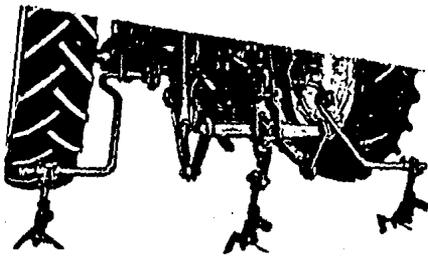


Fig. 5-3.

Los cultivadores traseros se acoplan al tractor mediante el enganche de 3 puntos (figs. 5-3 y 5-4).

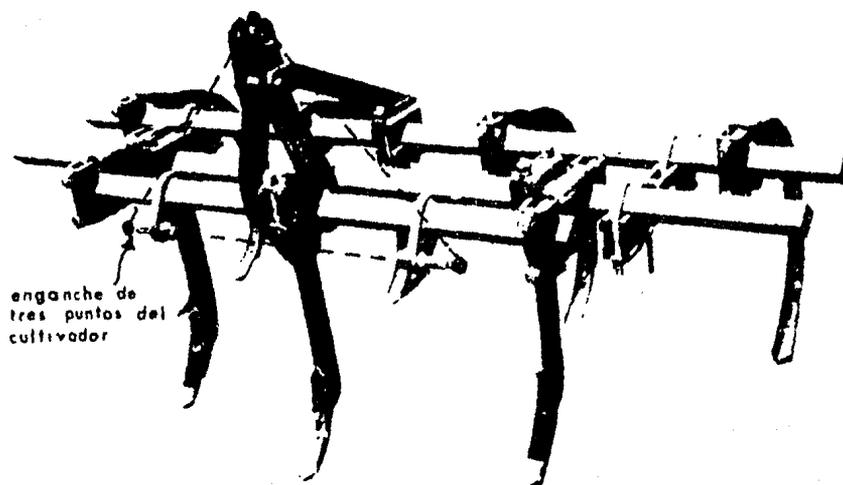


Fig. 5-4.

Los cultivadores montados pueden ser de 1, 2, 4, 6 y 8 surcos y pueden emplearse en terrenos con labor llana, siendo de poca utilidad en terrenos labrados en surcos anchos y profundos. Varios de estos cultivadores se equipan con sistema de elevación hidráulico y con control de profundidad de cultivo con mando a distancia.

CULTIVADORES DE ARRASTRE.

Estos cultivadores poseen barra de tiro la cual puede engancharse y desengancharse fácilmente al tractor (fig. 5-5)

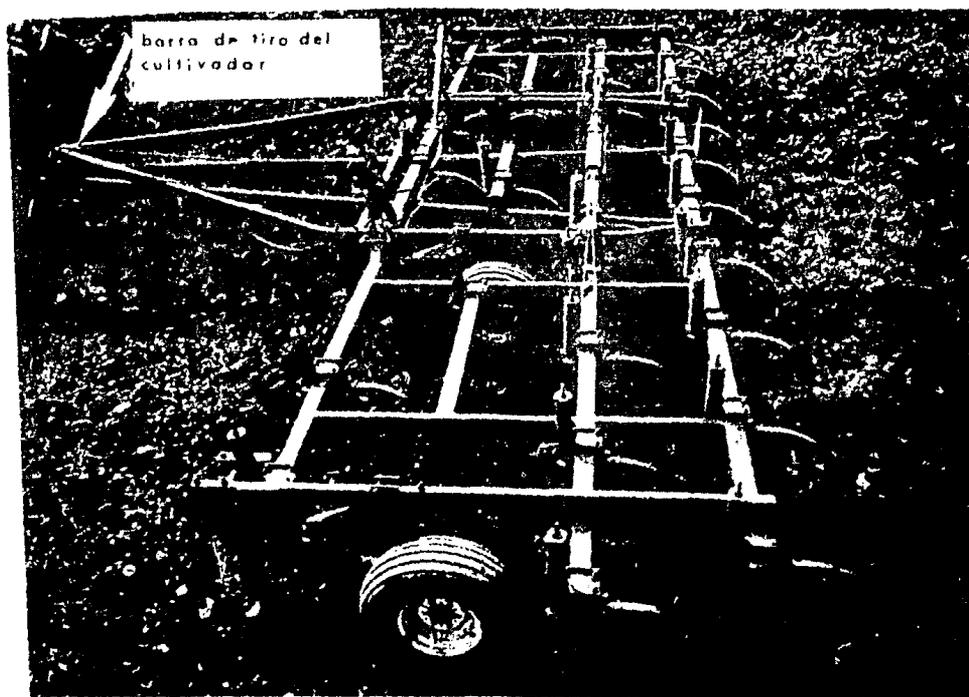


Fig. 5-5.

Pueden también clasificarse los cultivadores por la forma en que realiza su labor, a saber:

CULTIVADORES EN HILERAS. Como su nombre lo indica se utiliza para cultivos en hileras, los cultivadores montados frontalmente son los que generalmente se utilizan para esta labor.

CULTIVADOR SUBSUPERFICIAL. Cuando se requiere de una herramienta que deje cobertura superficial de hojarasca.

Dentro de esta clasificación se encuentra el arado de cincel o cultivador - subsuperficial de arrastre, este implemento es de construcción pesada con -

capacidad para trabajar a mayor profundidad que el cultivador en hileras. - Consta de brazos curvos en la parte superior y rectos en la punta en donde se adaptan los escardillos. Los brazos se construyen de acero con aleación de níquel tratado térmicamente. Los amplios radios de curvatura que poseen estos brazos, les permiten buena elasticidad. Los cinceles se montan en un bastidor rígido en dos o tres filas paralelas, dejando el espacio suficiente entre brazos contiguos para permitir el paso de la hojarasca. Poseen un acoplamiento elástico con resortes helicoidales en la unión del brazo con el bastidor, para permitir el desplazamiento hacia atrás. La separación puede ser de 30 a 90 cm. y la profundidad hasta de 45 cm..

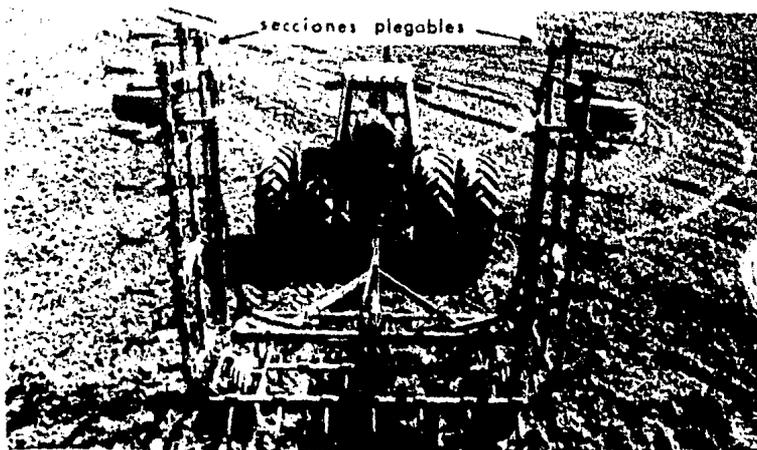


Fig. 5-6.

Para labores hasta de 14 m. de ancho, este implemento se diseña con tramos articulados en los extremos, que se pueden plegar sobre la parte central - para facilitar su transporte (fig. 5-6). Está equipado con sistema hidráulico de levante, se emplea en zonas semiáridas para la labranza subsuperficial y para remover capas duras. La figura 5-7 muestra algunas de las herramientas que se pueden adaptar a este tipo de implemento.

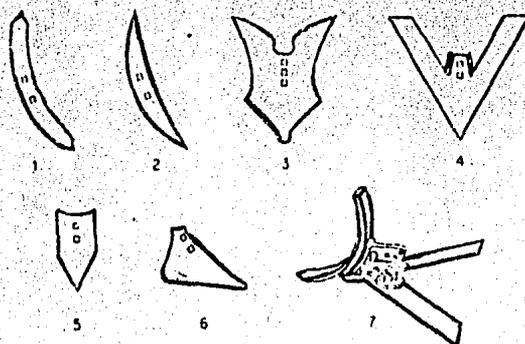


Fig. 5-7.

- (1) Cincel, (2) Escarificador, (3) Surcador,
 (4) Extirpador, (5) Escardillo, (6) Tipo zapata,
 (7) Combinación cincel extirpador.

Los cultivadores subsuperficiales presentan dos alternativas en el diseño - de los brazos:

- a) Sistema de brazos rígidos articulados al bastidor (fig. 5-8) que pueden desplazarse verticalmente en presencia de obstáculos y terrenos dispares.
- b) Brazos flexibles instalados rígidamente al bastidor (fig. 5-6).

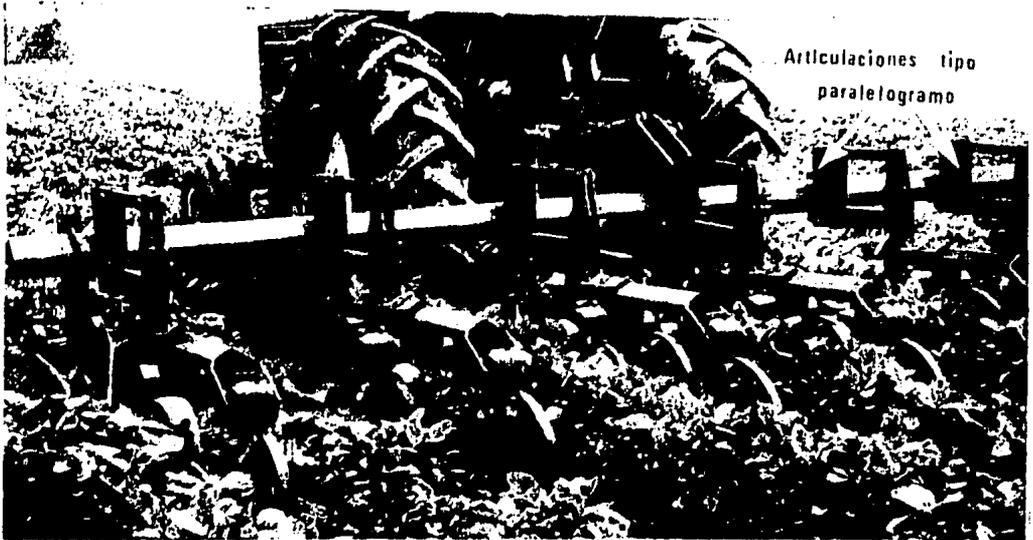


Fig. 5-8.

CONSTRUCCION DEL CULTIVADOR.

BASTIDOR.

Es una barra o cama a la que se adaptan brazos, la parte inferior de estos, es ajustable de modo que pueda ofrecer diferentes ángulos, a la que a su vez se puede atornillar una herramienta de cultivo. Hay una herramienta de cultivo por cada lado de la línea de plantas, por tanto, un cultivador mono surco tiene dos cuerpos o herramientas, uno de cuatro surcos tiene ocho y un cultivador de ocho surcos tiene dieciséis cuerpos.

Existen cuatro tipos de bastidores para los cultivadores, siendo estos los que se enumeran a continuación:

1. Bastidor montado a los costados del tractor (montaje frontal).

Es una barra frontal en la cual se montan los cuerpos del cultivador. Los cuerpos se construyen de hierro de sección redonda o rectangular, en forma "V". Los brazos de los cuerpos se montan sobre esta barra con una cierta se

paración para permitir el paso de la hojarasca. Poseen los brazos un mecanismo de paralelogramo deformable, por medio del cual se puede variar la posición vertical de los mismos, dicho mecanismo permite que cada brazo trabaje como una unidad independiente, lográndose una profundidad de trabajo uniforme no importando la nivelación del terreno (figs. 5-2 y 5-9).

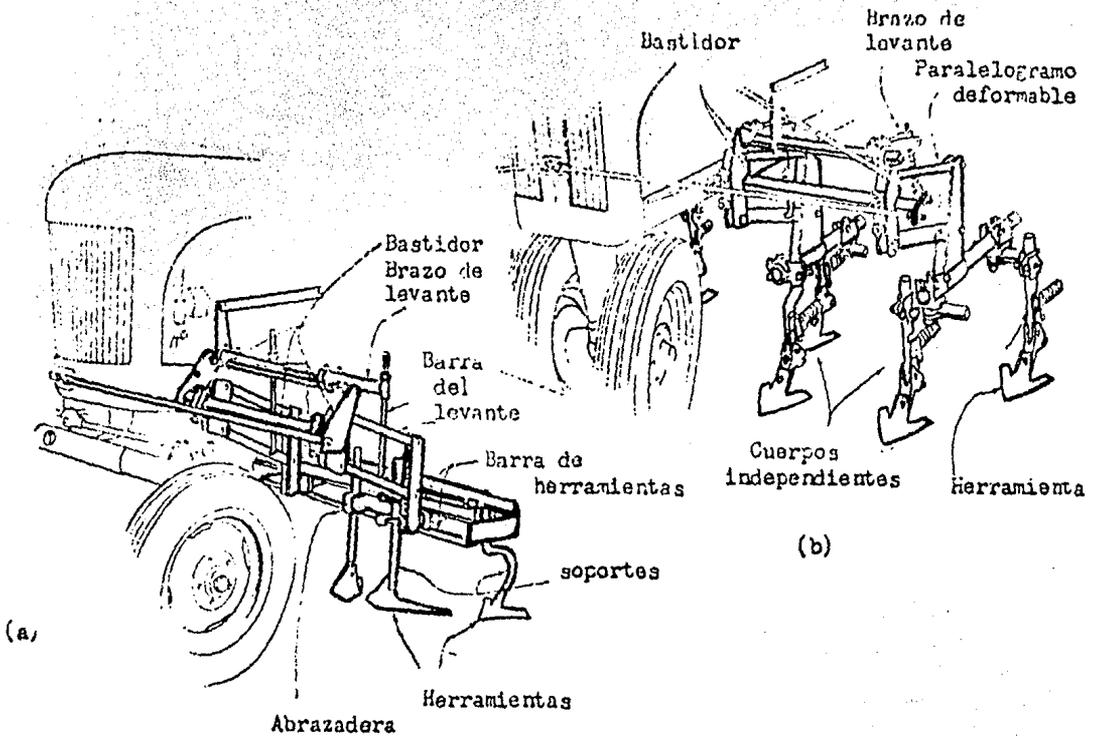


Fig. 5-9.

2. Barra de portaherramientas montada en el enganche de tres puntos. Es de uso común, puesto que en ella se pueden instalar distintos tipos de herramientas. Puede usarse conjuntamente con el cultivador frontal, debido a que al montar cuerpos de cultivadores en la parte posterior, se puede aflojar y emparejar el terreno compactado por el paso del tractor. -

Esta barra se controla con el sistema hidráulico del tractor (fig. 5-10).

3.- Bastidor montado en el enganche de tres puntos.

Este bastidor posee discos o pantallas de dirección, que lo orientan de tal manera que el cultivador se desplaza de acuerdo con la trayectoria de las ruedas delanteras del tractor. Las pantallas trabajan aproximadamente a 7cm. de profundidad del nivel de la punta del extirpador o azadón y en terrenos arenosos o disperejos un poco más profundo.

Si el bastidor se mueve hacia la derecha, la parte delantera de la pantalla se desplaza hacia la izquierda y automáticamente el bastidor vuelve a su posición original y viceversa. En suelos con hojarasca abundante y libres de rocas se utilizan las pantallas rotativas (discos).

4. Bastidor para cultivador de arrastre.

La figura 5-5 representa un bastidor de este tipo, si éste es lo suficientemente resistente, se puede emplear el cultivador para labranza profunda por debajo de los niveles normales de aradura.

HERRAMIENTAS DE TRABAJO.

Suelen llamarse también puntas o dientes. Existen diversos diseños de herramientas de trabajo (fig. 5-11) que se adaptan a aplicaciones distintas, de acuerdo a la clase de suelo, a la presencia de hierbas y al tipo de cultivo.

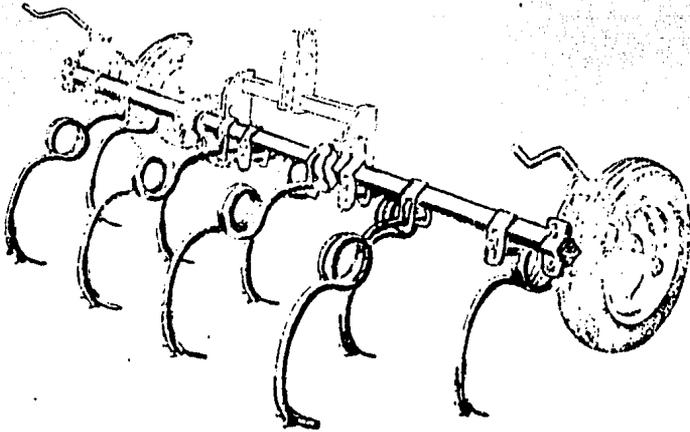
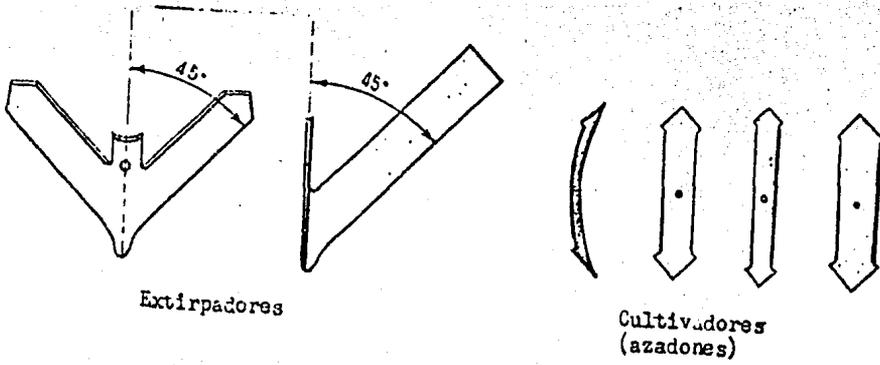
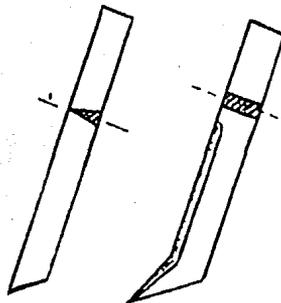


Fig. 5-10.



Extirpadores

Cultivadores
(azadones)



Escarificadores

Figs. 5-11.

EXTIRPADORES.

Las partes que lo constituyen son:

- a) Vástago. Es la pieza que conecta al extirpador con el soporte. Pueden ser planos o redondos y tienen uno, dos o tres barrenos para atornillarse al extirpador.
- b) Corona. Es la parte de la aleta que queda adelante del vástago.
- c) Punta. Es la parte afilada del extirpador.
- d) Aleta. Varían mucho en cuanto al ancho de corte.

La figura 5-12 muestra varios tipos de extirpadores.



Fig. 5-12.

Son dos los tipos de extirpadores más comunes a saber:

Extirpador para tierras negras. Su corona alta y el diseño de las aletas, permiten mayor resistencia a la abrasión y el suelo desliza sin adherencia sobre la superficie de acero, lo que permite utilizarlo en suelos pegajo-

osos y arcillosos.

Extirpador para tierra normal. Tiene su corona baja y aletas anchas, diseño que le permite utilizarse para trabajar a altas velocidades, también se le conoce como extirpador para tractor (fig. 5-13).



Fig. 5-13.

ESCARIFICADORES.

Estas herramientas no tienen aletas, solo cuerpo y punta. A fin de alargar su vida útil y hacerlos reversibles, los escarificadores tienen dos puntas de ataque. Se fijan al brazo del bastidor por medio de uno o dos pernos. Se utilizan para aflojar el suelo y eliminar malas hierbas con un mínimo de movimiento del suelo en cultivos de alfalfa (fig. 5-14).

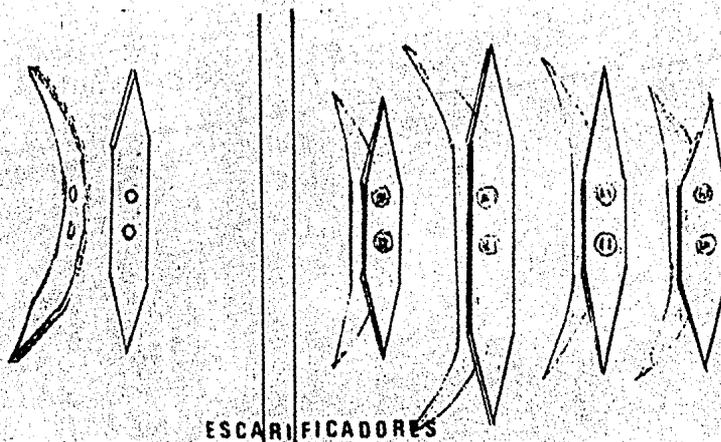


Fig. 5-14.

ESCARDILLOS.

Se les conoce también con el nombre de azadones o cultivadores. Existen diversos diseños según las condiciones que presente el terreno y la clase de cultivo.

Escardillo punta de arpón. Se utiliza para destruir malas hierbas en terreno acaballonado o plano, se monta en soportes rígidos para labores profundas.

Escardillo punta de lanza. Es similar al de arpón pero se adapta mejor en soportes tipo resorte (fig. 5-15A).

Escardillo reversible. Son herramientas de doble punta de tal manera que cuando se gasta un extremo, se voltea obteniéndose una nueva punta (fig. 5-15B).

Escardillo de punta sencilla. Tiene únicamente una punta (fig. 5-15C).

Escardillo de irrigación. Este azadón es ancho y tiene aletas. Se fabrican

en tipo normal y tipo plano (fig. 5-16).

ESCARDILLOS

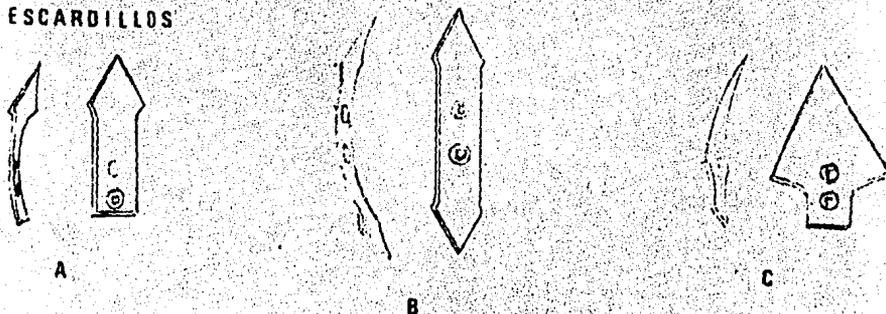


Fig. 5-15.

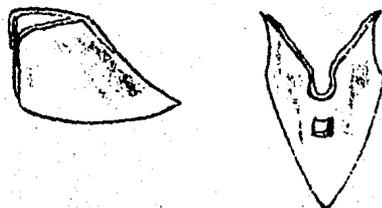
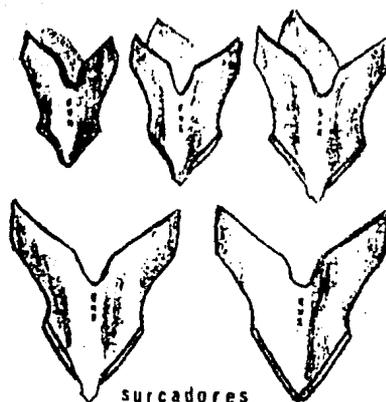


Fig. 5-16.

SURCADORES.

Este tipo de implemento se utiliza para hacer surcos o zanjias simultaneamente con su función de cultivador los hay de ala alta y normales (fig. 5-17).



surcadores

Fig. 5-17.

ACCESORIOS PARA CULTIVADORES.

Existen varios accesorios para trabajos especiales que aumentan el rendimiento de un cultivador, entre estos tenemos:

Azada rodante. Es un accesorio que se utiliza en las primeras fases de desarrollo de las plantas del cultivo. Las ruedas o arañas se montan entre los cuerpos anteriores del cultivador, penetran el suelo de 2.5 a 5 cm. directamente sobre las plantas (fig. 5-18). Su labor de destrucción de malas hierbas es más propicia cuando se ha formado una costra en el terreno. Se puede utilizar en terreno acaballonado, en labor llana o cuando se siembra en el fondo del surco.

Aditamentos para distribuir fertilizante. Existen dos formas



Fig. 5-18.

- a) El fertilizante se distribuye por detrás del cultivador frontal más próximo a la línea de plantas (fig. 5-19). La tierra movida por los cultivadores posteriores cubren el fertilizante.
- b) Con un cincel o escarificador se abre un pequeño surco a la profundidad deseada, el fertilizante baja por un tubo y una bota al fondo de éste, un cultivador adyacente tapa al fertilizante (fig. 5-19).

Discos aporcadores y separadores. Este tipo de accesorio se emplea para formar camellones sobre la hilera de plantas y cuando el cultivo es denso o frondoso, los discos se acomodan de modo que arrojen la tierra fuera de las plantas, a esta acción se le conoce como descalze. La cuchilla binadora es un accesorio útil como separador que no deja surco abierto como los discos (fig. 5-19).

Pantallas. Se utiliza este accesorio con el objeto de que las plantas recién nacidas no sean cubiertas por la tierra levantada por los cultivadores pueden ser planas o curvas (fig. 5-19). La rueda de azada puede desempeñar el papel de pantalla, deja pasar algo de tierra sobre las plantas pero las protege contra terrones. La figura 5-20 muestra un cultivador con accesorios.

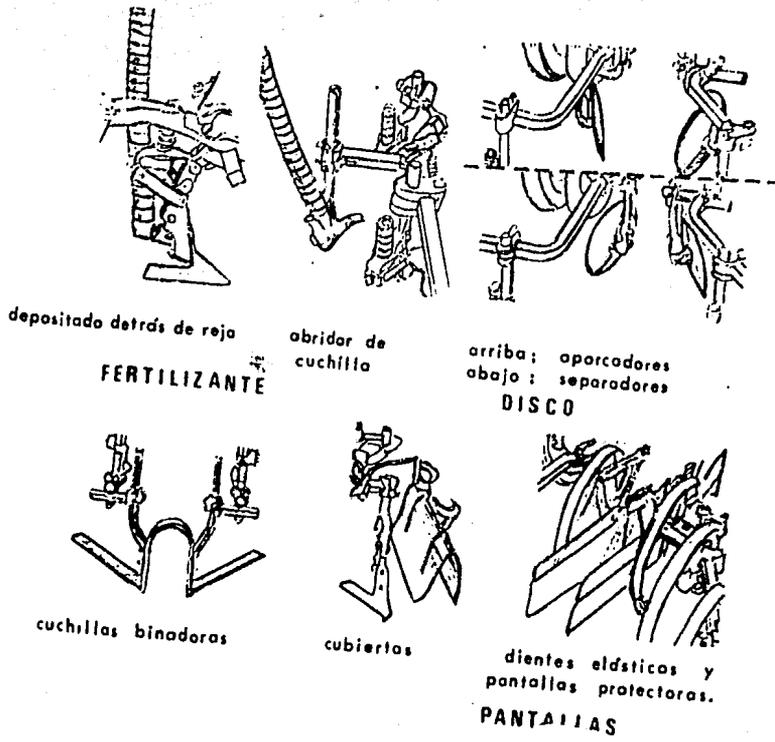


Fig. 5-19.

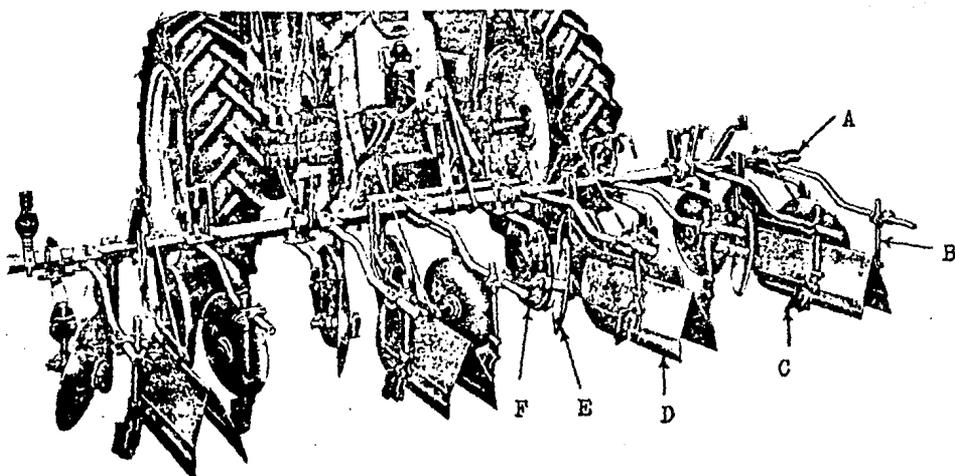


Fig. 5-20.

(A) Bastidor, (B) Soporte, (C) Cultivador,
 (D) Pantalla protectora tipo carpa, (E) Dis
 co aporcador, (F) Guía rotativa.

PARALELOGRAMO DE LOS CULTIVADORES.

El ancho de trabajo exige que las herramientas se monten en paralelogramos. Lo que permite un libre movimiento vertical de las herramientas, con una - rueda se controla la profundidad de corte de cada herramienta.

Existen dos tipos de paralelogramos a saber:

A). Paralelogramo para cultivador tipo europeo (fig. 5-21), tiene la siguiente construcción:

(1) Conexión del paralelogramo a la barra portaherramientas, permite - el ajuste lateral para diferentes distancias entre hileras.

(2) Paralelogramo.

- (3) Resorte de presión para aumentar la capacidad de penetración de los accesorios.
- (4) Rueda para control de profundidad.
- (5) Limpiador de rueda guía.
- (6) Tornillo de ajuste de la profundidad de corte del escardillo.
- (7) Tornillo de ajuste de la profundidad de corte de las azadas.
- (8) Tornillo de ajuste del ancho de trabajo de la azada derecha.
- (9) Tornillo de ajuste del ancho de trabajo de la azada izquierda.
- (10) Tornillo de ajuste del ángulo de la azada.
- (11) Tornillo de ajuste del ángulo del escardillo.
- (12) Sistema de enganche del cuerpo de azadas.
- (13) Ancho de trabajo total.
- (14) Banda no trabajada, hilera de plantas.

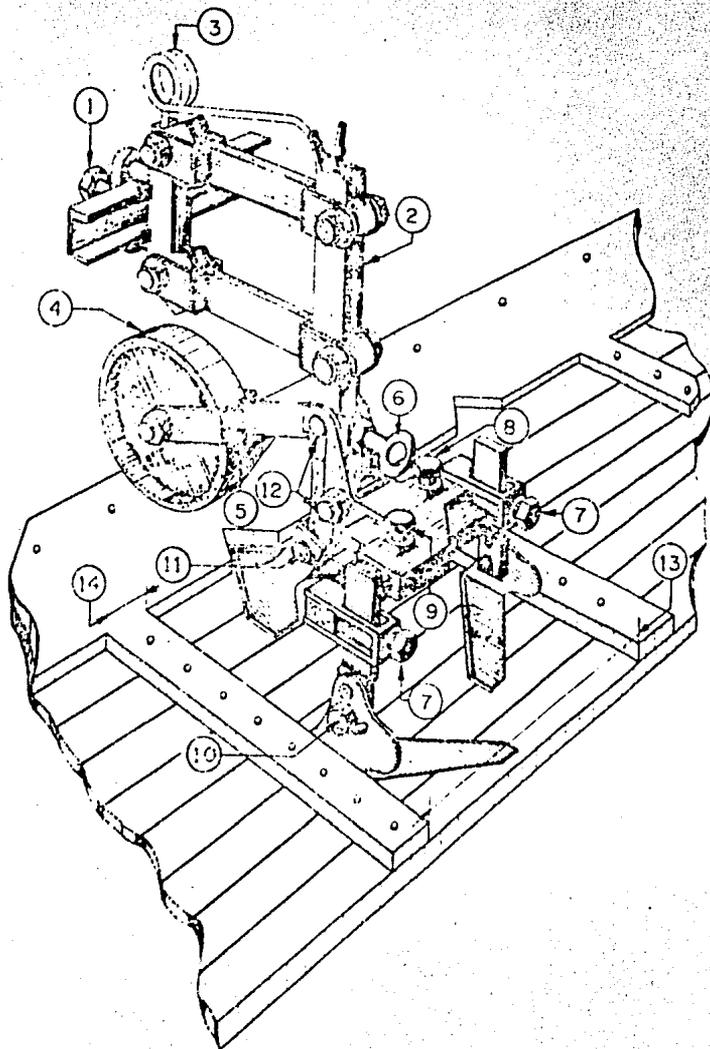


Fig. 5-21.

B) Paralelogramo para cultivadores tipo americano. Son más pesados que los anteriores y de mayor altura por lo que permiten trabajos para cultivos altos como el maíz y el tabaco, permite cultivar a mayores distancias entre hileras que los anteriores (fig. 5-22). Consta de las siguientes partes:

- (1) Barra portaherramientas.
- (2) Tornillo de ajuste lateral.
- (3) Eje de levante hidráulico del paralelogramo.
- (4) Brazo de levante con tornillos de ajuste lateral.
- (5) Paralelogramo.
- (6) Tornillo para ajustar profundidad del paralelogramo.
- (7) Barra de ajuste para nivelación longitudinal del paralelogramo.
- (8) Tornillo de ajuste para presión de penetración.
- (9) Tornillo de ajuste vertical de la rueda guía.
- (10) Tornillos de ajuste de control de profundidad en cada escardillo.
- (11) Tornillo de ajuste lateral de escardillo izquierdo.
- (12) Barreno para ajuste lateral del escardillo derecho.
- (13) Dispositivo de seguridad de los escardillos.
- (14) Punto de giro del escardillo al encontrar obstáculos.
- (15) Gatillos con resorte que mantienen al escardillo en posición de trabajo.
- (16) Tornillo de ajuste del ángulo entre gatillos. Mientras más abiertos estén los gatillos menor es la resistencia necesaria para girar

el escardillo.

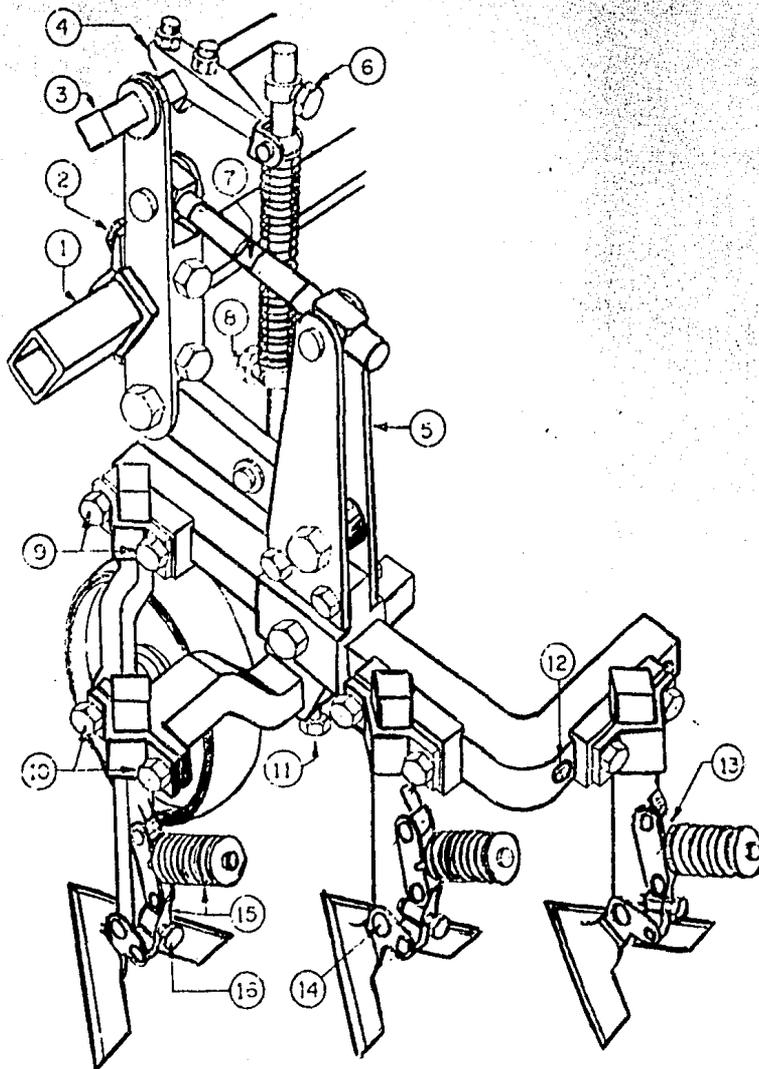


Fig. 5-22.

AJUSTE DE LOS CULTIVADORES.

Para un eficiente arreglo, se necesita construir una plancha de ajuste que

coincida en su diseño con la distancia entre hileras y la profundidad deseada de trabajo. La figura 5-23 muestra como se ajusta el cultivador:

- (1) Fondo de la plancha de ajuste.
- (2) Plancha superior de soporte de las ruedas de los paralelogramos.
- (3) El espesor de la plancha superior es igual a la profundidad de trabajo deseada.
- (4) Planchas marcadoras, que indican las hileras.
- (5) Distancia entre centros de planchas marcadoras, debe coincidir con la distancia entre hileras.
- (6) El ancho de las planchas marcadoras debe ser igual al ancho de la banda no trabajada.
- (7) Ancho de trabajo entre hileras.
- (8) Posición de los escardillos.

DESTRUCCION DE MALAS HIERBAS MEDIANTE FUEGO.

La destrucción de malas hierbas mediante el uso del fuego es un sistema relativamente reciente. El equipo utilizado consta de un tanque de combustible, conductos de alimentación y quemadores. Este equipo se monta en un tractor provisto de soportes para los quemadores (fig. 5-24); los quemadores se disponen a cada uno de los lados de las hileras del cultivo, se montan formando un ángulo de 30 a 45° con la horizontal, de tal manera que se pueda dirigir una llama azul y caliente a las malas hierbas que hay entre las plantas.

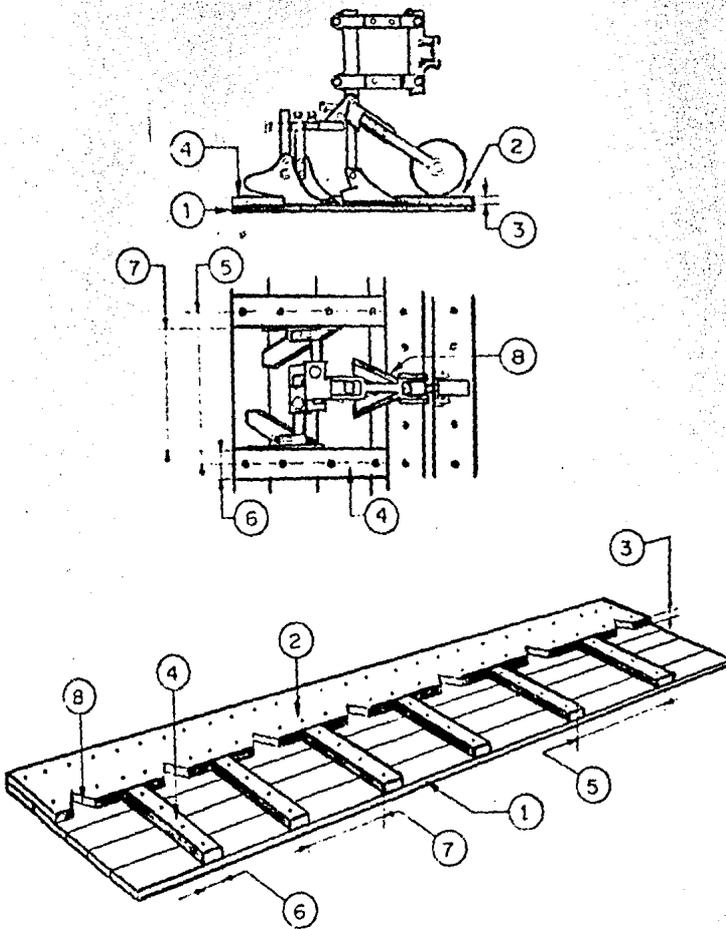


Fig. 5-23.



Fig. 5-24.

La llama debe de incidir a unos 5 cm. de la planta por el lado del quemador, la boca del quemador debe ser de 20 a 25 cm.. El quemador se puede ajustar horizontal y verticalmente, la mayor parte de estos se montan en soportes sobre patines y deben de ajustarse de tal modo que la llama de un quemador no se sobreponga con la del lado opuesto, a esta disposición se le denomina flameado transversal de la línea. Se obtienen mejores resultados en las primeras etapas de desarrollo del cultivo, dirigiendo la llama paralelamente a la línea de plantas.

El combustible utilizado puede ser gas butano o propano, la presión del gas en los alimentadores puede variar entre 2 y 3 Kg./cm². Si la densidad de malas hierbas tiene una altura superior a los 3cm. el tractor se debe conducir a una velocidad menor de 4 Km/h. Si son jóvenes y ralas, la velocidad debe ser de 5Km/h. La figura 5-25 es el diagrama de un método de control transversal de malas hierbas por medio del fuego.

rcialmente treflán.

fin de obtener buenos resultados con este tipo de herbicidas, es necesario que los residuos de la cosecha anterior hayan sido eliminados o enterrados y el terreno se ha preparado de tal manera que la faja de siembra quede lo más lisa posible y elevada. Normalmente se monta un pulverizador de herbicidas en combinación con una sembradora. Una boquilla del pulverizador dosifica el herbicida por detrás de la rueda compactadora (fig. 5-26). La boquilla debe ajustarse vertical y horizontalmente, el óptimo pulverizador para herbicidas de pre-emergencia, debe de ser uno de poco gasto que produzca una pulverización en forma de abanico de 80 a 95° de amplitud, con una presión de 1.8 a -- .8 Kg./cm².



Fig. 5-26.

La aplicación de este tipo de herbicida debe realizarse durante el temporal de lluvias, estimándose que llueva entre el lapso de siembra y el nacimiento de las plantas, para que el producto quede adherido a la superficie del terreno. Cuando llueva después de haber nacido las plantas, las gotas esparcen la tierra suelta impregnando de herbicida las plantas recién nacidas, - con el consiguiente riesgo de su pérdida. Impregnando la superficie del suelo con este tipo de herbicida hasta una profundidad de 3 mm., se evita la germinación de malas hierbas de 2 a 3 semanas.

B) Herbicidas de post-emergencia. Para cultivos de algodón, los herbicidas son principalmente aceites no fortificados con fórmulas especiales.

Para cultivos de maíz y cereales, se utilizan herbicidas dinitro-selectivos el CIPC y los derivados del 2,4 D (2,4 dicloro-fenoxiacético).

Los herbicidas para cultivos de algodón pueden emplearse como método principal en la destrucción de malas hierbas, se haya o no hecho un tratamiento de herbicidas de pre-emergencia. Se aplica cuando las malas hierbas empiezan a aparecer. La mayoría de las hierbas pequeñas son fácilmente destruidas por este método. Los herbicidas de post-emergencia deben de aplicarse con equipos que lancen chorros dirigidos, la pulverización debe orientarse en forma de abanico a través de toda el área que se trata en sentido horizontal y a una altura de 25 mm. o menos del nivel del suelo. Se colocan dos boquillas por línea de cultivo, una por cada lado, manteniéndose alternadas con una separación de 25 cm. a fin de que los chorros no se interfieran - - (fig. 5-27).

Debido a que las boquillas se mantienen a menos de 25 mm. del suelo y a que hay que proteger el follaje del cultivo del algodón contra el herbicida, se utilizan protectores especiales como los que se muestran en la figura 5-28. Estas zapatas o defensas soportan la boquilla y protege la hilera de plantas de la tierra arrojada por las binadoras empleadas.

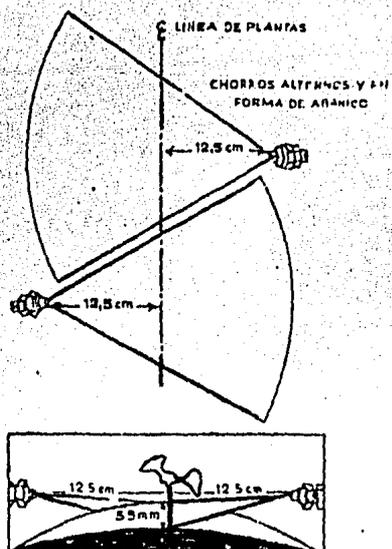


Fig. 5-27.



Fig. 5-28.

Las aplicaciones de aceites deben de hacerse en lapsos de 5 a 7 días, suspendiendo cuando la base del tallo de la planta de algodón empiece a formar la corteza. La cantidad que suele aplicarse varía de 45 a 50 l/ha.

Para destrucción de malas hierbas en cultivos de maíz se utilizan herbicidas tales como el 2,4 D, IPC, CMU.

Las aplicaciones del herbicida pueden hacerse mediante cabezas pulverizadoras de boquillas múltiples debido a que crecen más rápido en altura que el algodón. Estas boquillas múltiples están suspendidas en el extremo inferior de los tubos verticales acoplados en barras transversales que se extienden abarcando varias líneas (fig. 5-29).

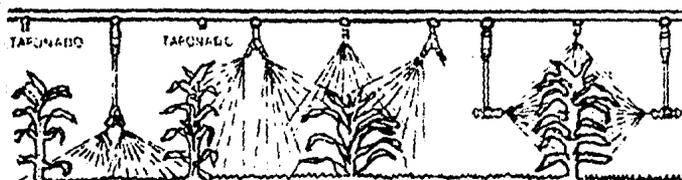


Fig. 5-29.

Un tubo descendente entre dos líneas de plantas con boquillas gemelas que den un chorro de 65 a 80°, formando el eje de la boquillas un ángulo de 30° a 35° con la vertical y colocada a 35-45 cm. de la superficie del terreno, cubrirá uniformemente líneas espaciadas a 1 metro (fig. 5-30). A medida que el maíz crece hay que levantar la barra transversal y alargar los tubos descendentes para mantener el chorro próximo al suelo.

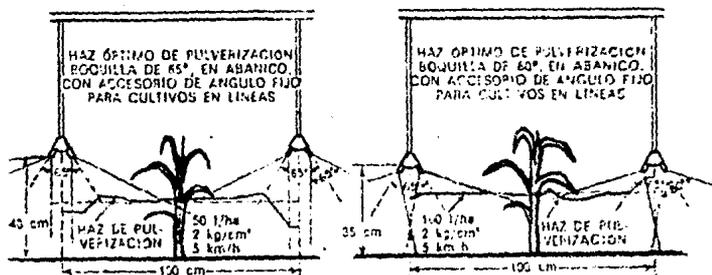


Fig. 5-30.

La aplicación de herbicidas en campos de cereales o en pastizales, se realiza mediante una máquina dotada de barra pulverizadora larga, con boquillas de chorro de abanico colocadas a la altura conveniente para cubrir el área necesaria (fig. 5-31). Las figuras 5-32 y 5-33 muestran la influencia de la altura de la barra y de la amplitud del chorro de las boquillas, así como también la separación entre éstas.

Al utilizar los herbicidas, los pulverizadores pueden obstruirse por lo que se recomienda lavarse con agua caliente antes y después de cada uso.

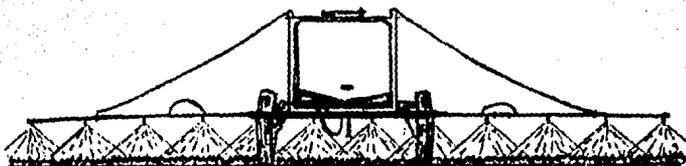


Fig. 5-31.

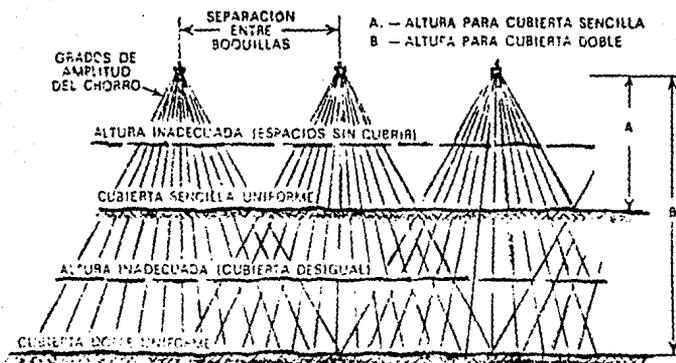


Fig. 5-32.

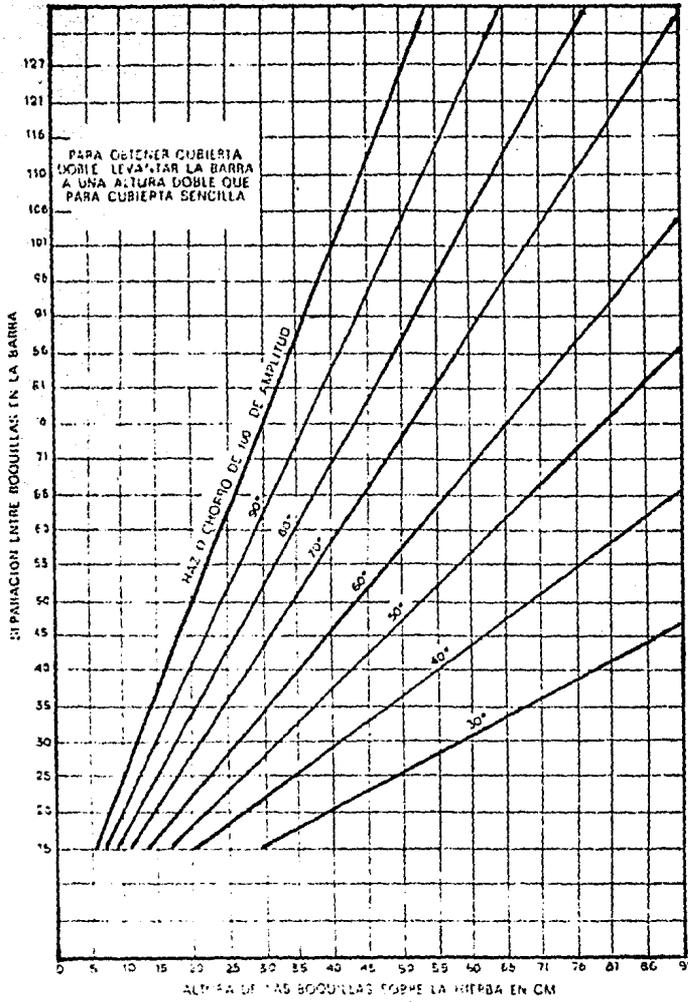


Fig. 5-33.

CAPITULO SEXTO

EQUIPO PULVERIZADOR Y ESPOLVOREADOR

En este capítulo se estudiarán con detalle los distintos equipos destinados a combatir las plagas, enfermedades y malas hierbas que involucran y afectan a la mayoría de los cultivos. Puesto que este equipo está diseñado para la defensa de los cultivos, se les denomina también maquinaria para tratamientos fitosanitarios. Se trata de uno de los estudios más importantes de la mecanización agrícola en las últimas décadas y los que han podido alcanzar una constante evolución, debido a la progresiva resistencia y variedad de plagas y malas hierbas que llegan a provocar la total pérdida de una explotación agrícola. El estudio pues se enfocará a la relación que guardan el equipo, el producto químico empleado (plaguicidas, herbicidas, etc.) y el cultivo afectado.

HISTORIA.

Es probable que los primeros pulverizadores o rociadores se hayan desarrollado en la región del cultivo de la vid en Burdeos, por cuanto a los fungicidas. Los primeros insecticidas con aplicación a mano fueron desarrollados en el año de 1850 por John Bean en California. El primer pulverizador que prescindió de la fuerza humana se inventó en 1887, éste era tirado por caballos y la potencia la recibía de sus ruedas. Los primeros pulverizadores y espolvoreadores con motor de gasolina aparecieron alrededor de 1900. Los aditamentos como el regulador de presión y la cámara de aire, se empezaron a usar once años después. Los aeroplanos fueron aprovechados por vez primera en estos tratamientos a principios de 1940.

CLASIFICACION DE PRODUCTOS ACTIVOS.

Los productos químicos que se utilizan actualmente estan comprendidos en 3 grandes grupos:

- Compuestos inorgánicos. Derivados principalmente de elementos minerales - (antimonio, flúor, mercurio, azufre, zinc, etc.).
- Compuestos orgánicos. Obtenidos por síntesis química (sulfuro de carbono, naftaleno, bromuro de metilo, DDT, 2,4 D, etc).
- Aceites. La mayoría son aceites derivados del petróleo, son empleados solos, como agente vehicular o como aditivos.

Los principales productos que existen en el mercado son los siguientes:

- Herbicidas - - - - - Destrucción de malas hierbas
- Insecticidas - - - - - Control de insectos
- Fungicidas - - - - - Control de hongos dañinos
- Hormonas - - - - - Controlan el crecimiento de las plantas
- Desfoliantes - - - - - Operaciones de cosecha
- Nutrientes - - - - - Alimentación a través de las hojas.

CLASIFICACION DEL EQUIPO.

Debido a la gran diversidad de maquinaria de este tipo, se pueden clasificar de varias formas, a saber:

1) Según la forma en que el producto es distribuido:

L I Q U I D O

- Pulverizadores (gotas con diámetros mayores a las 150 micras).
- Atomizadores (tamaño de las gotas entre 50 y 150 micras).
- Nebulizadores (gotas menores a 50 micras de diámetro).

S O L I D O

- Espolvoreadores.

Al considerar esta clasificación, es posible encontrarnos con criterios muy opuestos, ya que existe cierto traslape en el diámetro y en la uniformidad de las gotas que se están distribuyendo. Todo esto dependerá en todo caso del tipo de boquilla y de la presión que se está empleando, pudiendo ser igual el resto del equipo. Dentro de esta primera clasificación se podría elaborar otra más objetiva, tomando como base el vehículo usado como transporte del producto:

L I Q U I D O (generalmente agua)

- Pulverizadores

L I Q U I D O Y G A S (generalmente aire)

- Atomizadores

- Nebulizadores

G A S (aire)

- Espolvoreadores.

2) Según el tipo de accionamiento:

- Manual. La presión la proporciona directamente el operador por medio de una palanca o una manivela (fig. 6-1 y 6-2).

- Con motor. Que a su vez se subdividen en:

a) de motor propio.

b) Accionados por la toma de fuerza del tractor.

Estos últimos se detallarán con mayor amplitud, pues son los más empleados en la agricultura.

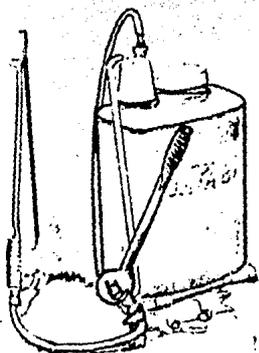


Fig. 6-1



Fig. 6-2.

3) Según la forma de transporte del equipo:

- De mochila

- Dorsal

- Ventral (ambos pueden tener accionamiento manual, o con motor incorporado).

- De tiro

- De carretilla

- Por animales

- Por tractor

- Suspendidos al tractor (enganche hidráulico de tres puntos).

- Autopropulsados.

- Aéreos.

Tomando muy en cuenta la tercera clasificación, podemos entonces pasar a describir cada uno de los equipos para tratamientos fitosanitarios basando

nos en la primera y considerando el vehículo de transporte (agua o aire) como aspecto fundamental en nuestro estudio.

PULVERIZADORES

La función principal que un equipo de pulverización debe llevar a cabo, es la de dividir la solución en gotas pequeñas de tamaño efectivo y distribuir las en forma homogénea sobre la superficie o parcela que se debe impregnar. También es la de regular la cantidad de líquido para evitar una aplicación-excesiva que puede resultar perjudicial, o en todo caso, desperdiciarse el producto.

Son equipos formados básicamente de un depósito con sistema de agitación, - que mantiene en íntima unión el producto químico con el disolvente (generalmente agua) y una bomba que proporciona determinada presión al líquido, obligándolo a salir a través de las boquillas (o cualquier otro medio para distribuirse). Constan de las siguientes partes principales (fig. 6-3).

- 1) Depósito con el producto químico y agua.
- 2) Bomba con regulador de presión y cámara de aire (según sea el tipo de - bomba).
- 3) Línea de presión de aplicación, con llaves de paso para interrumpir el flujo
- 4) Barra portaboquillas, para la distribución en el campo.
- 5) Lanza o pistola, para las huertas.
- 6) Sistema de llenado del depósito, con filtro e hidroinyector.
- 7) Equipo para nebulización. Para transformar este equipo en una nebulizadora.

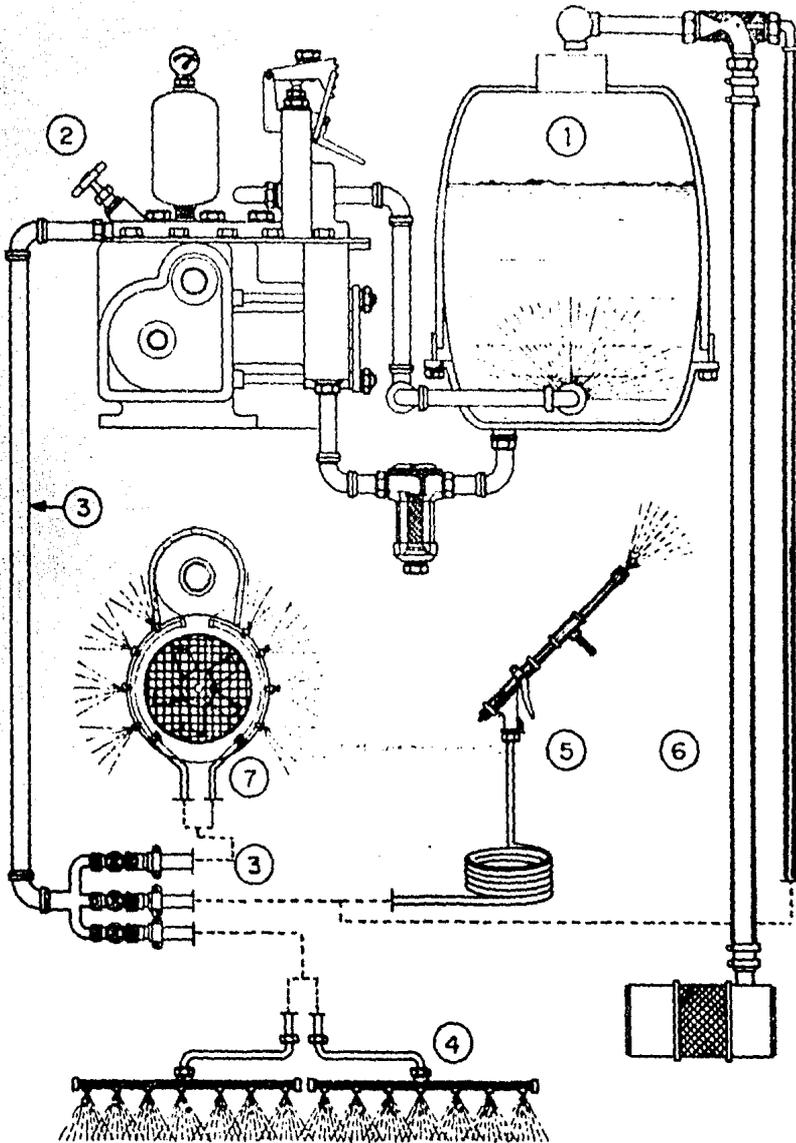


Fig. 6-3.

Los elementos que se habrán de considerar son: el depósito, la bomba y sus dispositivos reguladores, las boquillas pulverizadoras y la barra portaboquillas.

DEPOSITO O TANQUE.

Los primeros tanques utilizados fueron construidos de madera de ciprés (fig. 6-4), pero poco después fueron dejando su lugar a los de acero, los de material plástico y a los de fibra de vidrio, debido a que la madera sufre constantemente de fugas y también absorbe elementos que llegan a perjudicar a - posteriores soluciones.

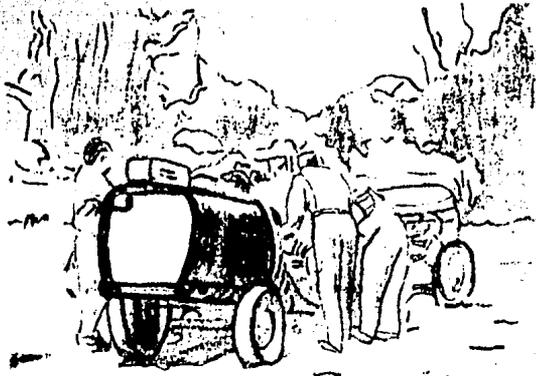


Fig. 6-4.

Los tanques de chapa de acero se usan para grandes capacidades (de 200 litros en adelante). Su principal inconveniente es su tendencia a oxidarse en presencia de aire húmedo; con los adelantos de la ciencia, se pudo evitar - este problema al recubrir su interior con una capa de cromo o zinc y otra - con algún material plástico, proporcionándole un acabado excelente y mayor resistencia.

Actualmente se han impuesto los depósitos de poliéster estratificado y los de fibra de vidrio, precisamente por su alta resistencia a todo tipo de corrosión química, que no se encuentra fácilmente en otros materiales. Por - otro lado, se encuentran otra serie de ventajas como:

- Aceptable resistencia mecánica y a un menor costo de adquisición, compa-

rado con el acero inoxidable.

- Baja absorción del producto empleado, sin riesgos de afectar a una posterior solución en el mismo tanque.
- Puede adoptar fácilmente la forma más adecuada (desde su fabricación), combinando una capacidad máxima permisible con un mínimo volumen externo.

En el interior de cada tanque existe un sistema para provocar la agitación del líquido y evitar posibles asentamientos de producto activo, ya que la mayor parte de los tratamientos se llevan a cabo bajo la forma de disolución o de suspensión, por lo que es necesario contar con este sistema, que de otra forma podría variar bastante la concentración del producto empleado. Existen dos sistemas para proveer esta agitación:

- Agitación mecánica.

- Agitación hidráulica

El agitador con sistema mecánico (fig. 6-5) se utiliza mucho en los tanques de gran capacidad (pulverizadores de arrastre), este dispositivo cuenta con una serie de hélices accionadas mediante la misma fuerza que actúa sobre la bomba y que al girar provoca las corrientes necesarias para una agitación vigorosa. Se usa especialmente cuando se está trabajando con polvos mojables y suspensiones.

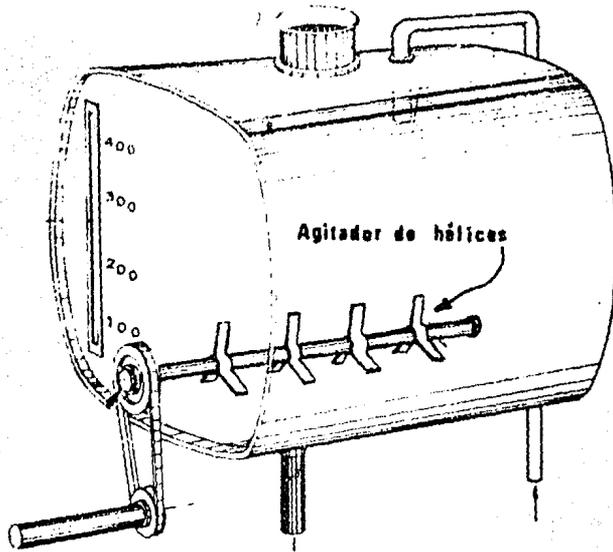


Fig. 6-5.

En el sistema de agitación hidráulica (fig. 6-6), la turbulencia interna es creada por una recirculación que proviene de la bomba (flujo en derivación). Se usa cuando el pulverizador va suspendido al enganche de tres puntos del tractor. Este método es muy aceptable para tratamientos con herbicidas emulsionables, aceites sin diluir o compuestos solubles en agua.

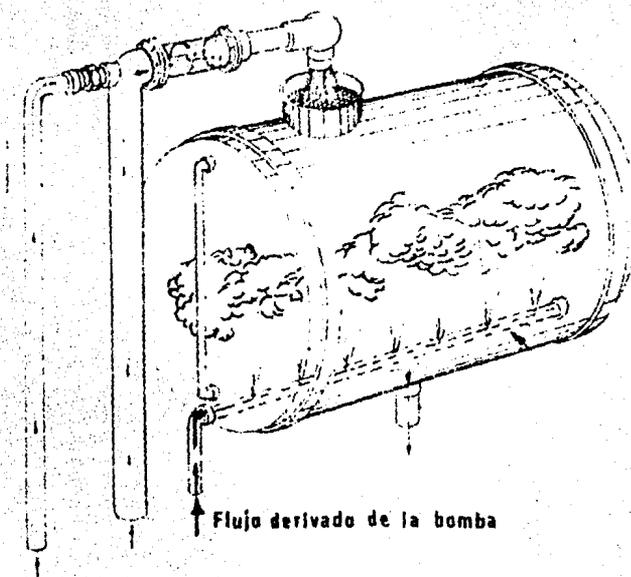


Fig. 6-6.

BOMBA Y DISPOSITIVOS DE REGULACION.

La bomba es el elemento principal en los equipos pulverizadores, su misión es la de succionar el líquido del tanque (pasando a través de filtros de malla metálica), proporcionándole presión suficiente para impulsarlo a través de las boquillas y lograr una perfecta distribución.

Las bombas más utilizadas son:

1) Alternativas de pistón.

2) Rotatorias

{ de engranajes
de rodillos
de paletas deslizantes

3) De pistón-membrana

4) Centrífugas.

Las bombas de pistones son las más empleadas, especialmente si se requiere de una presión importante (hasta de 70 Kg./cm²). Se trata del tipo clásico de bomba de desplazamiento positivo y autocebante, donde la presión la provee un émbolo que se desplaza en forma alternativa dentro de un cilindro, - provisto de sus respectivas válvulas de aspiración y expulsión (por lo general son válvulas de tipo de bola). Esta bomba puede ser también de simple o de doble efecto (fig. 6-7) dependiendo si el pistón trabaja aspirando e impulsando por uno o ambos lados. Esta bomba cuando trabaja produce una presión y un flujo pulsante, por lo que deben ir provistas de un regulador de presión y de una cámara de aire que amortiguen estos efectos (fig. 6-8). El depósito amortiguador o cámara de aire (número 11 en la figura 6-8), se trata simplemente de una campana de aire equipada con un manómetro, para que la presión del fluido a la salida de la bomba sea lo más uniforme posible.

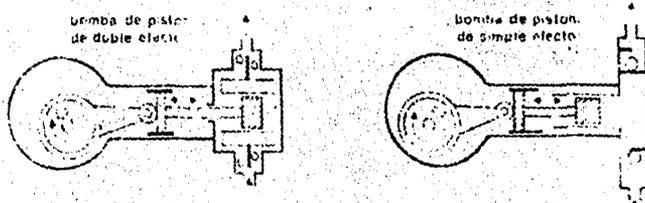


Fig. 6-7

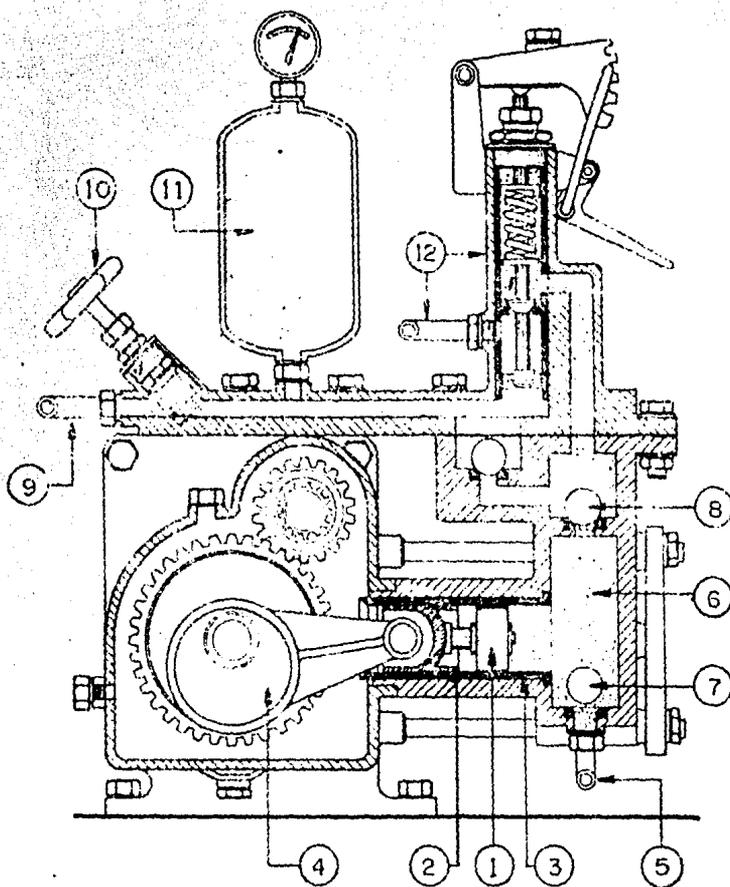


Fig. 6-8.

Los reguladores de presión, colocados inmediatamente a la salida de la bomba, tienen como objetivo sostener una presión predeterminada (regulable) para proveer un trabajo de pulverización constante. Al mantener esa presión, el regulador deriva el exceso del fluido hacia el tanque o hacia la línea de derivación (fig. 6-9). Este dispositivo funciona como sigue:

- 1) La llave de paso se encuentra abierta hacia los mecanismos distribuidores.
- 2) La presión del líquido actúa sobre un pequeño pistón del regulador, que

está sometido a presión a su vez por un resorte.

3) La presión del resorte es ajustable mediante una palanca.

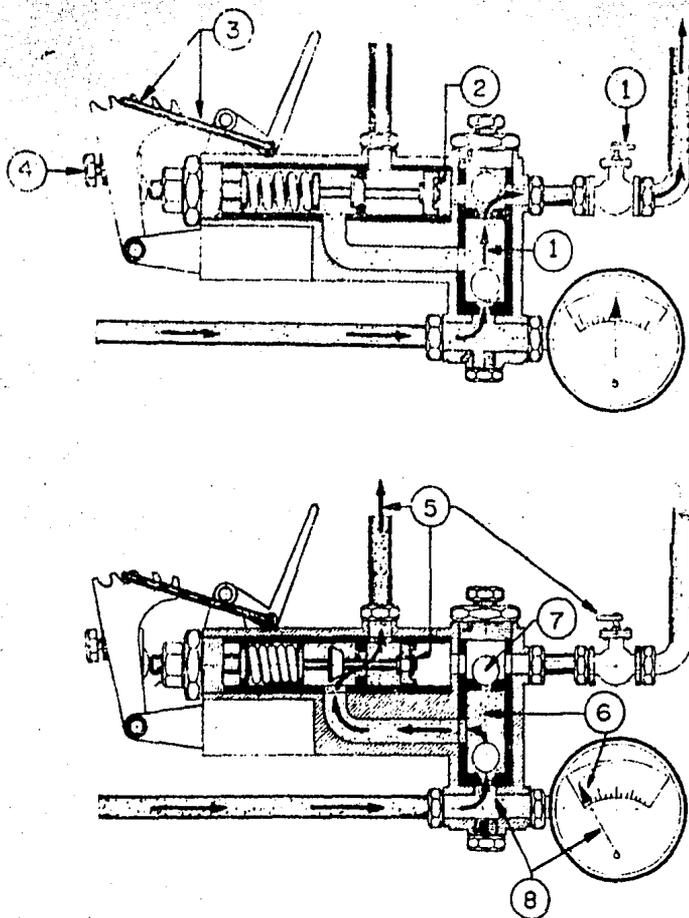


Fig. 6-9.

- 4) Se tiene además un tornillo para dar un ajuste más fino.
- 5) Al cerrar la llave de paso o con alguna sobrecarga, la presión de salida aumenta por un instante moviendo el pistón hacia la izquierda, abriendo un paso hacia la línea de derivación.
- 6) Al abrirse esta derivación, la presión baja en la cámara del regulador.
- 7) La bola superior tapa el paso manteniendo la presión sobre el pistón.
- 8) La bomba sigue llevando líquido al conducto de retorno pero sin contra presión.

Las bombas de pistones se usan mucho para aplicaciones que requieren gotas finas con bajo volumen, aunque también pueden ajustarse para dosificar en alto volumen y con gotas gruesas. La capacidad en cuanto el gasto de líquido varía según las necesidades de 40 hasta 150 litros por minuto.

La bomba rotatoria de engranajes es muy similar a la bomba de aceite del motor de un tractor (fig. 6-10). Cuando los engranes giran, el líquido entra por el tubo de admisión, pasando alrededor de los mismos cerca de la caja y se expulsa por el otro extremo. Estas bombas tienen la ventaja de no producir oscilaciones en la presión, por lo que no requieren de cámaras de aire. Tiene problemas cuando se trata con polvos mojables, pues las partículas actúan como esmeril desgastando rápidamente los dientes. Es muy usada para rociar malas hierbas.

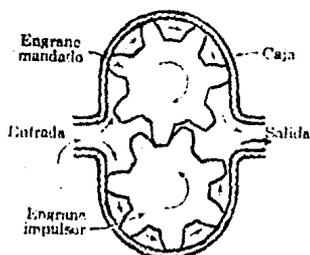
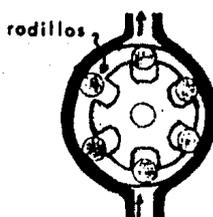


Fig. 6 - 1 0 .

Las bombas de impulsor con rodillos son muy empleadas para bajas presiones y grandes caudales (fig. 6-11). Dentro de su caja cilíndrica se encuentra un impulsor excéntrico con 4 ó 6 rodillos de nylon en su periferia. Al girar este impulsor provoca que los rodillos se peguen a la caja por la fuerza centrífuga. Esta excentricidad es precisamente la que le da la presión al líquido auxiliado por el empuje de los rodillos durante el giro. No permiten altas presiones, pero si buenos caudales, son también sensibles al desgaste si el fluido contiene partículas sólidas; son como se ve, sencillas y económicas.

Fig. 6-11.



El funcionamiento de una bomba de paletas deslizantes es muy parecido y trabaja bajo el mismo principio que una de rodillos (fig. 6-12). O sea, el impulsor posee aspas deslizantes en su alrededor en lugar de rodillos. Las bombas de cuatro aspas producen una presión de aproximadamente 7 Kg./cm².

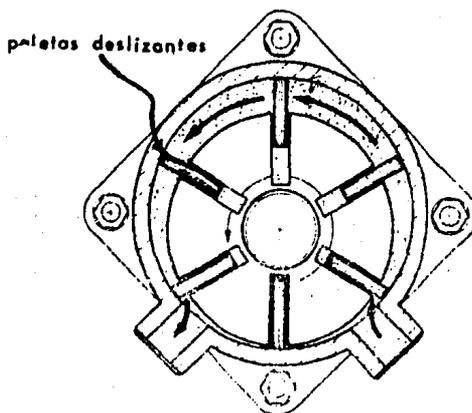


Fig. 6-12.

Las bombas de pistón-membrana son en realidad una variante de la bomba de - pistones, en lugar de hacer contacto directamente el émbolo con el líquido, lo hace una membrana elástica que se ve deformada por el movimiento alternativo del pistón, variando por lo tanto el volumen de su cavidad, provocando el bombeo y controlando el flujo mediante válvulas de admisión y expulsión- (fig. 6-13). Se utilizan para presiones medias (de 20 Kg./cm². aproximada- mente) y con poco caudal.

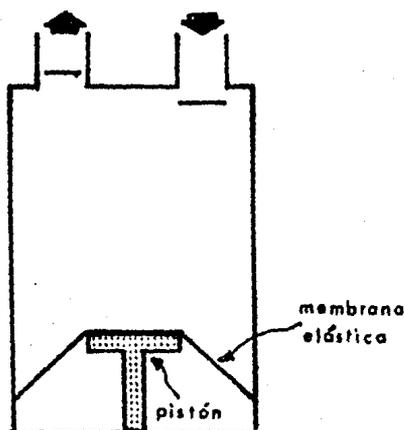


Fig. 6-13.

En las bombas centrífugas la aspiración y la impulsión se lleva a cabo por un rotor con aletas que gira dentro de una caja en forma de voluta (fig. -- 6-14). Estas bombas son capaces de manejar grandes caudales (hasta de 800 - lts/min.) con poca presión. Pueden ser usadas para tratamientos con solucio- nes abrasivas.

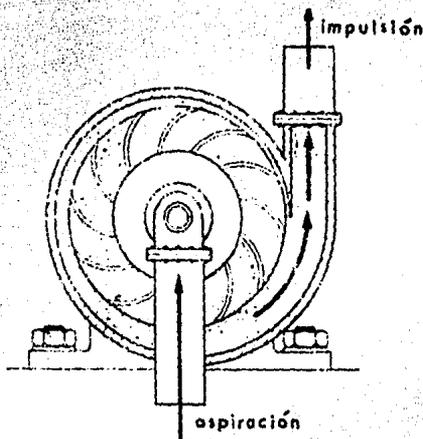


Fig. 6-14.

BOQUILLAS PULVERIZADORAS.

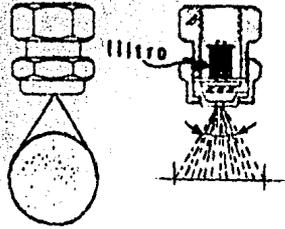
Las boquillas son las encargadas de aumentar la velocidad y fragmentar el líquido en gotas individuales de un tamaño que varía según el caso, de 50 hasta 500 micras aproximadamente. La boquilla efectúa su labor de pulverización por la presión ejercida por la bomba, por lo tanto su grado de atomización y el caudal dependen exclusivamente de la presión y del tamaño de su orificio. Al aumentar la presión se dispone de mayor gasto pero se disminuye el diámetro de las gotas. Para tratamientos de alto volumen se necesitan por lo tanto, boquillas con orificios relativamente grandes, que darán gotas más gruesas con una presión menor de la bomba.

Por la forma del chorro que producen, las boquillas más comunes se clasifican como se describe a continuación:

- 1) Boquillas de cono sólido. Se emplean para tratamientos de malas hierbas en praderas, ya que cubren una superficie circular de forma continua. -- Consta de una cámara de forma semiesférica colocada antes de la salida de la boquilla, donde el líquido adquiere una turbulencia con la presión ejercida (fig. 6-15). Por lo general, las boquillas deben estar provis-

tas de un pequeño filtro antes de la cámara de turbulencia.

Fig. 6-15.



- 2) Boquillas de cono hueco. Estas boquillas proporcionan un perfil de distribución redondo y hueco. Están equipadas con un dispersor de choque interno o externo al centro del chorro que forma precisamente el cono hueco (fig. 6-16). La cobertura de estos chorros es aproximadamente la misma - de una boquilla de abanico (fig. 6-17). Pero los chorros no se pueden -- traslapar sin choque de las gotas de dos boquillas adyacentes.

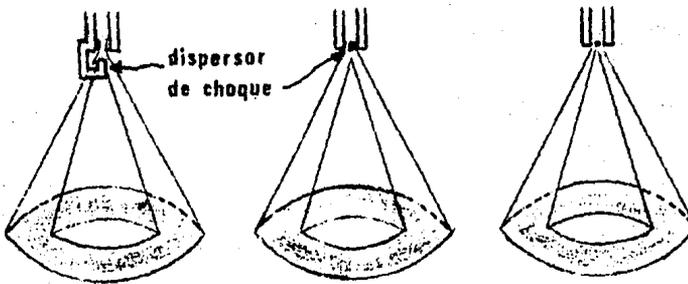


Fig. 6-16 Distintos modelos de boquillas de cono hueco.

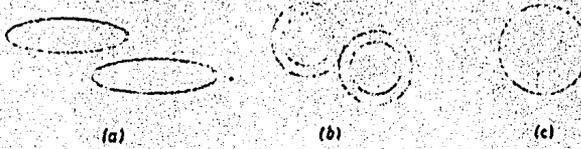


Fig. 6-17.

Formas de los chorros del rocío:

- a) Tipo de abanico.
- b) tipo de cono hueco.
- c) tipo de cono sólido.

3) Boquillas de cono oblicuo. En donde el líquido choca a la salida con una pared perpendicular a la dirección del flujo, con una distancia que puede ser variable y una distribución como se muestra en la fig. 6-18.

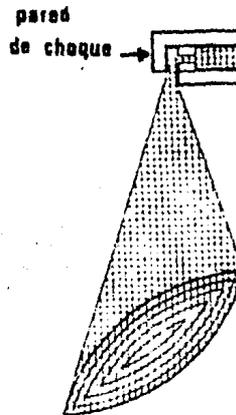
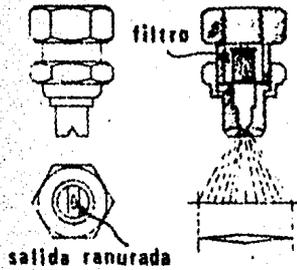


Fig. 6-18.

4) Boquillas de abanico. Son recomendables para pulverizaciones de bajo volumen y bajas presiones, ya que proporcionan mejor cobertura y penetración que las demás. El perfil de distribución es como se muestra en la figura 6-19, plano y perpendicular al avance de la máquina. Consiste simplemente de una pastilla ubicada a la salida del chorro con una ranura alargada que produce su forma de distribución aplanada.

Fig. 6-19.



BARRAS PORTABOQUILLAS.

Las barras portaboquillas o aguilones como su nombre lo indica, son las encargadas de soportar el juego de boquillas en la forma más conveniente, dependiendo del tratamiento que se vaya a dar: disposición horizontal, cuando se está rociando en franjas para cultivos en hileras, pastizales, etc.; disposición vertical, cuando se trabaja en viñedos, huertos, etc.. Normalmente se construyen con tubo de cobre galvanizado. Según la capacidad del equipo-aspersor, el ancho de la barra puede ser desde 6 hasta 24 m. Para facilitar su transporte y el paso a través de las tranqueras, el aguilón se encuentra dividido en tres o cinco secciones que además son plegables (fig. 6-20).

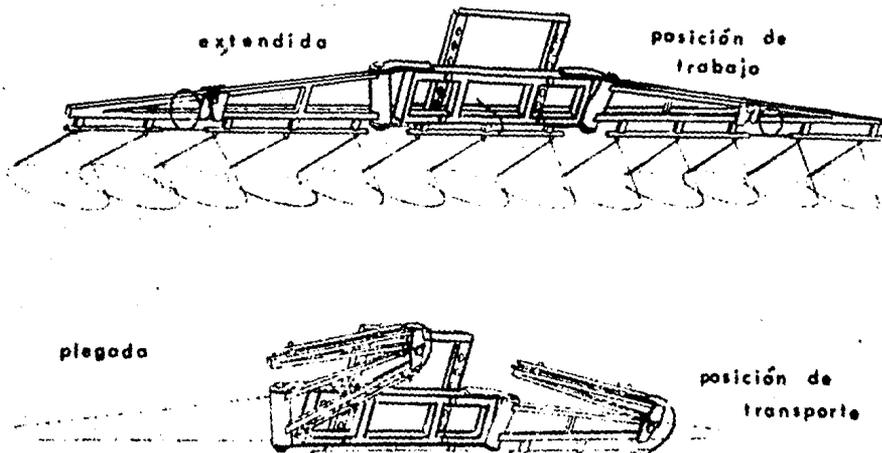
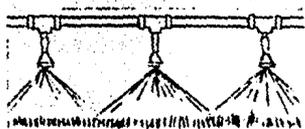
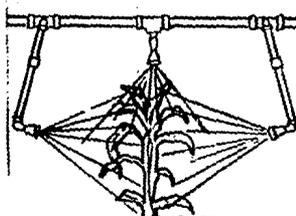


Fig. 6-20.

Generalmente cuando la siembra se hizo al voleo (pastizales, campos de golf, etc.) las boquillas se disponen en líneas separadas y equidistantes entre sí, aproximadamente de 45 a 55 cm. cada una, para cubrir totalmente el terreno por fajas (fig. 6-21a). Cuando el cultivo se hizo en hileras, se instalan además unas extensiones en "T" para alcanzar los lados y la parte interior de las hojas de las plantas (fig. 6-21b).



(a)



(b)

Figs. 6-21.

Como la separación de las boquillas en la barra distribuidora es fija, la única forma de lograr un perfecto recubrimiento del terreno sin tener dosis excesivas, es la de mantener una distancia absolutamente paralela al suelo, que de otra forma aparecerían los defectos que se observan en la fig. 6-22. Por esto, es muy importante que el pulverizador cuente con la posibilidad de una barra portaboquillas ajustable en cuanto a su altura sobre el piso, para obtener un perfil de distribución bastante uniforme sobre las plantas (fig. 6-23).

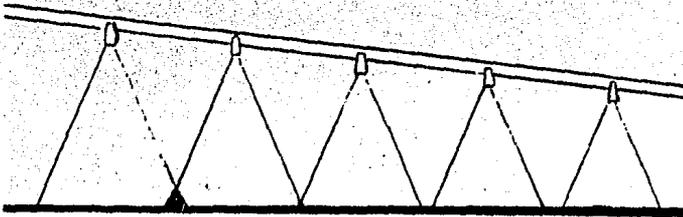


Fig. 6-22.

Distribución irregular causada
por la inclinación de la barra

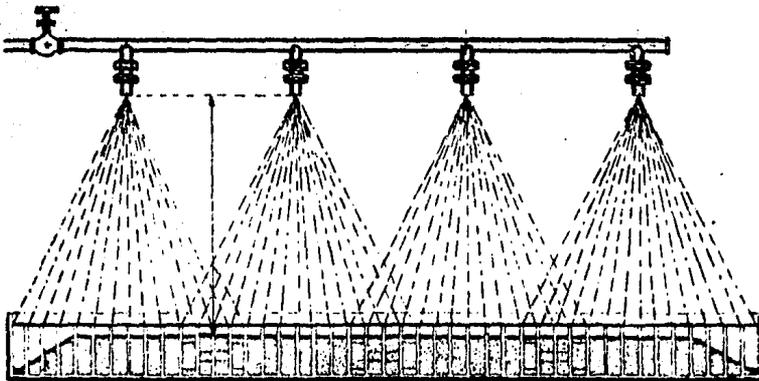


Fig. 6-23.

TIPOS ESPECIALES DE PULVERIZADORES.

El equipo más sencillo de pulverizador es el que se transporta como una mochila (fig. 6-24). Su capacidad está limitada hasta los 20 litros en el tanque, su forma de accionamiento es totalmente manual. Con una mano el opera

El operario acciona una bomba de diafragma, cada vez que vaya dosificando el producto que dirige mediante una lanza con la otra mano. Se utilizan generalmente en las huertas frutales y de hortalizas que tienen poca extensión.



Fig. 6-24.

De los pulverizadores de tiro, los primeros en aparecer eran los arrastrados por fuerza animal, aún cuando todavía se encuentran en uso en algunas pequeñas poblaciones, el arrastre lo proporciona uno o una cuadrilla de caballos (fig. 6-25). Su construcción y funcionamiento son de la siguiente manera:

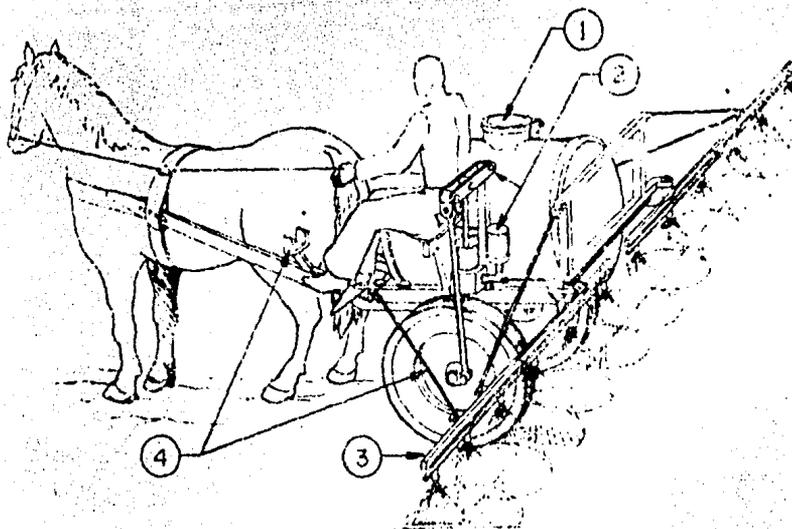


Fig. 6-25.

1) Depósito.

2) Bomba; su accionamiento se aprovecha del giro de las ruedas, a cada lado se instala una bomba.

3) Sección de la barra portaboquillas.

4) Para el transporte, se desconecta el implemento. Para desconectar la bomba se debe desacoplar la biela y el mecanismo del balacín.

Poco después surgieron los pulverizadores que eran arrastrados manualmente pero instalados sobre carretillas (también se encuentran en uso varios de este tipo). Tienen capacidad para un tanque de hasta 70 litros, con presiones relativamente bajas y una bomba de impulsión manual que requieren de presión previa para bombear el líquido a través de la lanza. Su uso se limita a huertas relativamente pequeñas (fig. 6-26).

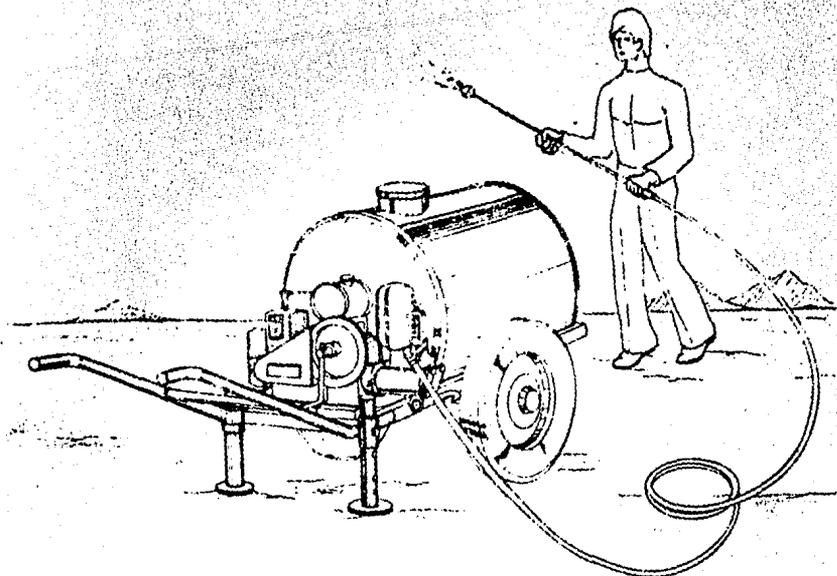


Fig. 6-26.

Hoy en día, se utilizan cada vez más los pulverizadores de campo movidos -- por tracción mecánica, que puede ser suspendido al enganche hidráulico del tractor (fig. 6-27) o bien acoplados a la barra de tiro del mismo, según sea el equipo. Los pulverizadores de montaje constan de una serie de elementos-- que arma el propio usuario y lo monta directamente al tractor. La bomba que se emplea es generalmente del tipo rotativo con acoplamiento directo a la -- toma de fuerza del tractor. La capacidad del tanque se ve limitada únicamen-- te por las posibilidades de carga del tractor, su sistema de agitación es -- usualmente hidráulico. El ancho de trabajo varía de 8 a 12 metros.

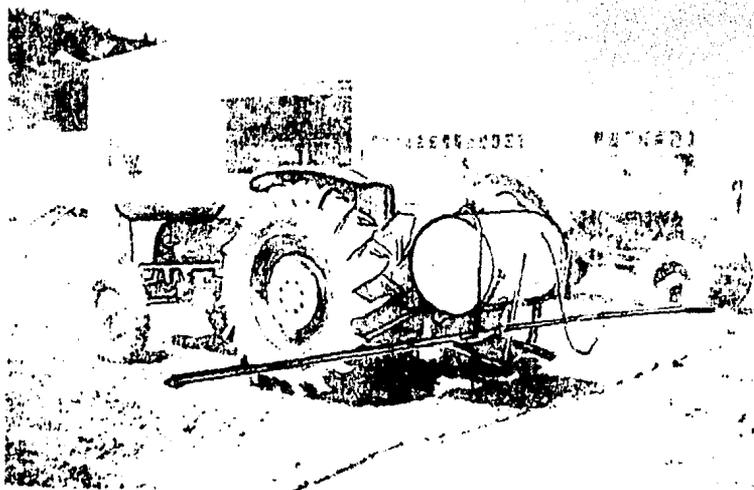


Fig. 6-27.

Con el pulverizador de tipo remolque o de arrastre, se dispone de mayor capacidad en el tanque, desde 200 a los 1,000 lts. y de mayor longitud en la barra distribuidora, pues puede tener hasta 24 metros de ancho. La única limitación que puede tener este equipo en cuanto a su peso y tamaño, es la posibilidad de ocasionar demasiado apelmazamiento o compactación en el terreno. Para cierto tipo de cultivos como los viñedos, maizales así como otros que tienen mayor altura y puesto que tienen mucha importancia el darles un tratamiento adecuado en grandes superficies, se llegan a diseñar máquinas muy especiales dedicadas únicamente a realizar estos trabajos, que permiten cubrir varias franjas sin causar daño a las plantas (fig. 6-28), algunos de estos equipos llegan a tener 2.50 metros de altura libre sobre el terreno.

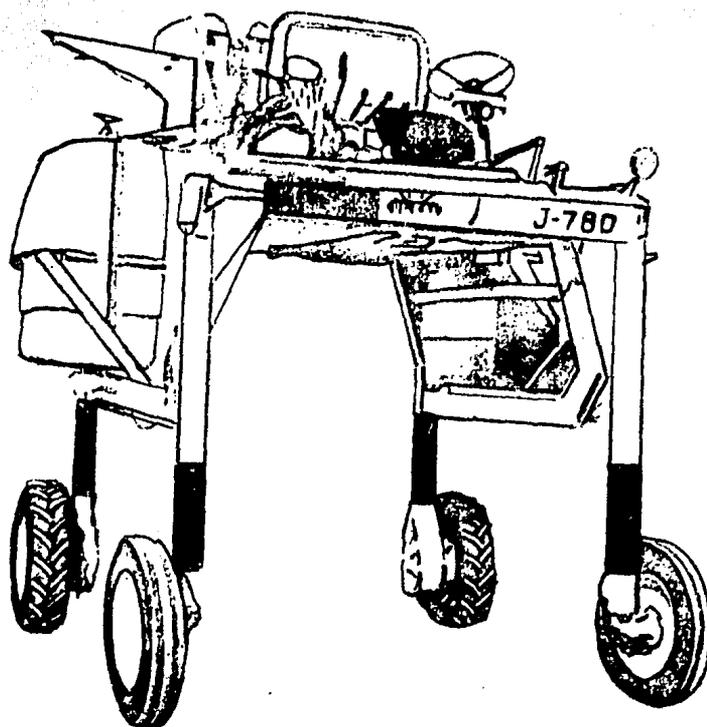


Fig. 6-28.

Vehículo autopulsado especial para tratamientos altos.

Cuando se requiere dar tratamientos a las grandes explotaciones agrícolas, - mediante un estudio previo económico de costos, es muy conveniente considerar la posibilidad de realizarlos mediante un equipo pulverizador montado - sobre una avioneta o bien sobre un helicóptero. La principal ventaja que se obtiene con un tratamiento aéreo, es la rapidez en su ejecución, ya que se puede llegar a unas 150-180 hectáreas durante una jornada de trabajo si las condiciones climatológicas lo permiten. Por el contrario, se tienen una serie de inconvenientes, que habrá que considerar también para una aplicación aérea, como son:

- 1) Las avionetas requieren de una mínima infraestructura cercana a la parcela para despegues y aterrizajes. El helicóptero no lo necesita, pero su

costo de adquisición o contratación es bastante superior.

- 2) El relieve del terreno debe ser lo suficientemente plano.
- 3) La distribución del producto es muy sensible a la velocidad del viento.-- Su aplicación debe realizarse con vientos menores a los 5 Km/h. En la figura 6-29, se puede notar los efectos que causan un viento de costado de solo 3.2 Km/h., al alterar la uniformidad en la distribución del líquido.

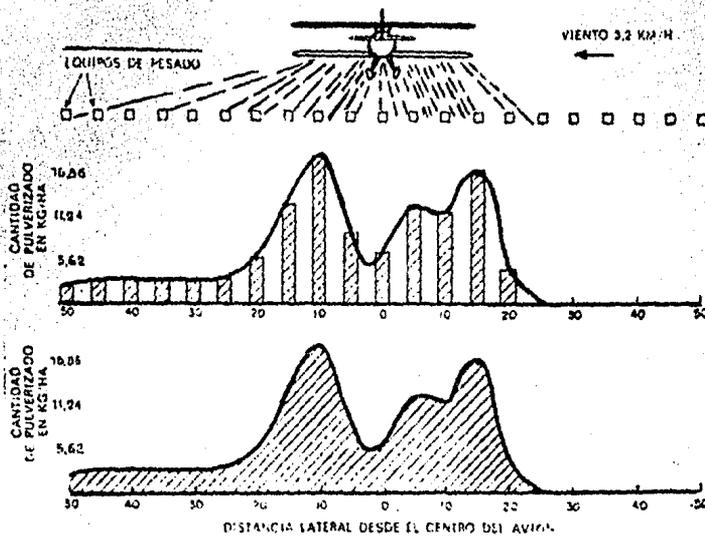


Fig. 6-29.

El tratamiento aéreo más generalizado es el de bajo volumen con un menor -- gasto del fluido a los 50 lts/ha. El depósito tiene capacidad para 300-600 litros, la bomba es accionada por el motor del avión y se tiene una barra -- fija con 30 ó 40 boquillas de distribución del líquido. La altura que sobre vuelan es apenas de 2 a 3 metros en las avionetas y de 1.5 metros en los he licópteros.

SELECCION DEL PULVERIZADOR.

El agricultor antes de pensar en la adquisición de un equipo pulverizador, -deberá considerar y analizar una serie de factores muy importantes en la selección de un determinado implemento, que le produzca la eficacia esperada -en su tratamiento con el menor costo posible, entre estos factores podemos -señalar como los más importantes a los siguientes:

- El tipo de cultivo afectado y su extensión.
- La plaga o enfermedad a combatir. Que determinará la tensión superficial -requerida en el fluido (adherencia suficiente sobre las hojas de las plan -tas).
- Dosis de líquido a distribuir por hectárea de terreno. Que dependerá prin -cipalmente de la velocidad de la máquina, del número de boquillas o lan -zas y de la presión recomendada por el fabricante de ese equipo.
- Rendimiento que se desee obtener.
- Condiciones climatológicas imperantes en la zona. Es muy importante consi -derar sobre todo el tiempo en el que se piensa aplicar este tratamiento, -ya que si la aplicación no se realiza en su debida oportunidad, puede com -prometerse todo el valor de una cosecha.
- Por último, hay que tomar en cuenta que la mayoría de los productos quími -cos pueden ser tóxicos para el hombre, los animales domésticos y hasta pa -ra algunas especies vegetales. Por esto, el equipo debe contar con siste -mas regulables y ser muy preciso en su distribución al controlar su alcan -ce.

CALIBRADO DE UN PULVERIZADOR.

Antes de realizar cualquier tratamiento fitosanitario, es necesario compro-

bar y calibrar el equipo, con objeto de determinar la dosis adecuada del producto y el volúmen total de líquido que debe distribuirse por hectárea. Este principio se basa en determinar el gasto de las boquillas y la velocidad de trabajo de la máquina. El cálculo para calibrar estos equipos consiste de los siguientes pasos:

- 1.- Se llena el tanque del equipo con agua limpia solamente. Es importante-- marcar el nivel original del líquido antes de empezar la dosificación.
- 2.- Se mide una distancia de recorrido de cien metros con dos estacas limitadoras.
- 3.- Se recorre este camino de ida y de vuelta (200 metros en total), a la velocidad especificada y con el pulverizador en acción.
- 4.- Al finalizar este recorrido se mide cuidadosamente el agua gastada durante nuestro tratamiento.
- 5.- Por último, se multiplica el volúmen gastado (en litros) por 100, dividiendo este resultado por el doble del ancho tratado por obtener la proporción de litros por hectárea empleados.

Si por medio de este cálculo se ha llegado a la dosis recomendada, podemos iniciar entonces añadiendo el producto al tanque. En caso contrario, se deberá modificar la presión o la velocidad del equipo, realizando de nueva cuenta esta prueba, hasta obtener el volúmen correcto.

ATOMIZADORES.

Los equipos atomizadores constan básicamente de los mismos elementos de un pulverizador, es decir: un depósito conteniendo la mezcla del producto químico y el agua, la bomba que impulsa el fluido hacia las boquillas. La principal variante que presentan, es en la distribución final del líquido, el cual es impulsado y disgregado también por un ventilador (fig. 6-30). O sea

que estas máquinas distribuyen el elemento activo mediante la presión ejercida sobre el líquido y además una corriente de aire. En toda la periferia del ventilador se encuentran instaladas las boquillas de distribución.

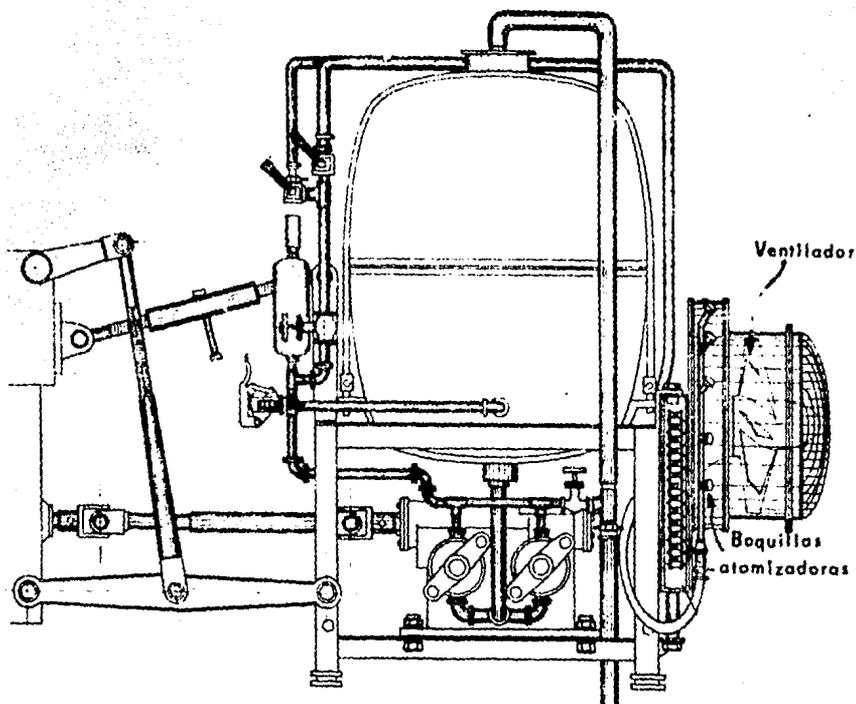


Fig. 6-30.

En este sistema de distribución se tiene una serie de ventajas, como son:

- 1) Reemplazar una buena parte del volumen de líquido por otro de aire, con el consiguiente ahorro de disolvente.
- 2) Reducción del peso de transporte en relación con un equipo pulverizador.
- 3) Mejoría en su alcance y en su cobertura del terreno, debido a que la tur

bulencia que provoca el ventilador produce un menor diámetro en las gotas.

Sus principales inconvenientes son; la mayor sensibilidad a las corrientes provocadas por el viento y su mayor peligro de toxicidad por permanecer más tiempo el producto en suspensión en el aire.

El ventilador es movido también por la toma de fuerza del tractor con una adecuada transmisión de potencia por medio de cadenas o bandas. Este tipo de ventilador trabaja con bajos volúmenes de aire, pero lo impulsa a una elevada velocidad (más de 60 m/seg.), por lo cual, la bomba solo se encarga de transportar el líquido hacia las corrientes de aire. El atomizador se caracteriza por conseguir óptimos niveles de distribución aunque su alcance es menor que el de un nebulizador, por lo cual su utilización está dedicada a ciertos cultivos de pequeña extensión (por ejemplo algunos viñedos).

NEBULIZADORES.

El equipo nebulizador posee también los mismos elementos de un atomizador, a diferencia que sus boquillas son capaces de producir un diámetro menor a las 50 micras aproximadamente por gota.

El ventilador maneja un porcentaje mayor de volumen de aire, aunque lo mueve a poca velocidad (menos de 25 m/seg.), con lo cual el producto permanece en suspensión en el aire en forma de niebla durante mayor tiempo. No obstante estas diferencias, a menudo se puede llevar a cabo un tratamiento de nebulización con el equipo atomizador, modificando la corriente del ventilador y combinando el tipo de boquillas. Por lo general estos equipos nebulizadores son arrastrados por un tractor y accionados por su toma de fuerza, aunque también los hay autopropulsados y con motor propio. Su construcción, como puede observarse en la figura 6-31 consta de los siguientes elementos:

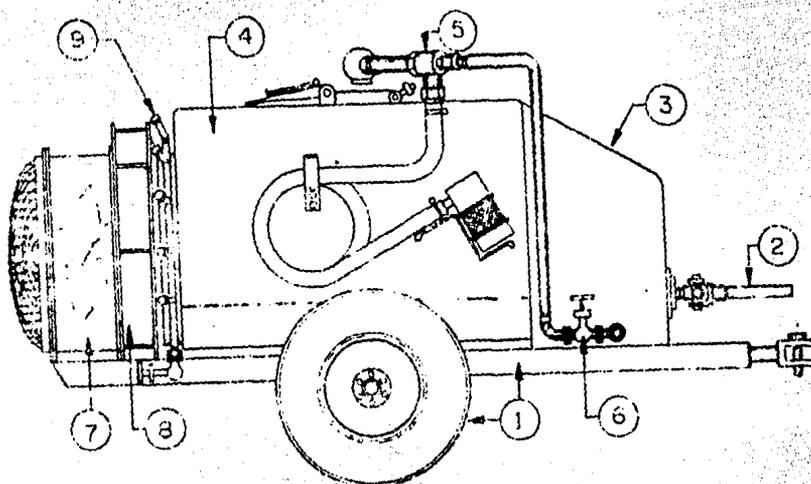


Fig. 6-31.

- 1) Chasis con sus ruedas y dispositivos de enganche.
- 2) Toma de fuerza para accionar la bomba y el ventilador.
- 3) Compartimiento de la bomba.
- 4) Depósito con capacidad hasta de 2,000 litros.
- 5) Hidroinyector con manguera y filtro para el llenado del tanque.
- 6) Llave de paso para conectar el servicio de bombeo con el hidroinyector.
- 7) Ventilador.
- 8) Mamparas guías para la corriente de aire.
- 9) Tubo de distribución con boquillas en su periferia.

El equipo trabaja automáticamente, pues solo es necesario el operador del tractor para activar él mismo la operación de nebulizado. Se emplea generalmente en las grandes plantaciones de frutales, arboles de gran tamaño y en hortalizas, en donde la mayor parte del flujo se orienta hacia las copas de los árboles (fig. 6-32). La dirección y cantidad de niebla que sale de las boquillas se controla por medio de aletas orientales y obturadores para aprovechar al máximo el producto, evitando así que salga un exceso de aire en dirección vertical, donde prácticamente no encontrará vegetal que tratar.

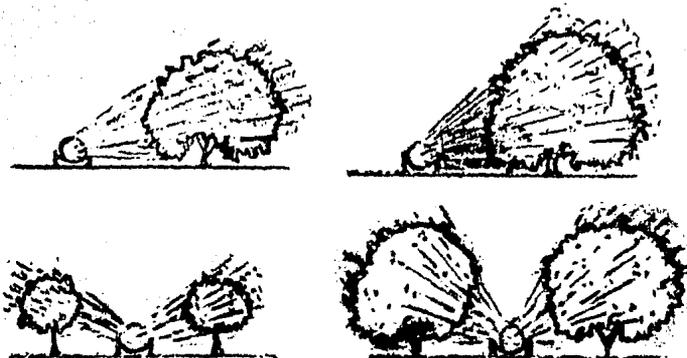


Fig. 6-32.

Las bombas empleadas son de varios tipos, con capacidades de hasta treinta litros por minuto y trabaja presiones con rangos desde 3 hasta 30 Kg/cm². -- Los ventiladores son generalmente de tipo centrífugo, aunque también los hay de corriente axial. Las unidades más pequeñas tienen ventiladores que mueven aproximadamente 140 m³/min. de aire. Los equipos nebulizadores más pesados manejan hasta 700 m³/min. de volumen de aire, con velocidades de -- 160 Km/hora y requieren de un motor de 65 H.P. de potencia.

EQUIPOS DE ESPOLVOREO

HISTORIA.

El primer método para aplicación de pesticidas en forma de polvo, debió --

consistir en sacudir un costal tejido conteniendo el producto químico, esparciéndolo sobre las plantas. Hacia 1895 W.R. Monroe en Ohio, inventó los espolvoreadores accionados manualmente, que posteriormente se sustituyeron por tracción animal y motorizada. En 1920 se acoplaron ventiladores y dispositivos para la descarga, montados sobre ruedas y tirados por medio de caballos para tratamientos en los plantíos de algodón. Diez años después, estos espolvoreadores ya eran montados sobre el tractor para trabajar en las grandes extensiones.

DESCRIPCION DEL EQUIPO ESPOLVOREADOR.

Aunque la proporción de los tratamientos por medio del espolvoreo con respecto a otros medios convencionales, como los descritos anteriormente, es muy pequeña. No obstante, para ciertos tratamientos el método de aplicación con productos en forma sólida continúa siendo eficaz. Una de estas aplicaciones es la que se lleva a cabo en huertas de árboles de gran tamaño y hasta en algunos cultivos en hileras.

Estos equipos son muy convenientes por ser bastante sencillos sus mecanismos, además de económicos; y el producto no requiere ser disuelto en agua, por lo que es bastante ligero y facilita realizar algunos tratamientos en aquellas zonas donde escasea el agua. Lógicamente, también posee ciertas desventajas importantes: la primera, es su poca adherencia o fijación a las plantas, es más sensibles a la acción del viento y no es fácil conseguir una distribución uniforme. Últimamente se han desarrollado ciertas técnicas para lograr mayor adherencia por medio del espolvoreo electrostático: que consiste simplemente en cargar positivamente el producto químico en polvo, por lo que las partículas son atraídas con más fuerza por las plantas, donde supuestamente existen cargas negativas.

El equipo espolvoreador consta generalmente de una tolva con su respectivo agitador, un soplador accionado por la toma de fuerza del tractor (aunque también existen equipos con motor propio) un ducto y su sistema de distribución (fig. 6-33).

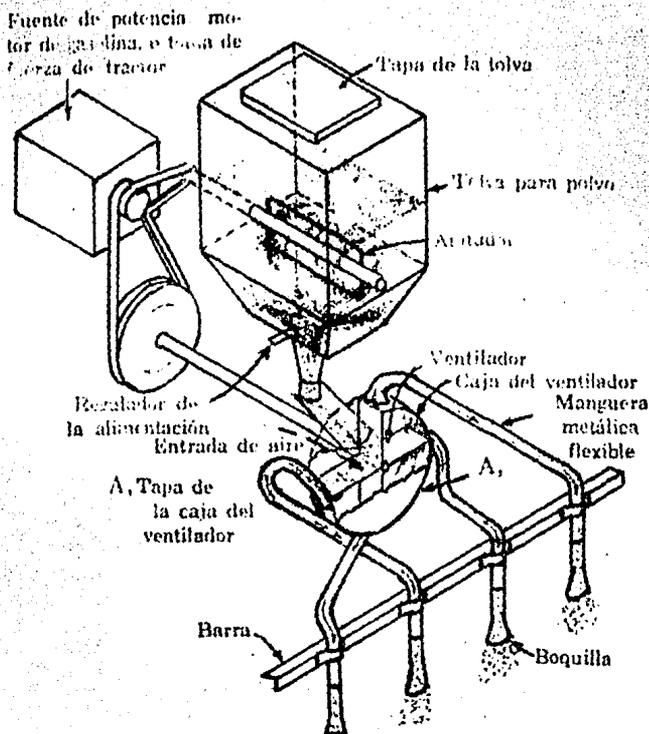


Fig. 6-33.

El agitador al girar dentro de la tolva evita que el polvo se apelmaze y -- compacte; al fondo de la tolva se encuentran los alimentadores que dosifican el polvo y lo envía hacia el ventilador.

La corriente de aire que produce el ventilador desmenuza el polvo en partículas todavía más finas, provocando así una niebla que es distribuida sobre el cultivo.

Los equipos más sencillos y ligeros son, como los descritos en los pulverizadores, los de mochila (fig. 6-34) con capacidad en la tolva de 4 a 10 - litros. La tolva normalmente va sobre la espalda del operador.



Fig. 6-34.

Otros tipos pueden montarse al enganche hidráulico del tractor, o bien son montados sobre un remolque y están accionados por la toma del mismo. Lógicamente de esta forma se dispone de mayor capacidad en las tolvas; por ejemplo, un espolvoreador de los más comunes provee un tratamiento de aproximadamente 35 Kg. de polvo por hectárea con una velocidad de 8 Km/h y dando un rendimiento hasta de 5 hectáreas por hora en un cultivo en hileras.

Ultimamente, al igual que en los tratamientos con equipos pulverizadores, se han incrementado las distribuciones con espolvoreadores en equipos aéreos, debido a su alto rendimiento. Con los aparatos aéreos se puede alcanzar a tratar de 20 a 30 hectáreas por hora, dependiendo de la velocidad del aire y de las condiciones climatológicas del lugar.

El equipo va instalado dentro del fuselaje, justo debajo del asiento del piloto (fig. 6-35), el polvo es alimentado por un dosificador con una abertura transversal a lo ancho del fuselaje, el piloto es quien acciona una corredera que gradúa más o menos la salida de alimentación. El polvo cae directamente sobre un dispositivo en forma de venturi ligeramente inclinado hacia abajo, en donde la corriente de aire proveniente de la hélice incide a través del tubo, arrastrando consigo el polvo a alta velocidad y esparciéndolo en forma de una columna expansiva descendente y giratoria que va a depositarse sobre el cultivo.

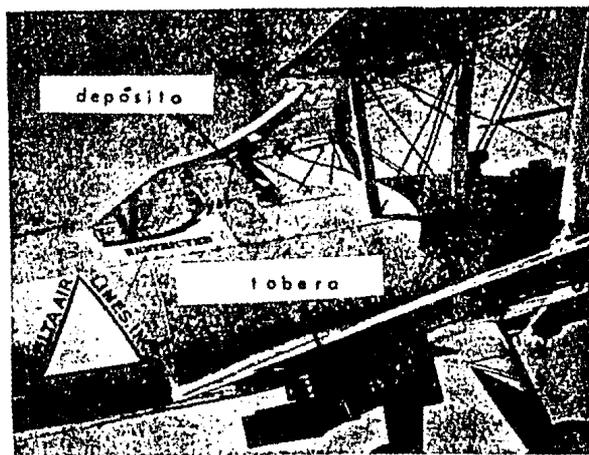
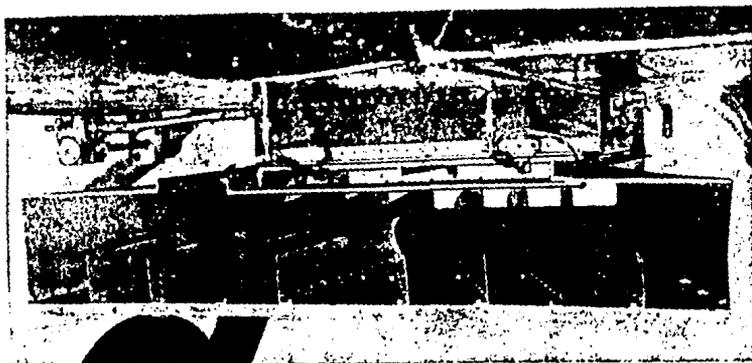


Fig. 6-35.



CAPITULO SEPTIMO

MAQUINARIA PARA DISTRIBUIR FERTILIZANTES

Con el uso continuo del suelo para la obtención de los diferentes cultivos, éste va agotándose paulatinamente de elementos nutritivos y de reservas de humedad que absorben las plantas durante su crecimiento. Es preciso, por lo tanto, recurrir a la utilización e incorporación de materiales fertilizantes que renueven los componentes básicos de un suelo para su explotación agrícola. Por ejemplo, en un suelo arenoso se pierden fácilmente los elementos nutrientes con fuertes precipitaciones en la zona, pues está sujeto a deslaves internos. Por otra parte, en un suelo arcilloso y con escasez de lluvias, se tiene mayor capacidad para retener estos elementos nutritivos.

La función principal que debe realizar un distribuidor de fertilizante, es la de esparcir con la mejor uniformidad y colocar al elemento nutriente en las capas radicales, para que de esta manera sea más fácil el aprovechamiento de los mismos por parte de los cultivos.

Es básico hacer mención de la importancia que guarda la mecanización y en algunos casos la automatización de este tipo de operaciones. No sería posible trabajar una explotación agrícola moderna ni una ganadera, por pequeña que ésta sea, con métodos tradicionales o de aplicación a mano. Una alternativa de las más interesantes es lograr una combinación de labores agrícolas con una ganadera para el mejor aprovechamiento de una finca, con la incorporación de materias orgánicas (estiércol), que garanticen resultados satisfactorios durante las cosechas.

Existen cuatro tipos básicos de productos aboneros que pueden aplicarse:

- 1) ESTIERCOLES
- 2) FERTILIZANTES SOLIDOS (granulados o en polvo).

3) FERTILIZANTES LIQUIDOS

4) FERTILIZANTES GASEOSOS (amoníaco anhidro).

Para la distribución de estos abonos sobre el suelo, a los cultivos en diversas formas y diferentes épocas, se requiere en cada caso un equipo especializado de aplicación.

Existen diversas formas en que deben aplicarse los fertilizantes, a saber:

- Al voleo sobre el terreno (fig. 7-1a).
- Aplicación del estiércol antes del laboreo.
- Aplicación conjunta con la operación de siembra (fig. 7-1b).
- Distribución sobre pastizales o cultivos ya emergidos.
- Aplicación durante la operación del cultivo.
- Dosificado durante el agua de riego.
- Aplicaciones foliares.



Fig. 7-1a. Colocación del fertilizante al voleo.



Fig. 7-1b. Distribución conjunta del fertilizante con la semilla.

DISTRIBUIDORAS DE ESTIERCOL.

El estiércol puede aplicarse en forma sólida (seco) y en forma líquida (purín) diluido en agua.

El distribuidor de estiércol sólido, el cual se tratará primeramente, se le conoce también como máquina estercolera.

La primera máquina la inventó en 1865 Jose Kemp, que era básicamente una distribuidora de carreta. La primera patente la obtuvo John Deere, alrededor de 1870. Hacia el año de 1877 Jose Oppenheim ideó una banda transportadora o cadena sinfín que adaptó al distribuidor de estiércol en forma comercial.

Antes de estudiar una distribuidora de estiércol, cabe mencionar primero, un implemento acoplable a la parte frontal del tractor que sirve para cargar la máquina estercolera. Es muy frecuente encontrar una pala cargadora frontal - adaptada y accionada mediante la fuerza hidráulica de un tractor que disponga de 50 H.P. o más de potencia, siempre y cuando el costo de este equipo lo justifique el volumen de la explotación agrícola.

El sistema de cargador frontal como un implemento (fig.7-2), consta de una estructura sólidamente acoplada al tractor y un sistema hidráulico de simple efecto de uno o dos pistones. Es un apero muy común, pero que afecta considerablemente al eje delantero y al embrague debido a que lo somete a grandes esfuerzos. El aceite a presión proviene del circuito hidráulico del tractor. Junto con un estudio de rentabilidad de este implemento, es requisito considerar también la facilidad para desmontarlo y montarlo al tractor, ya que en ocasiones este trabajo se torna demasiado complejo. Su rendimiento horario es de hasta 25 toneladas, si las condiciones del piso y el acceso a la granja lo permiten. Tienen una capacidad de levantamiento de 400-500 Kg. por ciclo, con una altura libre de aproximadamente 3 metros.

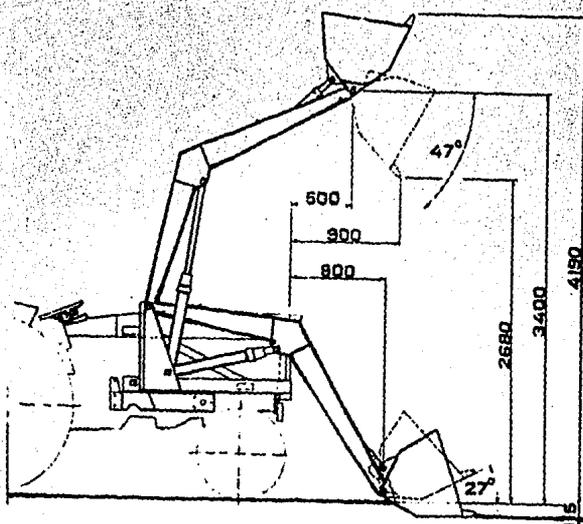


Fig. 7-2.

DESCRIPCION DEL EQUIPO.

Una máquina distribuidora de estiércol se utiliza para transportar el abono al campo, desmenuzándolo y esparciéndolo en forma uniforme sobre la superficie del terreno.

Consta de un remolque o caja con una cadena transportadora en el fondo, la cual traslada la carga hacia la parte trasera (fig. 7-3), en donde se encuentran una o dos barras con dientes o aspas (batidores) que pican y desmenuzan el estiércol, por último cae sobre una barra con aletas helicoidales (esparcidor), que lo lanzan y lo esparcen sobre un ancho mayor hacia atrás y a los lados (fig. 7-4).

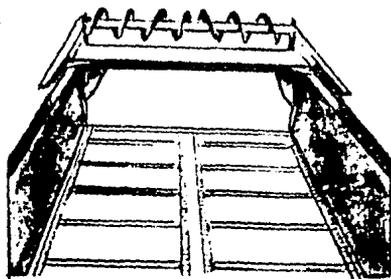


Fig. 7-3.

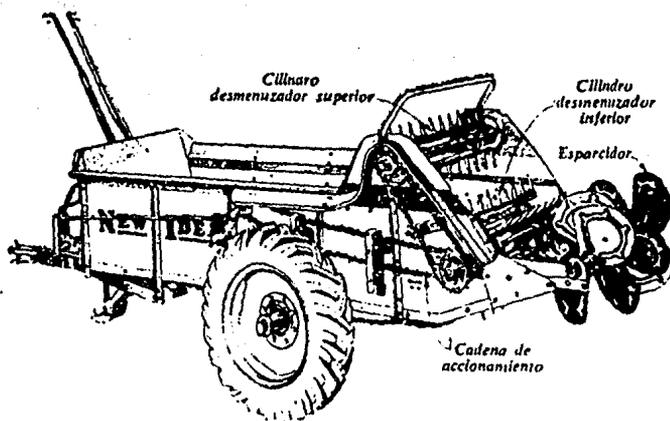


Fig. 7-4.

Este distribuidor se encuentra montado en algunos casos:

- a) Sobre dos ruedas a cada lado sobre un mismo eje, al que se llama de ruedas duales.
- b) En otros modelos, se tienen ruedas en tándem sobre dos ejes traseros con un total de cuatro ruedas.

c) También existen arreglos de cuatro ruedas, pero con un eje trasero y un delantero, solo que con este modelo se dificulta su marcha hacia atrás para su carga.

Estos tres últimos modelos o arreglos se aprovechan cuando el distribuidor es bastante grande o cuando el terreno se encuentra demasiado suelto.

d) En el modelo más común en los modernos distribuidores, se equipan solamente con un par de ruedas sobre un eje, donde el peso delantero se apoya sobre la barra de tiro del tractor, con lo que se proporciona mayor tracción sobre las ruedas traseras.

Los arreglos descritos aquí, se muestran en la figura 7-5.

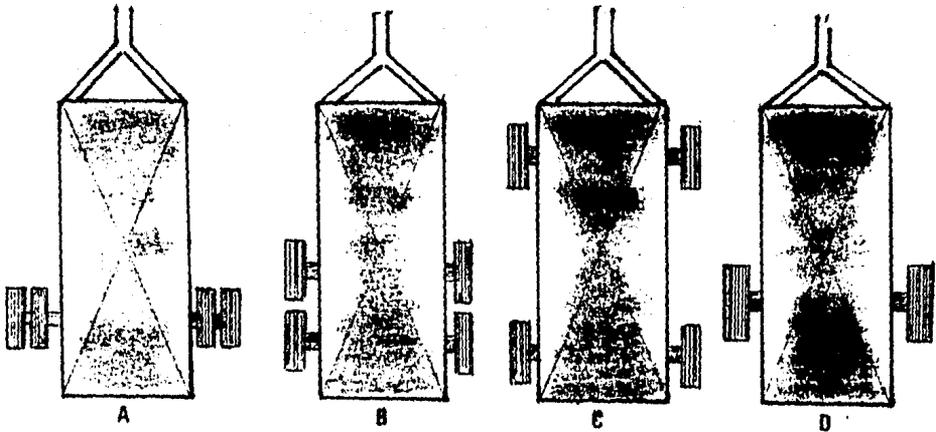


Fig. 7-5.

La principal diferencia que distinguen a estos equipos, es en el tipo de accionamiento para la propulsión de sus elementos y son los siguientes:

- Mediante la toma de fuerza del tractor.
- Por los neumáticos de transporte.

- Adaptación de motores hidráulicos.

De los dos primeros sistemas, se considera que las máquinas operadas por la toma de fuerza (fig. 7-6) involucran considerables ventajas, a saber:

En los mecanismos con propulsión por las ruedas de transporte, el tractor debe arrastrar la carga además de provocar suficiente fuerza sobre las llantas del distribuidor; que en caso contrario pueden llegar a derrapar en pendientes húmedas. Por esto, muchos agricultores prefieren el primer sistema, debido a que la fuerza de arrastre y la de propulsión se transmite al distribuidor por distintos caminos (la barra de tiro para jalarlo y por la toma de fuerza para accionarlo).

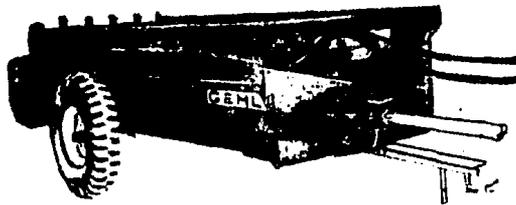


Fig. 7-6.

Otra ventaja que presentan, es en cuanto a los cambios de velocidad de rotación de sus elementos. En el distribuidor de accionamiento por los neumáticos, sus RPM dependen exclusivamente de la velocidad del tractor. En un distribuidor accionado por la toma de fuerza, sus RPM son función tanto de velocidad del tractor como de los cambios de velocidad del motor, incluso se puede distribuir la carga estando parada la máquina (aunque esto último no es muy frecuente).

Con el tercer sistema, mediante motores gobernados hidráulicamente introducidos recientemente en el mercado, se tienen las siguientes ventajas sobre los

dos primeros sistemas:

- Se ofrece mayor seguridad, evitando riesgos por roturas al haber atascamientos por piedras u otros elementos.
- Mayor posibilidad de regulación de las dosis por hectárea.
- Evitar posibles sobrecargas al motor del tractor por el uso de la toma de fuerza.

Los principales elementos de que se compone una máquina estercolera son los siguientes:

- 1) Chasis o bastidor.
- 2) Caja.
- 3) Cadena transportadora.
- 4) Batidores o desmenuzadores.
- 5) Eje esparcidor.

CHASIS.

Para el diseño de un bastidor se debe considerar que el estiércol es muy pesado, por lo que éste debe ser de construcción robusta pero lo suficientemente ligera para resistir la carga sin agregar demasiado peso. La armazón de esta estructura puede tener refuerzos longitudinales que van desde la barra de tiro hasta el eje trasero. O bien, pueden tener los travesaños en disposición transversal que evitan que el fondo se pandee. Si la estructura ha sido soldada, tanto mejor.

En algunos modelos, se instala un arco sobrepuesto o un arco invertido que

se prolonga desde el chasis para darle mayor rigidez a los costados de la caja y al bastidor mismo (fig. 7-7).

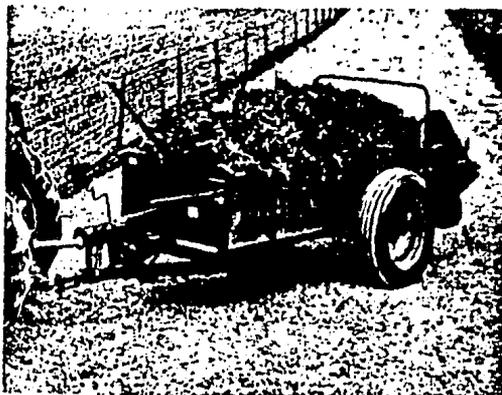


Fig. 7-7.

LA CAJA.

El tamaño de una caja establece la capacidad de un equipo distribuidor. Hay varios factores que determinan la adecuada elección de una máquina de este tipo: capacidad de tiro y accionamiento del tractor, distancia de acarreo a los campos, condiciones del suelo y tracción disponible, etc.

Las capacidades de los modelos más pequeños llegan hasta los 250 litros, -- mientras que los más grandes tienen hasta los 1,500 litros; aunque hay equi^opos que pueden montarse sobre el chasis de un camión y tienen capacidad para 6,000 litros (fig. 7-8). Esta capacidad, los fabricantes la pueden especificar a ras (al mismo nivel de las paredes laterales); pero la mayoría -- proporciona este dato como una carga colmada, que generalmente es como la -- trabaja un agricultor (fig. 7-9).

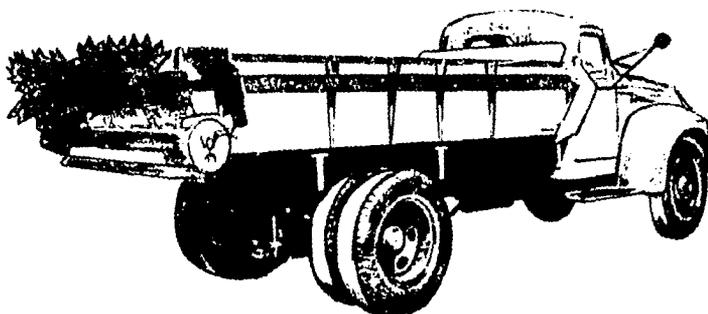


Fig. 7-8.

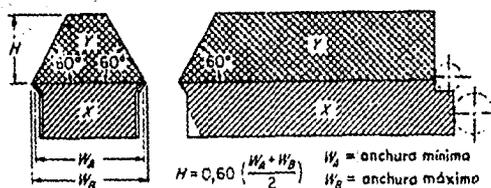


Fig. 7-9.

La mitad de los fabricantes construyen sus cajas de madera contrachapadas y tratadas con creosota, como agente protector contra la intemperie proporcionándole además suficiente duración. La otra mitad las construyen generalmente de láminas de acero, el fondo de la caja es del calibre 12 mientras que los costados se hacen del calibre 14.

La parte delantera de las cajas están ligeramente inclinadas hacia atrás, mientras que en la parte posterior se encuentra abierta a los cilindros desmenuzadores. Las paredes laterales deben ser fuertes, porque los cucharones del cargador las golpean a menudo. Generalmente cuando se diseña una caja,-

la parte trasera debe ser de 2 a 5 cm., más ancha que adelante, para evitar que el estiércol se apriete contra los costados durante el traslado hacia atrás (fig. 7-9).

CADENA TRANSPORTADORA.

Este mecanismo sirve para transportar el estiércol hacia la parte trasera para que sea desmenuzado por los cilindros. Consta de una cadena sinfín que corre longitudinalmente sobre el fondo y está acoplada sobre ruedas dentadas - adelante y atrás. El fondo de este remolque puede tener 2 ó 3 juegos de cadenas y hasta 4 en los de mayor capacidad, son impulsadas por un movimiento -- continuo y muy lento. En su parte superior llevan empernadas una serie de -- perfiles metálicos perpendiculares en forma de "L" , que sirven para desplazar la masa de estiércol hacia atrás. Este movimiento puede regularse de 25 hasta 75 mm. de desplazamiento por cada revolución de la rueda de transporte.

El mecanismo de accionamiento de una banda transportadora se ubica en la parte trasera del conjunto y está en el mismo eje de las catarinas de mando. El dispositivo más generalizado es el de una rueda de trinquete accionada por una uña y mecanismo de balancín y leva (fig. 7-10). Hay dos maneras para regular este mecanismo:

- El primero consiste en acoplar la leva motriz adecuada, pues ésta puede tener 2, 3 y hasta 4 lóbulos en su periferia; una leva con 4 lóbulos moverá al transportador una fracción más pequeña de vuelta cada vez, que una leva de 2 ó 3 lóbulos, pero moverá la cadena más continuamente.
- La otra forma de regulación dependen del ajuste, mediante una palanca, del balancín y la uña, ya que puede hacer girar a la rueda de trinquete cada uno, dos y hasta tres dientes cada vez, obteniendo de esta manera mayor o menor desplazamiento de la cadena transportadora.

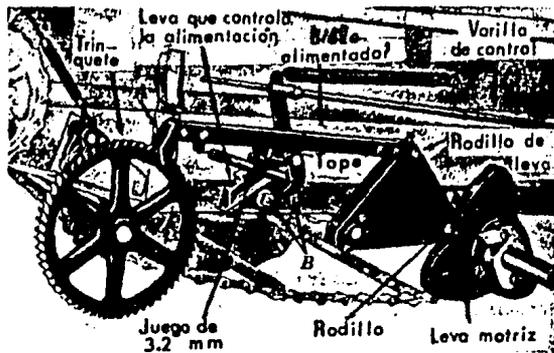


Fig. 7-10.

BATIDORES O DESMENUZADORES.

Estos elementos tienen como objetivo desmenuzar el estiércol antes de caer y lo envía hacia el eje distribuidor. Generalmente los batidores son dos, uno superior y el otro inferior, el cilindro superior es el más pequeño de ordinario y gira dos o tres veces más aprisa que el inferior, mientras que el inferior lo hace seis o siete veces más rápido que la rueda de transporte (relación de 6:1).

Estos batidores deben tener en sus extremos unos cojinetes lo bastante fuertes, del tipo de ajuste automático o de rodillos.

Las barras o ejes son generalmente el lugar donde se sueldan o remachan unos dientes agudos o redondeados. Para efectuar un mejor desmenuzamiento, estos dientes se disponen aproximadamente a cada 3 mm. en forma radial; o sea, a cada 3 mm. de giro hay un diente picando la carga.

Estos cilindros giran en sentido inverso a las ruedas de transporte, con lo que ayudan bastante a nivelar la carga y soportar parte del peso del estiércol.

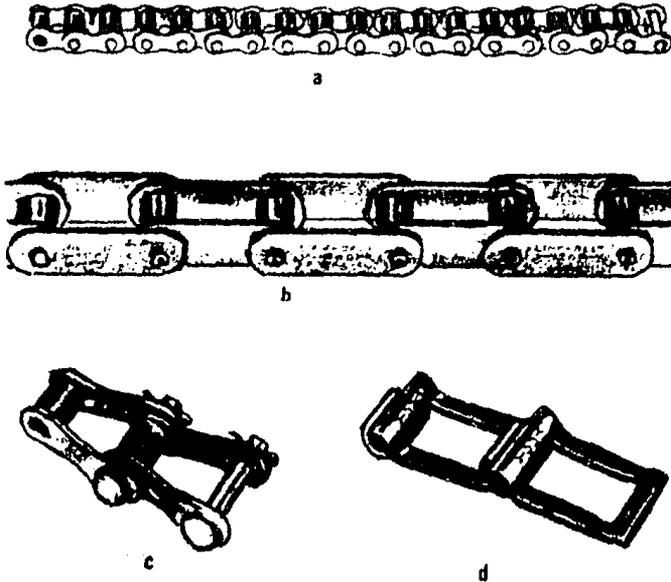


Fig. 7-12.

- Las cadenas articuladas (fig. 7-12c), tienen sus lados inclinados (no son paralelos), cada eslabón está conectado con el siguiente por un pasador. Este tipo es utilizado para trabajo pesado pero con velocidades relativamente bajas.
- Las cadenas con eslabones desconectados (fig. 7-12d). Se usan para la cadena transportadora de muchos distribuidores. Estos eslabones se pueden desacoplar con solo doblarlos entre sí. Se fabrican de hierro fundido o de acero forjado, son económicas y aceptables cuando no se requieren altas velocidades.

EJE ESPARCIDOR.

Este eje se instala en la parte más baja del distribuidor y es el encargado de lanzar y esparcir en una franja más ancha el estiércol (fig. 7-3), la flecha se impulsa también por medio de catarinas o por engranes cónicos, pu

diendo ser redonda o cuadrada, sólida o hueca. El mecanismo consta de unas -
hojas helicoidales de acero o aspas, orientadas de tal manera que una mitad -
de las aspas empujen el estiércol hacia la izquierda y la otra mitad hacia -
la derecha, distribuyéndolo uniformemente sobre una anchura de 1.80 hasta --
2.50 metros.

DISTRIBUIDORES DE ESTIÉRCOL LÍQUIDO.

En localidades donde se dedican también a la cría de cerdos, los agriculto-
res pueden aprovechar para fertilizar sus parcelas, la orina y excrementos -
diluidos en una buena cantidad de agua. Estos subproductos se vacian del co-
rral mediante fosas adecuadamente proyectadas para el almacenaje. La impor-
tancia en elegir un distribuidor adecuado radica en conocer la composición -
del líquido y concretamente su porcentaje de elementos sólidos.

El estiércol líquido o purín se encuentra en depósitos o tanques con capaci-
dades hasta de 6,000 litros montados sobre un eje con ruedas a los lados, --
además están equipados con una bomba tipo neumática para su impulsión. La dis-
tribución se lleva a cabo mediante la presión que ejerce la bomba sobre el -
fluido. después se esparce en forma de un abanico más o menos amplio sobre -
el terreno, dependiendo de la boquilla y de la presión.

En aquellas zonas cercanas a poblaciones mayores, se prefiere equipar al dis-
tribuidor con una serie de cinceles para enterrar el producto, evitando de -
esta manera la extensión de malos olores provocados por la pulverización en
el ambiente. Detrás del depósito se montan sobre una barra portaherramientas
un número determinado de cinceles, los cuales tienen adaptados en la parte -
inferior los tubos de salida del purín. La profundidad de enterrado varía de
10 a 15 cm.

DISTRIBUIDORES DE FERTILIZANTES SÓLIDOS.

El fertilizante sólido o granulado es el que más ha sido empleado a través-
de los años por los agricultores. Los abonos varían considerablemente en --

cuanto a su estado físico, estos pueden ser: en polvo (que es el de uso más generalizado en estado completamente seco), terrones tan duros como una roca o húmedos y pegajosos.

El estudio de este tipo de abonos se limitará a los equipos montados o remolcados por un tractor y que esparzan el abono seco, en forma de polvos, granulados y cristales finos (fig. 7-13).



Fig. 7-13.

Es también muy importante la incorporación de fertilizantes químicos minerales al suelo, pues desafortunadamente con agregar abono orgánico (como el estiércol) no se alcanza a cubrir en muchas ocasiones los requerimientos de elementos nutrientes de una explotación agrícola importante.

La función principal que debe realizar una distribuidora de abonos, es la de esparcir en forma uniforme una determinada cantidad del fertilizante sobre una superficie de terreno dada. Sin embargo, esta función por sencilla que parezca se verá condicionada a los siguientes detalles:

- Una gran parte de los abonos químicos son altamente corrosivos.
- El estado físico que guarda el componente varía desde polvos finos, granu-
lados o pulverulentos. Siendo algunos de ellos muy higroscópicos, llegan-
do a conformar grandes terrones.
- Las dosis por hectárea son muy variables (desde 100 hasta 1900 Kg./ha.),
dependiendo de los siguientes factores:
 - a) Composición química del abono.
 - b) Tipo del suelo.
 - c) Clima imperante en la región.
 - d) Condiciones del cultivo, etc.

Existen tres grandes grupos de distribuidores de abono granulado, a saber:

- (1) Distribuidores de fertilizantes al voleo.
 - (2) Distribuidores de fertilizantes localizadores.
 - (3) Distribuidores de fertilizante por gravedad.
- (1) Distribución del fertilizante al voleo.

En este método de abonado, el distribuidor posee un mecanismo que esparce -
el fertilizante por medio de acción centrífuga sobre el terreno.

Posee una tolva o depósito en forma troncocónica o piramidal invertida con -
aberturas regulables por el fondo y un agitador interno que evita que el --
producto forme bóvedas o apelmazamiento. La mayor parte de estos equipos van
montados al enganche hidráulico del tractor y los mecanismos son accionados-
por la toma de fuerza, por lo cual estos equipos les confieren al tractor -
una buena maniobrabilidad y facilitan también sus desplazamientos.

Estos equipos distribuidores se diferencian entre sí, precisamente por su mecanismo esparcidor centrífugo:

- a) Esparcidor de discos, simples o dobles (fig. 7-14 y 7-15). En este mecanismo se dispone de uno o dos discos provistos de aletas o nervios radiales, que giran a una elevada velocidad (de 500 a 600 RPM), lanzando el fertilizante hacia los costados como en abanico. En algunos modelos se montan unas mamparas especiales o deflectores que limitan y concentran el esparcimiento hacia un solo costado, de manera que cubra solamente un sector, derecho o izquierdo. Esto se utiliza cuando se está terminando de impregnar una parcela, por ejemplo.

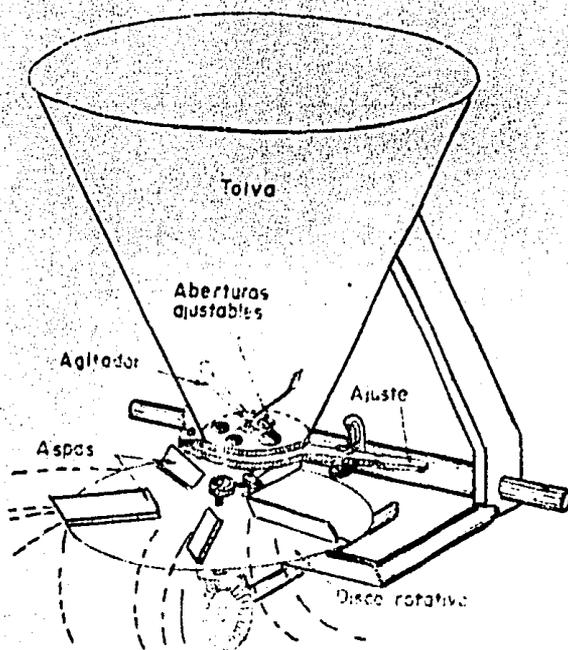


Fig. 7-14.

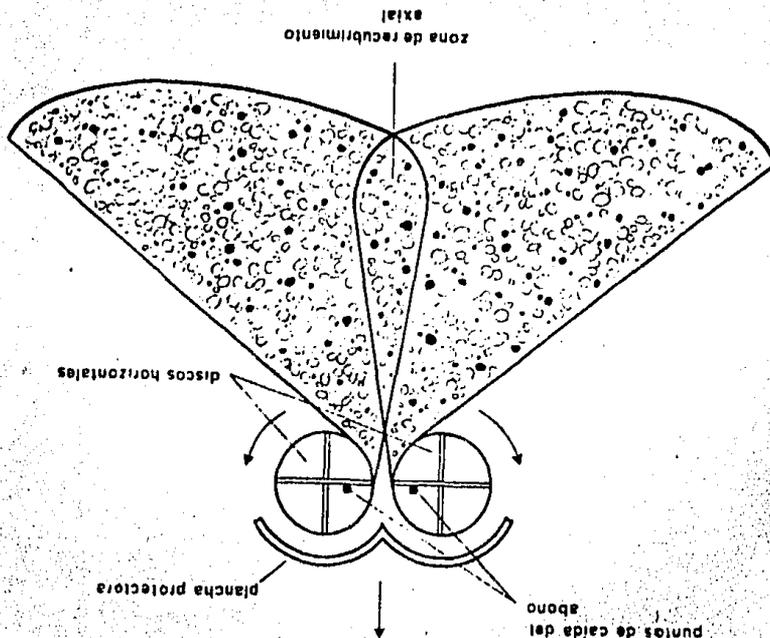


Fig. 7-15.

b) **Esparcidor centrífugo de acción pendular.** Existe además una variante muy interesante de distribuidor de fertilizante al voleo, consiste en un dispositivo de movimiento pendular que sustituye a los discos por un tubo de proyección oscilante (fig. 7-16). Esta oscilación tiene una frecuencia de 400-500 RPM. El sistema de oscilación pendular ha logrado introducirse en el mercado con una amplia eficacia de trabajo. Su velocidad de trabajo puede ser de hasta 12 Km/h. que reditúan un rendimiento horario hasta de 10 hectáreas, en función de los tiempos que tome el aprovisionamiento, o sea del tiempo que se emplea en los desplazamientos en vacío de la máquina.

En los mecanismos estudiados, la anchura de trabajo es función de la distancia máxima a la que puede ser lanzado el abono y ésta depende del tamaño de las partículas (pues las de mayor tamaño no se dosifican por medio de estos distribuidores), y de la velocidad de giro de los discos o de las oscilacio-

nes del mecanismo pendular. Se pueden considerar anchuras de trabajo hasta - de 15 metros con un solapamiento eficaz por cada pasada. Se usan principal- mente para fertilizar campos de cereales pequeños, con praderas y pastizales de cobertera que han sido sembrados también al voleo.

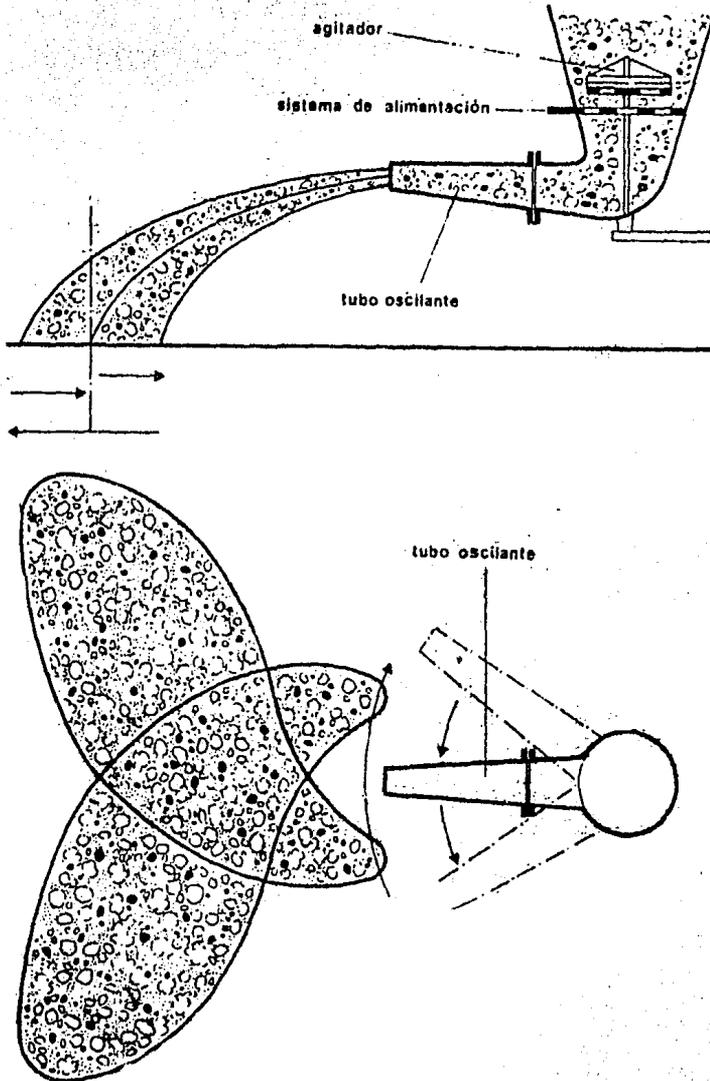


Fig. 7-16.

Otra forma importante de distribuir el abono al voleo, es mediante el empleo de avionetas y de helicópteros para fertilizar campos de arroz y pastizales. Las avionetas actuales cuentan con motores de 250 a 600 H.P., pudiendo cargar de 500 a 1,200 Kg. en sus tolvas y trabajan a una velocidad aproximada de 200 Km/h, a una altura de 10-15 metros. En estos casos se prefiere aplicar un fertilizante con alta concentración para reducir los costos de adquisición por hectárea.

(2) Distribución localizada del fertilizante.

Con el método de distribución localizada de abonos, se cuenta con un equipo que aplica el fertilizante en hileras o en bandas, sobre la superficie o enterrado. Generalmente este implemento se acopla como un aditamento para las sembradoras de precisión, para los cultivadores y para los arados escarificadores. La idea básica consiste en colocar el abono en un lugar donde su eficiencia sea mayor y su aprovechamiento más fácil por parte de las raíces del cultivo.

Por esto, en los cultivadores y en la siembra en hileras se prefiere distribuir el producto en bandas, ya sea enterrado o sobre la superficie, en las proximidades de la semilla (fig. 7-1b).

El principal elemento en este tipo de distribuidores es el sistema esparcidor del producto, que se encarga directamente de regular la cantidad de abono que va depositando sobre los tubos o mangueras de descarga conduciéndolo hacia el surco que abre un abresurco o un cultivador, según sea el tipo de máquina. Hay varios dispositivos esparcidores, los principales son:

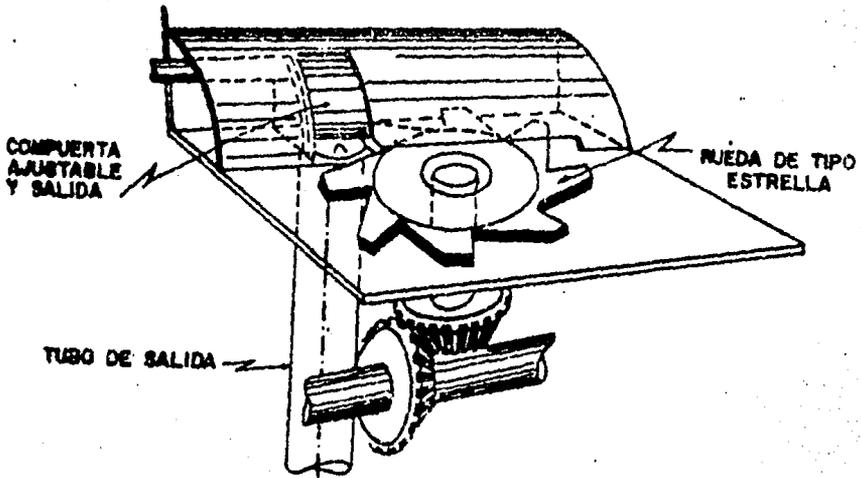


Fig. 7-17.

a) Dosificador con rueda de estrella.

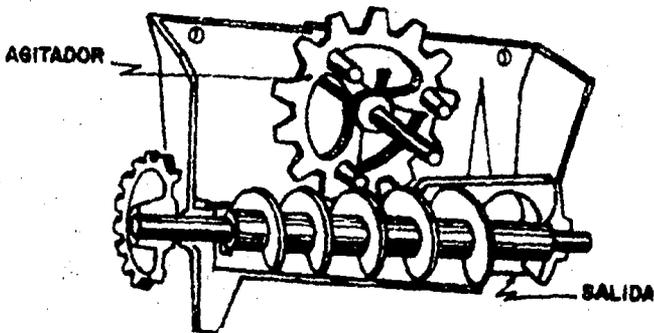


Fig. 7-18.

b) Dosificador de tornillo sin fin.

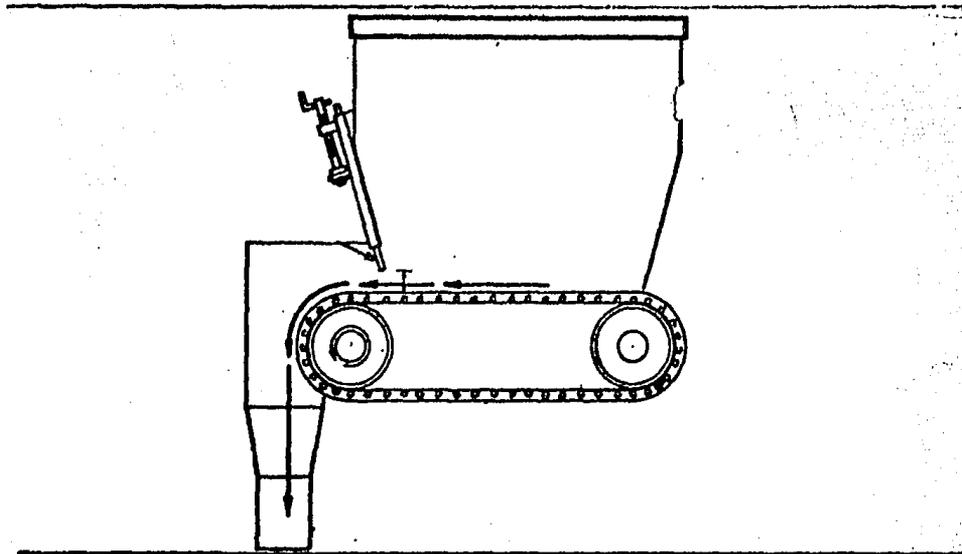


Fig. 7-19.

c) Dosificador de banda sinfín.

El distribuidor de fertilizante instalado como un accesorio de una sembradora de precisión se han proyectado para dosificar el abono conjuntamente con la semilla. La figura 7-20 nos muestra un abresurco tipo patín que abre un caballón y deja caer el fertilizante en una banda paralela a la hilera de semillas, en este caso una banda a cada lado. En este mecanismo se tienen tolvas separadas, o bien una sola tolva con una división central articulada como se vió en la figura 4-52. Se recomienda que tanto la semilla como el fertilizante se dosifiquen mediante tubos de descarga independientes, ya que cierto tipo de semillas no resisten el contacto directo con el material fertilizador.

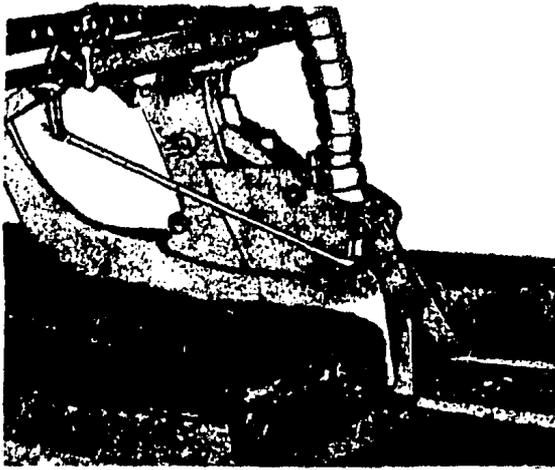


Fig. 7-20.

En ocasiones, los agricultores prefieren aplicar el fertilizante durante -- las operaciones de cultivo cuando las plantas se empiezan a desarrollar. El equipo distribuidor se monta también como un accesorio sobre la barra portaherramientas del cultivador como se observa en la figura 7-21.

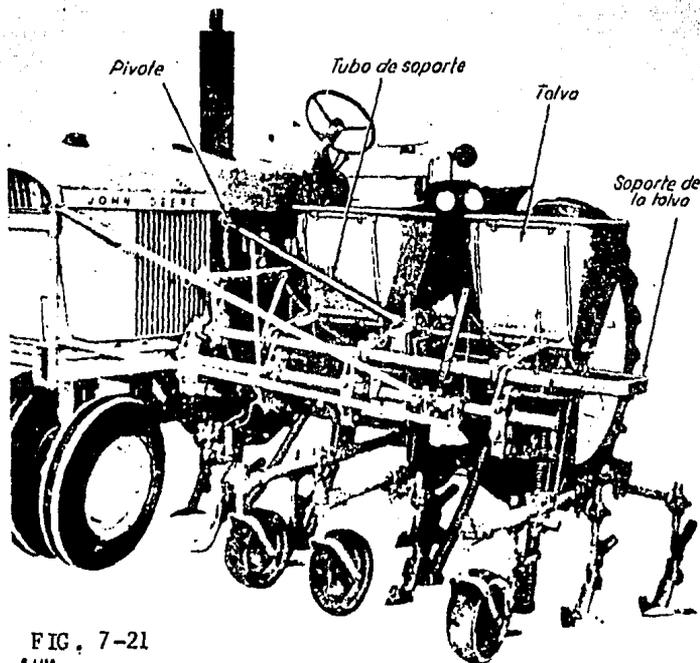


FIG. 7-21

(3) Distribuidor del fertilizante por gravedad.

En la distribución del fertilizante por gravedad, el equipo consiste de una sola tolva alargada, de sección generalmente trapezoidal, dispuesta en forma perpendicular al sentido de marcha del tractor (fig. 7-22), donde la anchura de trabajo varía de 2 hasta 5 metros. La mayoría de estos equipos poseen ruedas en sus extremos y son acoplados a la barra de tiro del tractor, sus mecanismos dosificadores pueden ser movidos por las propias ruedas de transporte o en algunos casos tienen mandos telescópicos instalados a la toma de fuerza.

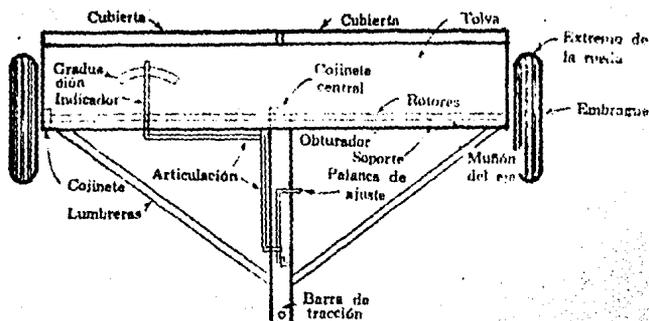


Fig. 7-22.

La banda de tierra fertilizada corresponde precisamente a la anchura de la tolva, dentro de ella se encuentra algún mecanismo agitador que impida el apelmazamiento del fertilizante.

El elemento más importante y que realiza la dosificación del abono, es el dispositivo esparcidor, los sistemas más comunes de distribución son:

- a) Distribuidor de fondo móvil (fig. 7-23). Donde el fondo de la tolva se encuentra instalada una cinta sinfín, puede regularse la velocidad de traslación de esta banda, así como la abertura entre la cinta y la pared inferior de la tolva.

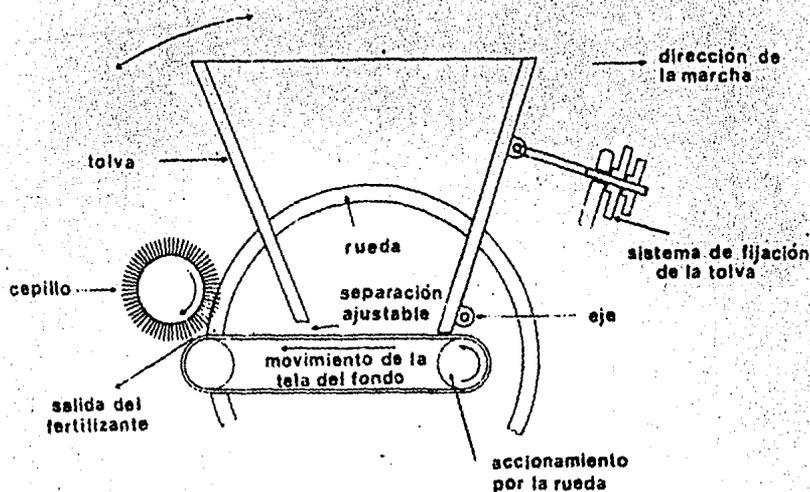


Fig. 7-23.

b) Distribuidor de rodillos (fig. 7-24). En este sistema se tiene un par de rodillos que ocupan el fondo de la tolva. Su capacidad de dosificación depende de la velocidad de giro para dejar caer más o menos de prisa el abono

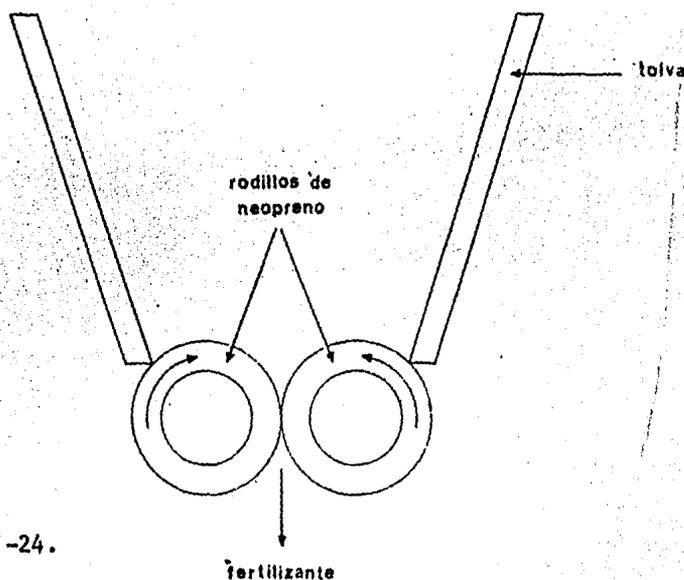


Fig. 7-24.

c) Distribuidor de rotores (internos o externos). En este mecanismo se tiene una flecha accionada por las ruedas de transporte con discos que pueden ser: discos dobles, discos con lóbulos, aspas dobladas, etc. A su vez, esta flecha puede estar ubicada en la parte inferior de la tolva (fig. 7-25), o externa a ella (fig. 7-26).

Para este tipo de máquinas es muy importante la facilidad con que pueda desmontarse la flecha para su limpieza.

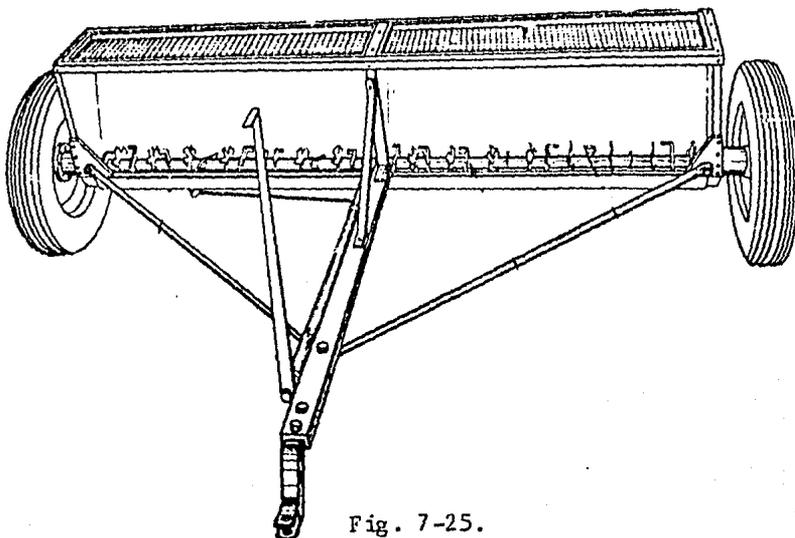
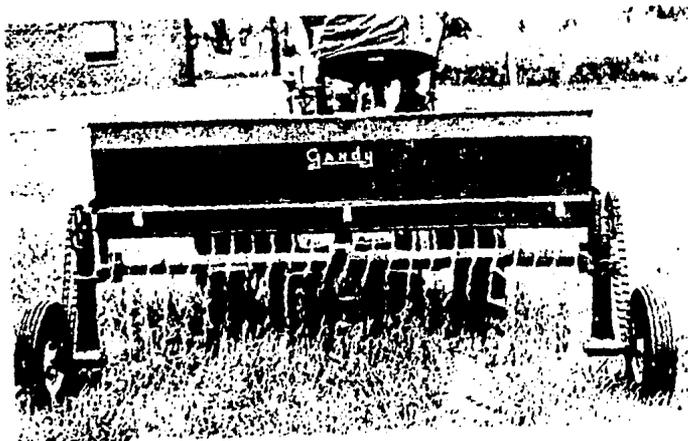


Fig. 7-25.

Fig. 7-26.



DISTRIBUIDORES DE FERTILIZANTE LIQUIDO.

En los equipos distribuidores modernos y en especial en las sembradoras unitarias, se está utilizando mucho el fertilizante en estado líquido, ya sea en soluciones sin presión, o bien, como orina de animales con sistema de estabulación fija (como se estudió anteriormente para estiércoles líquidos).

El amoníaco anhidro se puede considerar también como un fertilizante líquido pues en este estado se encuentra en los tanques sometido a alta presión, pero este tipo de fertilizante se discutirá un poco más adelante, debido a que el producto se gasifica al salir a la atmósfera cuando se está aplicando.

Generalmente para la aplicación de fertilizantes líquidos se añade agua al amoníaco anhidro para reducir su presión de vapor a una presión atmosférica, a este producto se le llama agua-amoníaco y consiste principalmente de una solución de nitrógeno con solo 25% de concentración. Este producto se emplea como un accesorio en una plantadora o en sembradoras de precisión (fig. 7-27).

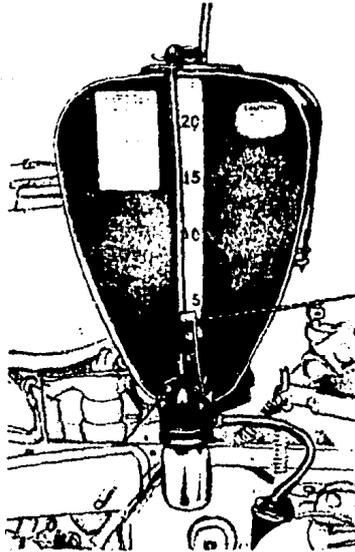


Fig. 7-27.

Se puede utilizar este producto contenido en tanques con orificios inferiores, donde el líquido cae simplemente por gravedad a la superficie del terreno, y posteriormente puede ser cubierto con un paso de arado aporcador. Si el producto requiere ser enterrado por debajo de la superficie, entonces el distribuidor necesita de bombas para su inyección.

En estos mecanismos, la cantidad de abono aplicada depende exclusivamente de la velocidad de avance del tractor.

Una de las principales ventajas que se obtienen con los abonos líquidos y los gaseosos es su mayor riqueza de elementos nutrientes, Por lo tanto, el aprovechamiento por parte de las plantas es más rápido y más fácil (el abono sólido debe disolverse antes de poder ser asimilado), además se puede conseguir mejor regularidad en su distribución.

Muchas veces se prefiere incorporar el fertilizante líquido mezclado con el agua de riego, mediante dosificadores que regulan la salida del abono conforme al caudal de agua. También se pueden emplear pulverizadores normales, como los estudiados en el capítulo sexto, en donde el único inconveniente sería el de manejar aquí un producto corrosivo.

Se puede encontrar también modelos especiales de depósitos montados sobre un cultivador, que dosifican el producto mediante tubos de descarga apropiados que van depositando un chorro graduable detrás de cada reja del cultivador, con lo que el fertilizante está menos sujeto a la acción solar.

DISTRIBUIDORES DE FERTILIZANTE GASEOSO.

Actualmente los fertilizantes en estado gaseoso son principalmente de amoníaco anhidro (NH_3) y en algunos casos son soluciones con mayor concentración de nitrógeno que se encuentran a presión.

El amoníaco anhidro es un gas alcalino incoloro a temperatura y presión atmosféricas normales, con una riqueza en nitrógeno del 82.3%. Para su empleo

como fertilizante, se manejará en forma líquida en tanques o cilindros especiales a presiones aproximadas a 18 Kg./cm² a 22°C y se inyecta bajo la superficie del terreno a profundidades de al menos 15 cm. donde se gasifica - (fig. 7-28).

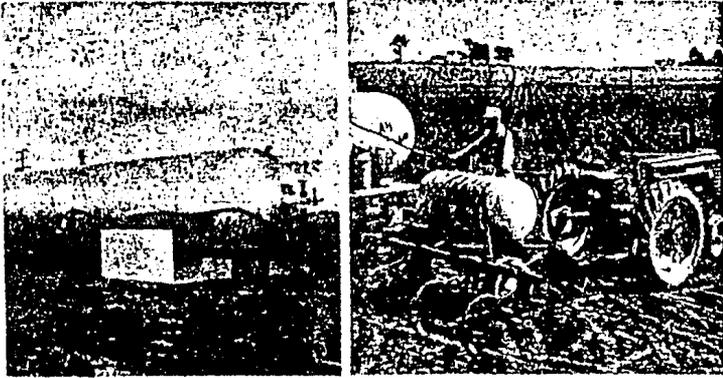


Fig. 7-28.

En estos distribuidores se tienen también de dos tipos: integrales o montados y de arrastre para su aplicación (figs. 7-28 y 7-29). El tamaño varía - de 250 a 420 litros en los integrales; los tanques de mayor tamaño deben ser remolcados y pueden tener hasta 3,800 litros montados sobre cuatro ruedas.

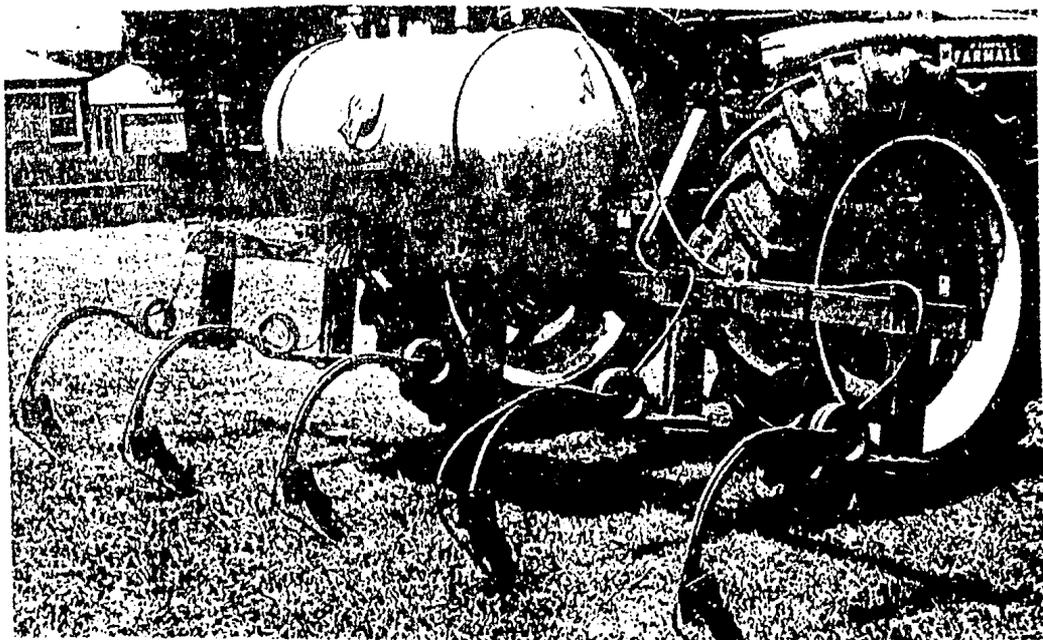


Fig. 7-29.

El equipo más común para inyección se compone de un número determinado de - brazos flexibles, con rejas de inyección en la parte inferior instaladas so bre una barra portaherramientas, con un ancho de trabajo de hasta 5 metros - (generalmente con un dispositivo de pliegue para facilitar su transporte) - (fig. 7-30).

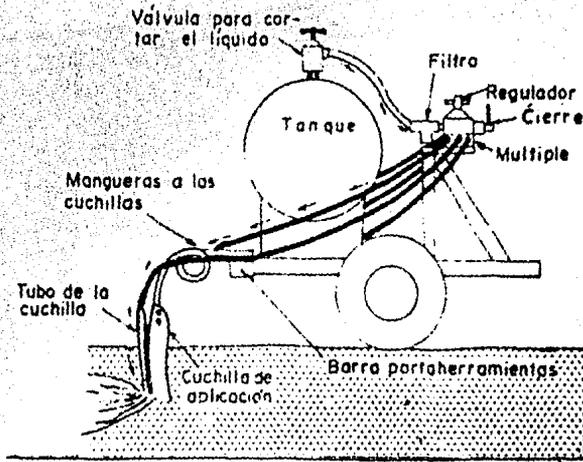


Fig. 7-30.

El tanque debe poseer todas las garantías de resistencia, capacidad de almcenaja y sobre todo de seguridad. Está provisto de una serie de válvulas para el llenado y de seguridad, además de un manómetro para 21 Kg./cm². de -- presión e indicadores de temperatura en algunos casos. Se tiene también en cada distribuidor de amoníaco anhidro un dosificador o regulador calibrado a 17.6 Kg./cm² en su parte de alta presión, y a 6.5 Kg./cm² en el de baja -- presión, éste se encargará de regular la dosis por hectárea deseada.

Los tubos que conducen el gas se soldan detrás de las puntas de tipo cincel o abresurcos de tipo cuchilla. Estas cuchillas se les denominan también pie del inyector. Los inyectores se deben espaciar entre sí, de manera que se -- adapten a la distancia entre hileras de plantas. Generalmente se tiene una cuchilla por cada línea. Por ejemplo, cuando se aplica el amoníaco anhidro a sembradíos de cereales, los inyectores se separan a 40 cm. cada uno.

Cuando se tienen explotaciones agrícolas muy extensas, suelen utilizarse -- unos tanques nodriza remolcados, con capacidades que oscilan entre 4,000 y los 10,000 litros, con el fin de evitar excesivos desplazamientos de las má -- quinas inyectoras a los depósitos centrales.

CAPITULO OCTAVO

ASPECTOS INICIALES PARA LA FABRICACION DE EQUIPOS
AGRICOLAS EN MEXICO (DIAGRAMAS DE PROCESO)

INTRODUCCION.

En este capítulo se presenta información básica referente a una planta de tamaño pequeño o mediano para su incorporación a la industria-agrícola. Se estudiarán brevemente las características de la industria y sus problemas de mercado.

En base a lo anterior, se podrá estimar la cantidad aproximada de capital necesaria para construir una planta de determinada capacidad. Se muestra un diagrama de proceso (fig. 8-1) de una planta de pequeña capacidad (en promedio de 40 a 50 empleados).

Los inversionistas pueden mediante un análisis de lo que se expone a continuación, llevar a cabo un paso inicial en la toma de decisión, por el cual se emprendería un proyecto en particular. Los pasos subsecuentes para la realización de cualquier proyecto pueden ser simples, otros pueden llegar a ser complejos, requiriéndose por tanto estudios completos y extensivos por parte de expertos. Sin embargo, esta serie de pasos deben preceder al establecimiento de una nueva planta.

Nuestro análisis indicará los principales factores que deben de considerarse, además se proporciona una guía sistemática como base para investigar los costos estimativos de fabricación aplicables a las condiciones locales donde se piense ubicar la planta. Se menciona esto, debido a que las condiciones locales varían en diferentes zonas, pudiéndose afectar por lo tanto, el tamaño óptimo de la planta, el equipo, los tipos de material, la disponibilidad de mano de obra, la organización del transporte, etc.

A.- DESCRIPCION DEL PRODUCTO.

El estudio contempla la fabricación de arados, rastras de dientes rígidos, - rastras de dientes flexibles, rastras de discos y cultivadores (Ver fig. - 8-1). Está calculada para una producción equitativa de estos cinco equipos, pero la cantidad individual puede variar de acuerdo con la demanda.

B.- EVALUACION GENERAL.

Las necesidades de capital para una planta son circunstanciales y las jornadas de trabajo necesarias son de ordenamiento consecutivo. El potencial de mercado será casi siempre local, o estará limitado para una pequeña región. El mercado deberá estar constituido por agricultores asociados u organizaciones (cooperativas de agricultores) para absorber la producción de la planta, si esta producción y las condiciones de mercado son en términos generales favorables, será necesario examinar cuidadosamente los costos relativos de productos locales y productos importados competitivos. Esta planta forma parte de una industria en la que la economía de producción a gran escala está demarcada claramente, en los países más desarrollados hay grandes productores, compitiendo activamente en el negocio. Sin embargo, una planta como la descrita, está equipada para fabricar implementos agrícolas tales - como los mencionados, así como también varios tipos de equipos para la construcción como son: máquinas para terraplén, escrepas de carga, cajas para - trailer y podría ser posible encontrar un gran mercado suficiente para diversificar la producción.

C.- ASPECTOS DEL MERCADO.

- 1). Usuarios. Básicamente constituidos por agricultores y cooperativas.
- 2). Métodos y canales de ventas. Las ventas generalmente son hechas al mayoreo a través de distribuidores, por lo que las ventas directas no son muy comunes. Se necesita por consiguiente una fuerza de ventas muy activa para trabajar en una población rural y a veces se hace necesario ex-

tender un crédito a los compradores.

3). Extensión geográfica del mercado. A pesar de que estos productos son un poco pesados, su valor unitario es suficiente para amortizar los costos de su transporte sobre una amplia área. Con una adecuada organización -- del transporte, el mercado potencial puede extenderse a todo el país.

4). Competencia.

a) Mercado local. El productor local probablemente se verá bajo constante presión para mantener su calidad y bajos costos para competir con productos de importación.

b) Mercado de exportación. También podría ser factible que algunas ventas se llevaran a cabo en otros países, pero esta planta no podría competir eficientemente con marcas internacionales de producción en gran escala.

5). Mercado necesario para la planta descrita.

La demanda de estos productos dependerá del tipo de agricultura que predomine en el área, así como la prosperidad de la comunidad agraria y la extensión de nuevas tierras que se habiliten para el cultivo. El diagrama de proceso que se muestra corresponde a una extensión aproximada de 162,000 ha. de superficie potencialmente productiva.

D.- REQUERIMIENTOS DE PRODUCCION.

Capacidad anual, 1,800 unidades por turno (8hrs.)

1.- Requerimientos de capital

a) Capital fijo.

Terreno. Aproximadamente 20,200 m².

Construcción: Planta de 15 X 37 m., oficinas 93 m²., nave para herramientas e insumos 186 m².

Equipo, muebles e inmuebles.
Herramientas y equipos de producción.
Otras herramientas y equipos.
Equipo de transportación.

Equipos principales. Sierra circular de corte, sierra de banda metálica, cizalla para lámina, dobladora hidráulica, rodillos dobladores, prensa troqueladora, soldadoras de acetileno y eléctrica, tornos, fresadoras, ranuradoras, hornos de combustible, horno eléctrico, esmeriladora, equipo de pintura, prensa mecánica, ribeteadora, malacates, grúa, doce camiones de plataforma y una camioneta de 1 ton.

b) Capital de trabajo.

No. días

Mano de obra directa, materiales directos y manufacturas (*) 60

Costos de administración

(**), contingencias, costos de ventas (***)
y costos de adiestramiento 30

c). Total del capital (exceptuando terreno).

2.- Materiales y suministros.

a). Materiales directos.

Requerimientos Anuales.

Acero: secciones tubulares, barras,
láminas, placas, resortes, chumaceras,
flejes y piezas de fundición 252 Ton.
Pieza de fundición gris 125 Ton.

Metal para cojinetes.
 Cojinetes de bolas.
 Pintura y otros terminados.

b). Suministros.

Lubricantes y herramientas manuales.
 Herramientas de corte y abrasivas.
 Partes de mantenimiento y refacciones.
 Artículos para oficina.

3.- Energía, Combustible y Agua.

- a) Energía Eléctrica. Carga conectada para aproximadamente 100 hp.
 b) Combustibles. Aprox. 23,000 l. de combustible anuales.
 c) Agua. Pequeñas cantidades para la producción, servicios sanitarios y protección contra incendios.

4.- Transportación.

- a) Equipo de transportación propia. Camión de 1 Ton. para usos generales.
 b) Facilidades para transportación externa.

5.- Mano de Obra.

a) Directa.

	Número,
Capacitada	6
Semicapacitada	16
Aprendices	9
Total	<u>31</u>

b) Indirecta

Referencia 1

Oficinistas	2
Otros	2

c) Necesidades de entrenamiento. El gerente debe poseer experiencia. Con los obreros capacitados debe ser capaz de desarrollar toda la labor de entrenamiento.

6.- Costos anuales y Gastos de ventas.

a) Costos Anuales.

Mano de obra directa

Materiales directos

Carga fabril (*).

Costos administrativos (**)

Contingencias y costos de ventas (***) , Deudores y depreciación sobre capital fijo.

b) Gastos de Ventas.

Notas:

(*) Incluye suministros, energía, combustible, agua, transportación y labores indirectas.

(**) Incluye intereses, seguros, cargos legales y auditorías.

(***) Incluye comisiones de ventas, fletes y viajes.

DESCRIPCION DEL PROCESO DE FABRICACION.

Las líneas de fabricación de una planta comprenderán las siguientes operaciones (fig. 8-2);

A) MECANICA.

1.- Corte. Los perfiles y chapa de acero serán cortados con cizallas y sierras mecánicas automáticas con las medidas del plano elaborado por ca-

da equipo.

- 2.- Doblado. Las chapas de acero ya cortadas, que servirán para la construcción de tolvas y piezas de formas especiales, pasarán a la dobladora de metales, a fin de darles una forma definitiva.
- 3.- Perforado. A fin de hacer posible la unión de las diferentes piezas de metal con pernos y remaches, se realizarán primero los respectivos orificios utilizando un taladro de columna.
- 4.- Torno, Cepillo y Fresadora. El material de fundición, destinado para piezas de forma especial que requieren de elevada precisión, pasarán de la bodega, a las operaciones de maquinado como la fresadora, el torno y el cepillo.

B) CARPINTERIA.

En esta sección se elaborará lo concerniente a madera como: cajas, tambores y recolectores, utilizando para ello, una máquina cortadora-cepilladora y una pulidora. Estas piezas serán entregadas completas en la línea de ensamblado.

C) HORNO DE TRATAMIENTOS TERMICOS.

Algunas piezas metálicas luego de conformadas, necesitan ser tratadas térmicamente.

D) ENSAMBLADO.

Conseguidas todas las piezas terminadas, son recibidas por la sección de ensamblado, en donde con ayuda de máquinas soldadoras, prensas y herramientas manuales, se unen las partes con los ajustes necesarios, para después proceder a las operaciones de acabado, como pintura y fijación de marcas.

E) PATIO DE ENTREGA.

Finalmente los equipos son sometidos a revisión y control de calidad.

DIAGRAMA DE FLUJO.

A.- MECANICA.

1.- Material en bruto en la bodega.

2.- Cortadora de perfiles

3.- Sierra alternativa.

4.- Dobladora de chapas.

5.- Taladro de columna.

6.- Torno.

7.- Cepillo de metales.

8.- Fresadora.

B.- CARPINTERIA.

9.- Maderas en bodega.

10.- Cortadora-Cepilladora de madera.

11.- Lijadora-Pulidora.

C.- HORNOS DE TRATAMIENTO.

12.- Horno para tratamiento térmico de metales.

13.- Polipasto de transporte y elevación.

D.- ENSAMBLAJE.

14.- Soldadora eléctrica.

15.- Soldadora autógena.

16.- Prensa hidráulica.

17.- Armado y ajuste.

18.- Pintura y acabados.

E.- MAQUINARIA LISTA PARA ENTREGAR.

LAS FLECHAS INDICAN EL FLUJO DE TRABAJO

FIGURA 8-1

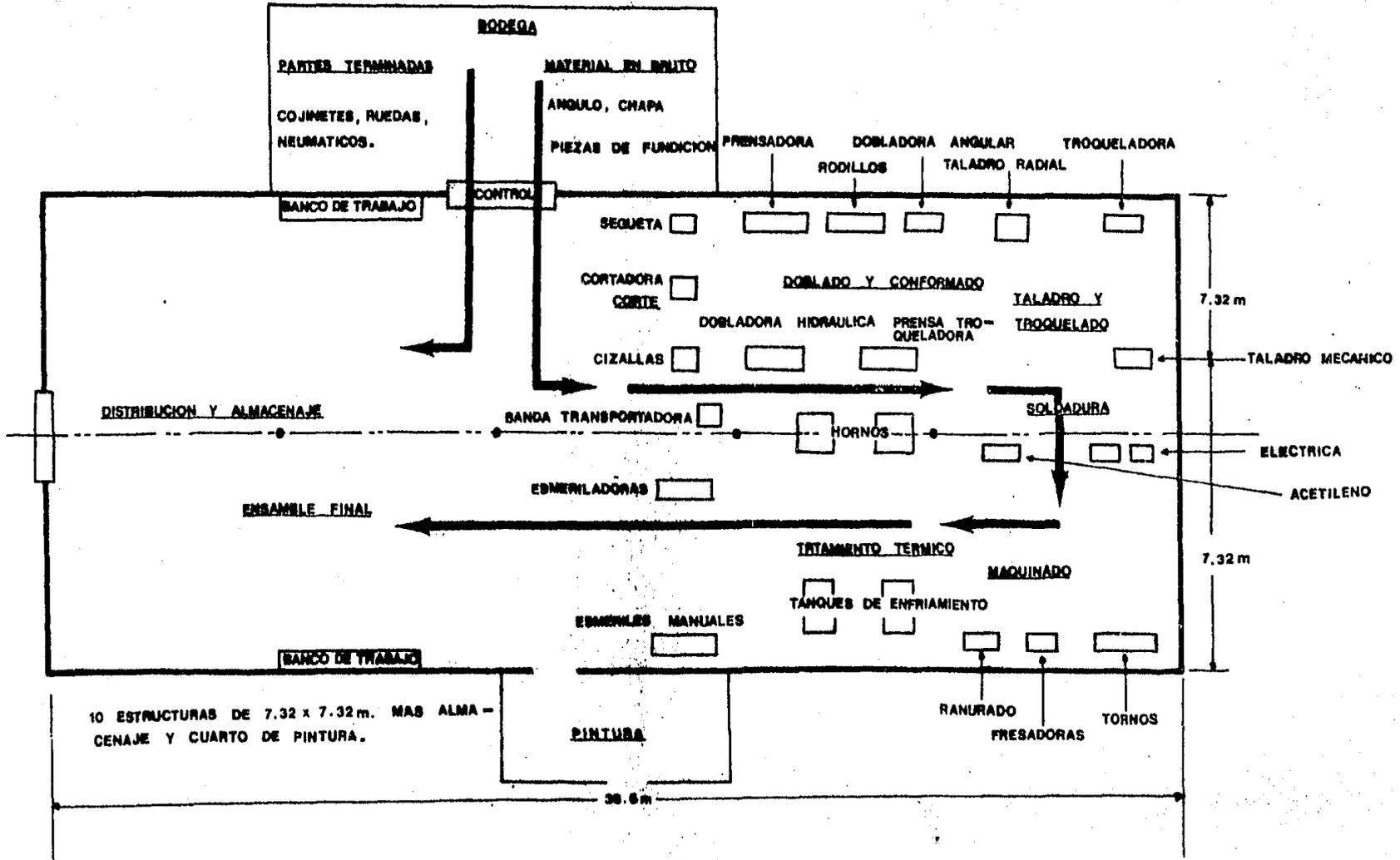


DIAGRAMA DE FLUJO

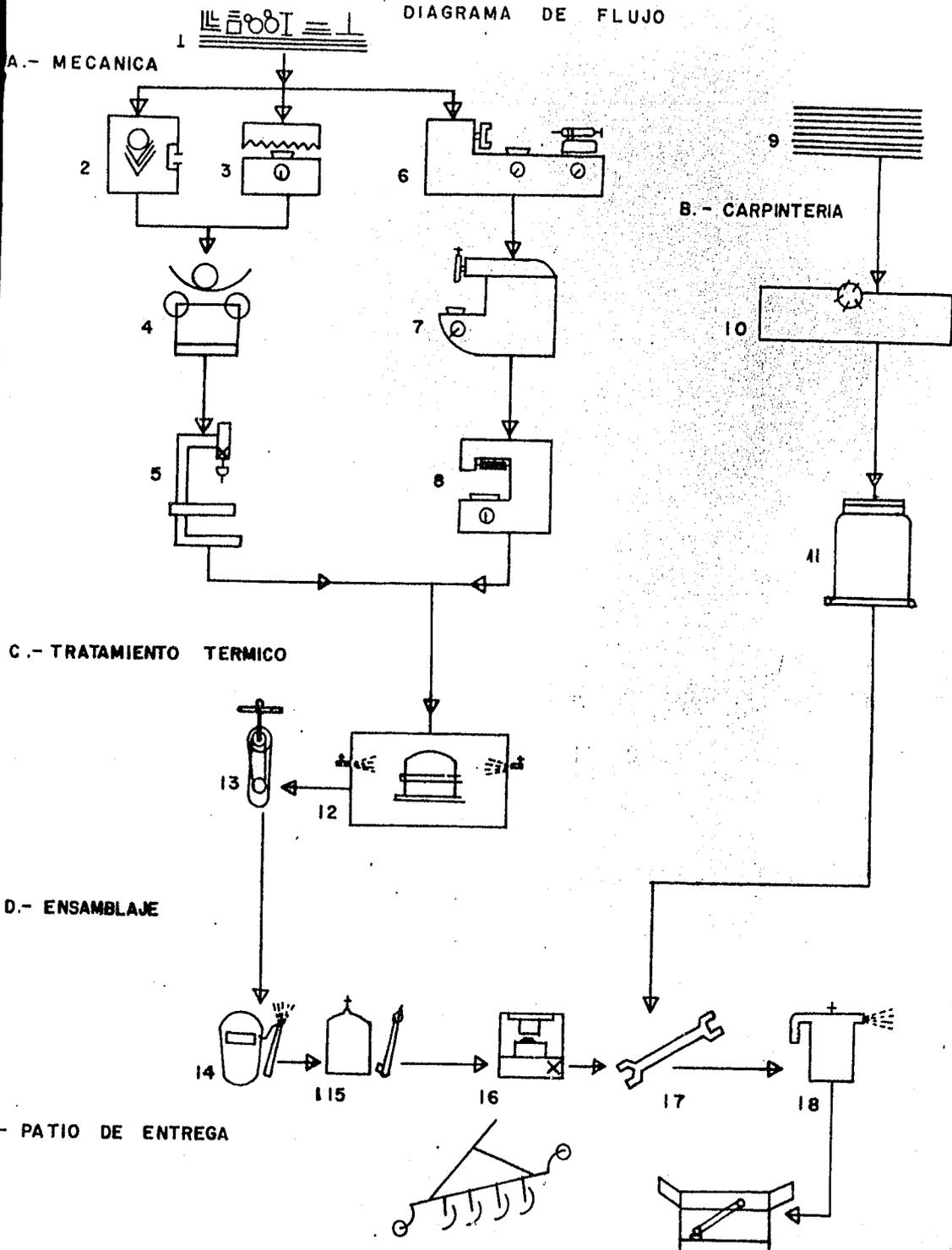


FIGURA 8 - 2

CAPITULO NOVENO

IMPORTANCIA SOCIO-ECONOMICA DE LA INDUSTRIALIZACION
DE ESTOS EQUIPOS EN MEXICO

INTRODUCCION

Una de las tareas prioritarias del Gobierno Federal, deberá ser la de darle continuidad e impulso a la disponibilidad de productos agropecuarios, mediante una adecuada política económica que además sea congruente con nuestros recursos y necesidades del país a corto y a largo plazo.

Hay que resaltar la necesidad de un verdadero programa de desarrollo para la industria de bienes de capital, especialmente el ramo de la maquinaria e implementos agrícolas y el equipo de procesamiento agroindustrial, que incida en forma directa a la implantación de un eficiente patrón tecnológico encaminado básicamente por la vía de una mayor fabricación de estos equipos.

Por supuesto, este programa de industrialización no llevaría como único objetivo el producir exageradas cantidades de maquinaria agrícola, sino que debe encaminarse de acuerdo con un incremento en el uso de este equipo en el campo mexicano, o sea, elevar su consumo de horas-máquina (o bien, H.P/ha.) aumentando así su productividad. Por esto no hay que descuidar la relación indisoluble de producir máquinas agrícolas y la mecanización del campo.

De esta manera, se cuenta con dos objetivos fundamentales dentro de esta estrategia:

- a) Elevar la disponibilidad de alimentos básicos y materias primas agropecuarias.
- b) Hacer llegar los beneficios de esta expansión a los productores primarios

ESTADÍSTICAS Y PRODUCCION NACIONAL

En México, actualmente se cuenta con cuatro grandes empresas productoras de tractores agrícolas de ruedas; Massey Ferguson, John Deere, International -- Harvester y Ford. En donde M.F. y Ford controlan aproximadamente un 60% de la producción nacional, de estas empresas solo Ford no fabrica otros implementos agrícolas.

En 1975 existían cerca de 80 empresas dedicadas a producir implementos agrícolas. De éstas, solo seis son consideradas como empresas grandes y 18 como medianas, las restantes son consideradas definitivamente pequeñas.

La capacidad instalada de las fábricas de tractores asciende a unas 13,500 - unidades por un turno de 8 horas con 250 días de trabajo anual. De esta capacidad, se utilizaba solamente un 74% (todos estos datos fueron estimados - hasta el año de 1978); o sea, una producción aproximada de 11,000 unidades - al año.

El grado de integración nacional varía del 60 al 67% para la industria de -- tractores. Por cuanto a los implementos agrícolas, su grado de integración - es bastante mayor ya que alcanza del 85% hasta un 100% en algunos casos.

De la gama de fabricación de implementos, el 77% de la producción se concentra en cuatro productos: rastras, arados, sembradoras y cultivadores. Este - tipo de industria trabaja un promedio de dos turnos por día y tienen capacidad para fabricar unos 55,000 equipos anualmente. Nuevamente, se observa aquí un 50% de capacidad ociosa debido a la falta de demanda. De esta demanda, - el 80% se satisface con productos nacionales y el restante 20% es importado principalmente de los E.U.A.

Con estos datos podemos concluir dos cosas:

- 1) Uno de los mayores problemas que presenta la industria de tractores e implementos agrícolas en México, es en cuanto al alto costo de fabricación

ocasionado por el exceso de capacidad instalada y no utilizada, propiciando un reducido número de series de fabricación por modelo (en algunos modelos de tractor se fabrican un número menor a 500 unidades). En estas condiciones es difícil que sus proveedores consideren atractivo el negociar con dicho volumen.

- 2) Se ha observado que es necesario dar un mayor impulso al crédito destinado a los usuarios, como forma de aumentar el uso de la maquinaria agrícola en el campo; puesto que la decisión de compra de un bien capital no reside en lo atractivo de su precio, sino en las condiciones financieras que se les pueda ofrecer.

ANTECEDENTES Y CONSIDERACIONES BASICAS DE UN MODELO DE INDUSTRIALIZACION.

I) Antecedentes.

Antes de estudiar el tema específico de la industrialización de los bienes de capital (encauzado al ramo de la maquinaria y equipo agrícola), debemos tratar primero cuatro aspectos esenciales e implícitos como objetivos del programa:

- a) Disminuir los problemas del desempleo.
- b) Aliviar nuestro desequilibrio externo.
(Sustitución de importaciones).
- c) Mejorar nuestra estructura industrial.
- d) Fortalecimiento de nuestro progreso tecnológico.

a). Generación de empleos. Es de destacar el avance logrado por la industria productora de bienes de capital, que alcanzó un 8% anual en la generación de empleos durante los últimos diez años, en contraste con el 2.4% anual correspondiente al aparato productivo en general para el mismo lapso. Dicho de otra manera, la industria de bienes de capital es gran absorbadora de manos de obra, contrario a lo aceptado normalmente.

b). Sustitución de Importaciones. Por otra parte se tiene que las importaciones de maquinaria y equipo alcanzaron hasta un 40% del valor total de las compras al exterior en los últimos años. Por lo tanto es aquí donde nos conviene realizar mayores esfuerzos y centrar nuestra atención en sustituir selectiva y progresivamente nuestras importaciones para este rubro en especial.

c). Fortalecer nuestra estructura industrial. Es necesario crear una producción de bienes de capital que sirva no solo para sustentar la actividad industrial, sino también a otras ramas consideradas como prioritarias y productivas como la agricultura, la minería, la construcción, etc.

Al comparar a México con otros países de Latinoamérica por su aspecto industrial, se notará un atraso importante con respecto a Brasil y Argentina, que presentan un nivel de desarrollo general similar al nuestro. Por ejemplo, de los insumos requeridos en la rama industrial, un 23% deben importarse anualmente por México, mientras que Brasil y Argentina solo importan un 16% y un 10% respectivamente para el mismo rubro.

d). Avance tecnológico. En lo referente al proceso tecnológico, se observa que los bienes de capital requieren cada vez más de tecnología sofisticadas. Por lo que al mismo tiempo que se impulse esta industrialización, se tendrá que ir preparando y capacitando a todo el personal involucrado.

II) Consideraciones Básicas.

Para nuestro país el diseñar y producir nuestra propia maquinaria agrícola, se presenta como un gran atractivo, pues se generaría una industria de bienes de capital con un mercado nacional considerable y probablemente hasta internacional, se tendrían efectos multiplicadores en nuestra economía, ahorraría divisas atendiendo una de las prioridades nacionales, la autosuficiencia alimentaria. Con el logro de estas metas, se alcanzarían a su vez dos aspectos muy importantes pero a menudo contradictorios como son: apoyo a la industrialización y el fomento al desarrollo agrícola.

Sin embargo, al pensar en integrar una industria de bienes de capital con tecnología propia, debemos tomar en cuenta las trabas y los riesgos implícitos con este desarrollo, a saber:

Las Trabas.

Las trabas se presentan primordialmente en una forma subjetiva o psicológica. En principio, se sabe que la tecnología consiste en integrar un sistema de conocimientos afines con propósitos productivos, también se caracteriza por ofrecer cierta transmisibilidad de ideas (la propiedad de comunicar ideas -- con otras personas). Desafortunadamente, estos dos detalles han hecho de la tecnología un objeto de comercio y de los más caros por cierto.

Para el ramo de la maquinaria agrícola, la tecnología básica ha sido desarrollada desde hace tiempo en los países más avanzados. En México, estos equipos podrían ser objeto de su correspondiente adaptación tecnológica (es decir, rediseñados o copiados inteligentemente) como un primer paso hacia una respetable industria nacional de bienes de capital. Lo importante sería, que en cierto período se prescindiera de la tecnología importada y comenzar a desarrollar nosotros mismos los conocimientos científicos y tecnológicos adecuados a nuestro medio. Esa sería la diferencia entre una simple industrialización y un verdadero desarrollo.

Las trabas específicas se encuentran principalmente en nuestro sistema tecnológico, en el sector gubernamental y en la industria.

En el sistema tecnológico se presentan cuando algunos diseñadores intentan hacer de su labor algo totalmente nuevo y revolucionario, que merezca el reconocimiento de sus colegas extranjeros. Es recomendable entonces un cambio radical en la manera de pensar y olvidarse del temor que causa el ser poco originales, pues lo esencial no es la originalidad sino la eficiente creatividad.

En el sector gubernamental se han elaborado programas de desarrollo encauzados al área industrial, el más reciente de éstos, se dió a la luz en el año de 1979 (Plan Nacional de Desarrollo Industrial). La estructura de este programa fue inteligentemente elaborada por sus prioridades sectoriales y regionales que plantea, así como una serie de instrumentos que orientan la inversión hacia los niveles más necesitados. Sin embargo, este plan se haya cimentado en los excedentes esperados de la exportación de hidrocarburos, motivo por el cual, muchas de estas metas no se han logrado pues grandes intereses internacionales produjeron abundancia en la oferta del petróleo, obligando a una reducción en los precios. Convendría entonces elaborar un replanteamiento a este programa de desarrollo de tal manera que no sea tan dependiente al ingreso de esas exportaciones.

En el sector industrial, las trabas surgen cuando se desconoce el terreno que pisarían, absteniéndose de dar este paso por los riesgos que entrañan la escasez de capital, la inflación, las altas tasas de interés. etc. Los industriales prefieren tomar las decisiones a corto plazo con poca visión futura y adquirir las patentes de productos ya conocidos.

Los Riesgos.

Una vez que se han superado estas trabas, generalmente se tienen que afrontar los riesgos de una industrialización en marcha y orientada específicamente a sustituir el mercado de importaciones que en ocasiones crea demasiada presión y frustraciones a los productores. Como veremos adelante, este tipo de riesgos son siempre más objetivos.

Los primeros riesgos que se afrontan y que son por lo general los más duros de superar tanto para los empresarios como para el gobierno son: la falta de capital, escasa producción estandarizada con bajo control de calidad, aún no se acostumbra a controlar los costos de producción y por último, nuestra cimentación industrial no se encuentra aún muy sólida y por lo mismo poco diversificada.

El siguiente riesgo se presentará con la introducción de la primera remesa de equipos al mercado nacional, naturalmente éstos mostrarán algunos defectos sobre todo al compararse con productos importados. Pero he aquí el principal reto que debemos afrontar, pues solo mediante la experiencia adquirida seremos capaces de ir eliminando progresivamente estos detalles y lograr una debida penetración en el mercado.

Pero todos estos riesgos mencionados, jamás se podrán superar si la industria nacional no llega a comprender cuan importantes son los servicios de investigación consagrados al perfeccionamiento de los productos y a los procesos de fabricación (especialmente en el ramo agrícola y agroindustrial), así como al desarrollo de proyectos serios que eviten el pago de regalías por concepto de patentes.

Una vez ya colocadas las primeras unidades auténticamente nacionales, el Gobierno tiene la obligación no solo de proteger su mercado interno, sino estimular la demanda con adecuadas medidas de organización, financiamiento, estímulos fiscales, etc. que funcionen en forma permanente para estimular la innovación.

SITUACION ACTUAL

Refiriéndonos al problema que presenta la industria de maquinaria agrícola con sus porcentajes tan altos de instalación osciosa y bajos volúmenes de producción, los fabricantes nacionales afirman que la oferta de maquinaria se ve muy afectada por los siguientes factores:

- Inestabilidad en el sector rural (tenencia de la tierra, variabilidad en el gasto público, etc.)
- Dimensión del mercado (determinado por el poco volumen de demanda efectiva, que a su vez es función principalmente del escaso financiamiento para adquirir este tipo de equipo).
- La estructura de costos (mano de obra, insumos, financiamientos, etc.).

Estos factores ocasionan que este mercado tenga un alto grado de concentración (poca competitividad entre las principales empresas), bajos volúmenes o reducidas series de fabricación, precios excesivos con escasos mecanismos para el financiamiento.

Deducimos pues que nuestro cuello de botella no se encuentra en la capacidad ociosa de la industria de maquinaria e implementos agrícolas, el problema se haya en la poca amplitud del mercado que encuentran, que genera muy poca demanda efectiva que solo podrá modificarse con una reforma estructural en las condiciones de producción agrícola y de tenencia de la tierra. Ahora bien, esta reforma (modernización del campo) se ve afectada por el temor que causa un desempleo masivo en el campo, pero si observamos los siguientes efectos, este problema se vería bastante disminuido ya que:

- La tasa promedio anual de absorción de mano de obra de las industrias de maquinaria agrícola ha sido de aprox. 10%.
- No deberían ser ignorados los efectos multiplicadores que genera la inversión en esta área.
- Un incremento en toda producción alivia las presiones inflacionarias y contribuye a satisfacer las necesidades básicas, así como un relativo equilibrio en nuestra balanza de pagos.

PROYECCION FUTURA.

De acuerdo con cálculos elaborados por Nacional Financiera durante el año de 1978, la demanda total de maquinaria y equipo para la presente década, se verá distribuida de la siguiente manera:

SECTOR	PORCENTAJE
Petróleo	19.6%
Generación de Energía Eléctrica	17.0%

Agricultura	13.5%
Agroindustria	6.4%
Otros sectores	43.4%

De esta tabla, podemos notar que los principales sectores demandantes de maquinaria y equipo se concentran en el petróleo, en la energía eléctrica, la agricultura y la agroindustria. Los que en conjunto representarán un poco más de la mitad de la demanda.

Por lo que concierne a la agricultura y la agroindustria, suman alrededor de un 20%, equivalente a la demanda procedente del sector petrolero. Por lo tanto, es imperativo proseguir y renovar su fabricación interna con objeto de ayudar a producir los alimentos necesarios, siempre y cuando se cuente con un adecuado programa que fomente la mecanización del campo, única forma efectiva de aumentar la demanda de equipo.

Mediante un cálculo conservador, se indica que para el año de 1987, la demanda de implementos agrícolas será de alrededor de 185,000 unidades por año (considerando que se elevara de 2.4 implementos/tractor a 4 imp/tractor la demanda). Lo que significa que casi habrá que cuadruplicar la actual producción de 55,000 unidades anuales. Realizando esfuerzos adicionales, no solo se debe utilizar plenamente la capacidad actual en pocos años, sino también encauzar nuevas inversiones hacia la creación de otras empresas y al reforzamiento de las existentes. Por supuesto, estas deberán ser más amplias, modernas y capaces de introducir o utilizar nuevas tecnologías con mejores métodos de producción. También se deberá tomar en cuenta que las empresas no necesariamente tendrían que cubrir toda la gama de implementos agrícolas, pues podría suceder que no todas ellas fueran rentables y competitivas. Pero lo importante de todo esto, es que las complejidades tecnológicas no debieron ser una traba para proseguir el proceso de sustituir nuestras importaciones.

Por otra parte, se considera que la tecnología básica en la producción de este tipo de maquinaria ya ha sido asimilada aunque no bien desarrollada por -

parte de los productores, por lo que es lógico pensar en la generación e incorporación de nuevas ideas tendientes a satisfacer nuestras propias necesidades. De modo que existe aún la posibilidad de resolver los principales problemas existentes en el agro mexicano para poder avanzar en el proceso de su modernización.

En resumen, el impulso al desarrollo de la industria de bienes de capital -- (en especial la de maquinaria agrícola y agroindustrial), nos serviría para conformar una adecuada estructura industrial que a su vez ayudaría a disminuir el problema ocupacional, reforzando también el ahorro y contribuyendo al avance tecnológico del país.

C O N C L U S I O N E S

El trabajo desarrollado en esta tesis, es una introducción al estudio de los implementos agrícolas, tanto en su constitución, como también en su uso apropiado para las diferentes etapas del proceso de producción agrícola. Se trató en uno de los capítulos, aunque en forma somera, los aspectos que intervienen en un proyecto destinado a la fabricación de los equipos estudiados; así mismo, se mostró en forma gráfica un perfil industrial o diagrama de proceso de estos.

De acuerdo con lo tratado en el último capítulo, en donde se estableció la importancia socio-económica de la industrialización de maquinaria y equipo agrícola, es importante el que se continúe profundizando en el estudio de los implementos descritos para establecer un patrón tecnológico y económico acorde con las necesidades y recursos que presenta el país, el cual debe recibir todo el apoyo necesario por parte del Estado. Ya que éste ha carecido de visión en la producción agropecuaria, impidiendo su orientación y en ocasiones delimitando su campo en el apoyo a las fases que le reditúen mayor eficiencia.

Es aquí precisamente, donde debemos empezar por corregir el actual sistema de producción agrícola que tiene nuestro país. Es necesario hacer ver el error metodológico en que incurren muchos planificadores consistente en trazar sus metas en función de empleos creados y no en función de alcanzar metas específicas de producción. Un ejemplo muy claro lo vivimos con el programa agrícola implantado por el Gobierno Mexicano: el SAM (Sistema Alimentario Mexicano), en donde se hizo énfasis en la producción de fertilizantes y el uso de semillas mejoradas, pero no en la mecanización del campo, ya que supuestamente ésta desplazaría la mano de obra.

La ironía, es que tanto los fertilizantes como las semillas mejoradas si aseguran una maduración más pareja del cultivo, pero solo se logra eficientemente con el uso de implementos agrícolas, pues se demanda una capacidad de co-

secha rápida.

Como consecuencia, las áreas prioritarias donde debe de actuar el Estado son:

A) El fomento a los sistemas que conforman el cuadro básico para la autosuficiencia alimentaria (granos, oleaginosas, leche y carne).

B) Solución al aspecto de comercialización. Para lograr los objetivos que se propongan, es necesario empezar por reforzar la organización campesina y formar sociedades equitativas, entre todos los agentes económicos que intervienen en el desarrollo agropecuario y agroindustrial.

Para formar sociedades equitativas es conveniente definir lo que debe ser -- una asociación cooperativa de agricultores. Estas tienen como finalidad ejercer la función de convertirse en sociedad de servicios. Por ejemplo, la asociación debe contar con miembros fijos a los que abastece de fertilizantes, semillas, maquinaria, etc., además de ejercer funciones como comercialización e industrialización.

Para el caso de México, se tendría que empezar por establecer cooperativas -- en pequeños núcleos rurales que cuenten con los medios para canalizar la actividad productora y comercial. Con la suficiente ayuda del Estado para que los esfuerzos de los cooperativistas no sean en vano ante la falta de infraestructura, servicios públicos y financieros.

Las experiencias vividas aun en países desarrollados, nos demuestra que las -- asociaciones de agricultores que elaboran funciones parciales tales como las compras en común y la gestión comercial, no han sido capaces de impulsar por sí solas su desarrollo.

Cuando los campesinos disponen de poca experiencia o escasos medios para --- cierta comercialización individual, las actividades de la asociación deben -- encauzarse al bienestar común, es decir, lo que un solo agricultor no puede emprender por no serle rentable, si lo sea para la cooperativa.

Uno de los fines principales de estas asociaciones, es descubrir a gentes con capacidad y dinamismo, puesto que el desarrollo económico se apoya fundamentalmente en el recurso humano.

Una solución para la atención de la agricultura en países no industrializados es la de crear ciudades rurales. Estas son núcleos de tamaño mediano, diferentes a los pequeños pueblos y a las ciudades clásicas; dichas ciudades tendrían como finalidad albergar todos aquellos profesionales, empresarios y proveedores de servicios privados y públicos a quienes sería imposible retener en un pequeño núcleo. Las cooperativas de los países en vías de desarrollo podrían disponer de servicios agrarios de carácter complejo, almacenes regionales, centros de contabilidad y gestión, plantas de refrigeración y tratamientos pre-industriales. Otra de las finalidades de las ciudades rurales sería la modernización del campesino, ya que éste sin abandonar su medio ambiente pueda alcanzar los beneficios de la cultura y civilización moderna. Las ciudades que se creen deben localizarse de tal manera que sea el centro de atracción de una serie de núcleos rurales no muy distantes.

Por otra parte, si la infraestructura de transportes y comunicaciones está bien resuelta, los viajes diarios entre núcleos y ciudades permitirán los desplazamientos de la población pudiéndose después dedicarse a la explotación agrícola en su tiempo libre. También puede darse el caso de que si las explotaciones exigen muchos desplazamientos a la ciudad, el empresario puede residir en ésta, yendo al campo cuando sea necesario.

En un programa de desarrollo regional, dispuesto para la descentralización industrial y para evitar un exceso de densidad en áreas metropolitanas, las ciudades rurales representan un papel clave, al ser un lugar de asentamiento idóneo para industrias y servicios que buscan facilidad y comodidad de vida para sus empleados.

Volviendo con la política adoptada por los planificadores, otra solución sería: la industrialización, ya que es el mejor aliado en la tarea correspondiente a la mecanización del campo.

Siempre ha existido el temor al desplazamiento de mano de obra en el sector rural, pero éste es completamente infundado, ya que al liberar esta mano de obra, el beneficio debe recaer en el sector industrial, pues es éste el que estará necesitado de mano de obra a corto plazo, pues existen estadísticas comprobadas de que cada empleo rural directo genera a su vez cuatro empleos indirectos, ya sea para el área de servicios agrícolas o en las agroindustrias.

El propósito central de la industrialización, es liberar a la gran cantidad de familias campesinas de sus condiciones de vida infrahumanas, especialmente en aquellas zonas de agricultura de subsistencia y elevarlas a niveles dignos con empleos productivos generados por una ancha base industrial.

Una propuesta que se hace de reforma al programa agrícola actual, se basa en lograr un cierto rendimiento necesario en Ton/ha. en determinado tiempo. Pero este rendimiento jamás se obtendrá si se continúa invirtiendo en mano de obra o en tracción animal, pues esto es una estrategia que al principio resulta barata pero a mediano y a largo plazo no es más que una medida totalmente antieconómica. Es así como el incremento de productividad por unidad de área está dado no solo por la aplicación de más energía, sino por el uso de formas avanzadas de energía que solo proporciona la mecanización intensiva del campo.

Mediante este fundamento, se ve la necesidad de elevar la potencia instalada por hectárea, aportadas unicamente por el equipo agrícola y que en la actualidad es de solo 0.50 h.p./ha., hacia una meta tal vez muy ambiciosa pero primordial de 1.5 h.p./ha. en los próximos 10 años y de 2.5 h.p./ha, para el año 2000.

Tomando como base la modernización del campo, se podría elaborar un plan que contenga los siguientes tres puntos básicos:

- 1) La concentración de recursos (energías) en las distintas zonas de riego y las de temporal eficiente (precipitación anual mayor de 700 mm.), para -

elaborar adecuados programas en aquellas zonas seleccionadas y de productividad segura.

2) Integrar los diversos planes hidráulicos en un solo Plan Nacional que --- traslade los cuantiosos recursos hidráulicos con que cuenta la región sureste hacia las ricas tierras que hay a lo largo de ambas costas del país. Para esto, se deberán ampliar también las áreas seleccionadas de acuerdo con las nuevas obras de irrigación e infraestructura que provean nuevos distritos de riego y de riego complementario a la zona de temporal. Es aquí también, donde se deben fijar otras metas: para 1990 deberán trabajarse 24 millones de hectáreas bajo cultivo y por lo menos 29 millones para el año 2000 (en la actualidad se encuentra aproximadamente con 18 millones de hectáreas bajo cultivo, como promedio).

3) Abandonar paulatinamente las zonas de temporal de subsistencia como zona productora de granos básicos, además se deberá dotar de infraestructura a aquellas zonas susceptibles de ser aprovechadas como tierras ganaderas intensivas.

Se puede pasar entonces a discutir los dos primeros puntos que facilitarán --- despues la acción del tercero.

En primer lugar, se tiene que el territorio agrícola en México lo podemos dividir en tres modalidades de acuerdo a su producción:

A) Agricultura de riego. Es relativamente moderna y con uso intensivo de capital y tecnología.

B) Agricultura de temporal eficiente. Donde se utiliza poca concentración de recursos modernos.

C) Agricultura de temporal de subsistencia. Totalmente dependiente de las --- condiciones del suelo y el clima. No se utiliza practicamente ningún insumo moderno.

Para comprender mejor este punto, vamos a considerar tres cultivos básicos - como el maíz, el frijol y el trigo; mediante su consumo energético, su eficiencia en la producción y por su rendimiento (fig. C-1). Con estas variables, pasemos a comprobar los tres tipos de agricultura antes mencionadas:

Como lo muestran las primeras gráficas, la energía total invertida (la suma de la energía para preparar la tierra más la energía para fertilizarla), es mayor en las zonas de riego que en las de temporal eficiente y de subsistencia. No obstante, si se observan las dos siguientes gráficas, esta energía invertida obtendrá muy altos rendimientos (Ton/ha.) y se verá compensada con creces. Dicho de otra manera, para producir una misma unidad, por ejemplo -- una tonelada de maíz, con animales de tiro se requiere una inversión de energía tres veces mayor que la utilizada con métodos modernos de mecanización, y la producción con trabajo humano requeriría aproximadamente 12 veces más energía.

Hasta aquí, el objetivo es alcanzar una autosuficiencia alimentaria en el menor tiempo posible y con proyección futura para los próximos 20 años, a partir de un veloz aumento en la productividad de las tierras seleccionadas por el Plan.

Como segundo punto, se tiene el problema de que en México se tiene extensas tierras aptas para el cultivo pero no disponen de agua en abundancia. O sea, que en el país cerca del 80% del escurrimiento anual se concentra en apenas un 33% de nuestro territorio, específicamente en la región Sureste.

Para resolver esta caprichosa distribución de recursos hidráulicos, se deberán proponer diferentes planes o programas e integrar lo mejor de cada uno - en un solo Plan Nacional Hidráulico, que responda tanto a las necesidades urbano-industriales como las necesidades agrícolas. En concreto, este plan deberá realizarse más o menos con los siguientes objetivos:

1) Aprovechar y captar un buen porcentaje de los escurrimientos de agua superficial de los principales ríos del prolífico Sureste y del Pacífico centro, para transferirlos mediante un gigantesco sistema hidráulico hacia el Norte a lo largo de ambas costas del país (fig. C-2).

2) Mejorar considerablemente la eficiencia en el manejo y la conducción de agua, mediante la introducción de métodos modernos de irrigación. Aquí la meta sería elevar esta eficiencia del 40% actual hasta un 85%.

3) Incrementar los niveles de recarga de los acuíferos subterráneos.

4) Mediante un tratado internacional con los países de Norteamérica, se podrá llegar a importar excedentes de agua que provengan del norte de E.U. y de las montañas glaciares del Canadá (ver figura C-2), que también mediante un gigantesco proyecto hidráulico se podría aprovechar en un 15% estos excedentes del norte del Continente (este proyecto ya ha sido estudiado por algunas compañías de ingenieros estadounidenses).

5) El aprovechamiento bajo un sistema económico rentable del agua de mar. Es muy probable que en las próximas décadas las técnicas de desalinación sean viables para la irrigación del campo. Estas técnicas se han estado desarrollando con éxito en la Unión Soviética.

Figura A

CONSUMO ENERGETICO DEL CULTIVO

(millones de BTU por tonelada)

Energía para preparar la tierra y operaciones de cultivo.

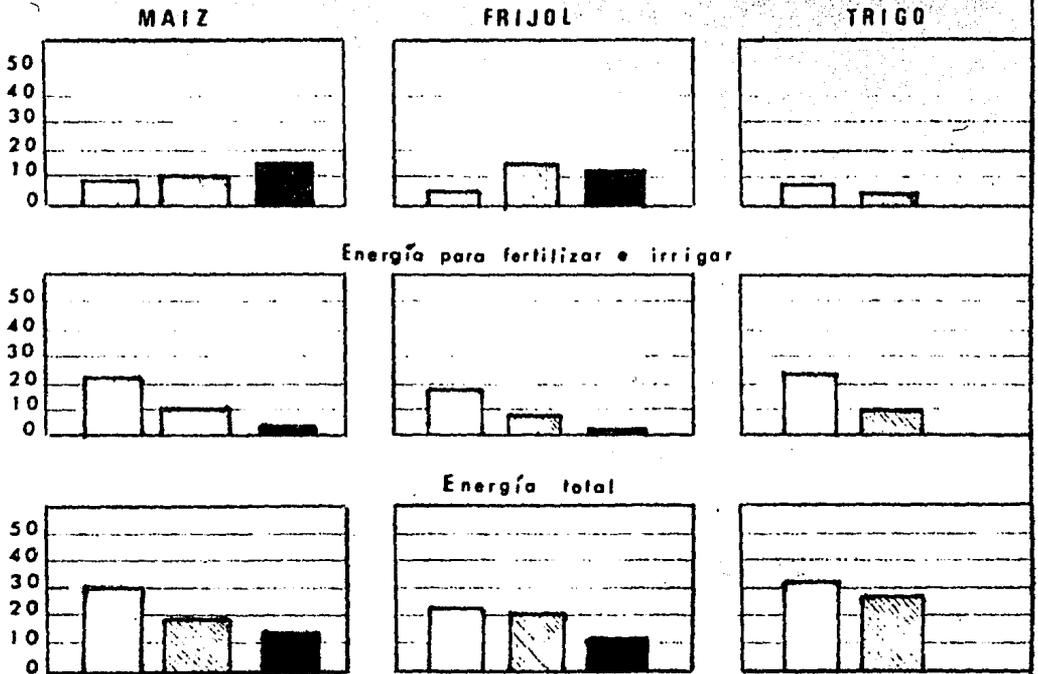


Figura B,

EFICIENCIA ENERGETICA DE PRODUCCION

(BTU/Ton. X 10³)

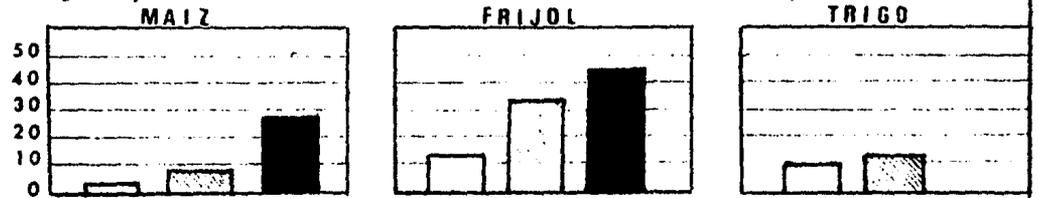


Figura C,

RENDIMIENTO

(Ton/ha.)

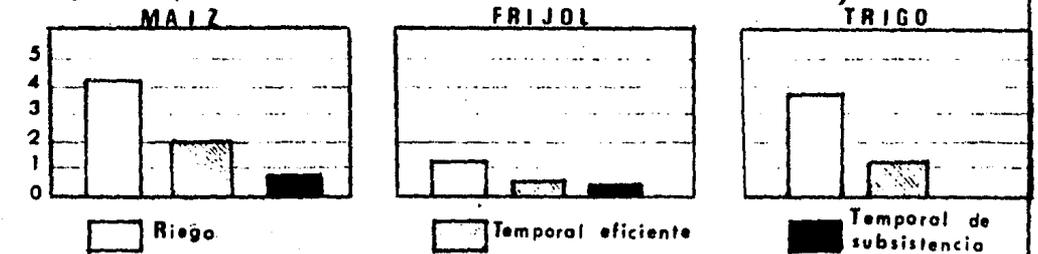


FIGURA C-1

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

- 1) A. Stone & H. Gulvin, "Maquinaria Agrícola", John Wiley & Sons. Inc. -- (1977 ed. inglés, 1980 ed. español).
- 2) Harris P. Smith, "Farm Machinery and Equipment", Mc. Graw Hill Books Co., (1964 ed. inglés, 1967 ed. español).
- 3) Kepner, Bainer & Barger, "Principles of Farm Machinery", Avi Publishing - Co. (1978).
- 4) Wilkinson & Braunbeck, "Elementos de Maquinaria Agrícola", tomos I y II, FAO (1977).
- 5) Bernat J. Carlos, "Maquinaria para Agricultura y Jardinería", AEDOS - (1980).
- 6) Culpin Claude, "Farm Machinery", Crosby Lockwood Staples (1976).
- 7) Ulloa Torres Omar, "Maquinaria Agrícola II", apuntes de clases, Chapingo México (1978).
- 8) Worthen, "Suelos Agrícolas", UTEHA (1959).
- 9) Ir. Berlijn Johan D., "Manuales para Educación Agropecuaria", series Mé- cánica Agrícola y Administración Rural, Trillas (1982).
- 10) A.G. Harris, T.B. Muckle, J.A. Shaw "Maquinaria Agrícola", Acribia, 1974.
- 11) J.M. Shippen, J.C. Turner, "Maquinaria Agrícola Básica", Volumen II,
- 12) "Diez temas sobre Maquinaria y Mecanización Agrí-ola", E. Casado, Madrid (1980).

- 13) "Inversión y Tecnología para equipos Agrícolas y Agroindustriales", CONACYT (1979).
- 14) "Historia de la Agricultura", Enciclopedia Temática, tomo V, Cumbre (1977)
- 15) "Máquinas Agrícolas", Boixareu (1976).
- 16) "La Nueva Agricultura", Salvat ().
- 17) "Japan Agricultural Machinery and Land Internal Combustion Engines", -- Tokio (1981).
- 18) "Manual de Agricultura", Caterpillar Americas Co. (1976).
- 19) "Principios básicos de Movimiento de Tierras", Caterpillar Americas Co. (1972).
- 20) Deere & Co., "Manual de Operación", John Deere.
- 21) "Evaluación económica de proyectos agrícolas y agroindustriales", FIRA - (1976).
- 22) García S. Manuel. "La importancia y producción nacional de maquinaria -- agrícola", (1972).
- 23) "Cálculo de necesidades de maquinaria agrícola", Memorandum técnico -- SARH (1978).
- 24) "Potencia agrícola y administración de maquinaria", tesis UNAM (1980).
- 25) "El problema agrícola en México y la necesidad de maquinaria para aumentar la producción", tesis, IPN (1969).

- 26) "Investigación del mercado de maquinaria agrícola en México", tesis, UNL (1978).
- 27) "Estimación de resultados de producción agrícola", SAM (Nov. 17 de 1982).
- 28) "Diaria Oficial", pub. SPFI (Mayo 17 de 1979).
- 29) "Plan Nacional de Desarrollo Industrial", SPFI (1979-82).
- 30) "Gaceta Agrícola", No. 644, (mayo 30 de 1978).
- 31) "Posibilidades de análisis y aplicación de la tipología de productores agrícolas", informe de proyecto AE-8001, SARH CPNH, México (1980).
- 32) "Tipología de productores agrícolas", informe de proyecto PY-7902, estudio conjunto CEPAL-FAO-CPNH, México (1979).
- 33) "La modernización de la agricultura" y "La transformación hidráulica", - Fusión, (sep.-ct. 1981).
- 34) Catalogos, hojas de especificaciones y manuales proporcionados por las siguientes firmas:

Allis Chalmrs

John Deere

COMMAG

Massey Ferguson

International Harvester

Rome Holts.