

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



INTRODUCCION AL ESTUDIO DE
LA MAQUINARIA AGRICOLA (I PARTE)

T E S I S
QUE PRESENTA:
CARLOS FANO ACOSTA
PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO

MEXICO, D. F. 1982



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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

I N D I C E

INDICE	1
INTRODUCCION	11
Cap. I El suelo y la fertilidad	1
Cap. II El suelo agrícola	8
Cap. III La maquinaria agrícola y su relación con la agricultura	18
Cap. IV Materiales de construcción	24
Cap. V Mécanica	38
Cap. VI Transmisión de fuerza	50
Cap. VII Elementos componentes de una máquina	79
Cap. VIII Lubricación	97
Cap. IX Dispositivos hidráulicos de elevación para maquinaria agrícola	108
Cap. X Ruedas y llantas para equipo agrícola ...	118
Cap. XI Construcción general del tractor agrícola	128
Cap. XII Consecuencias socioeconómicas del uso de la maquinaria agrícola	178
CONCLUSIONES	190
BIBLIOGRAFIA	192

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

Uno de los principales problemas socioeconómicos, que predominan en nuestro país, es el poder satisfacer la demanda alimenticia, cada día más creciente, como consecuencia del alto nivel de sobrepoblación: hallándose en la necesidad de adquirir dichos productos alimenticios mediante importaciones, que ocasionan grandes pérdidas económicas, considerando que el producto aquí es escaso y de mala calidad.

La manera más fácil para poder solucionar éste problema - es el producir nuestros propios alimentos hasta alcanzar la autosuficiencia: cultivando nuestras tierras de una manera más racional, incrementando su eficiencia, aplicando las técnicas más avanzadas para poder lograrlo. Dichas técnicas implican - la utilización de máquinas e implementos agrícolas en las diferentes etapas del cultivo (preparar, sembrar y cosechar), - disminuyendo considerablemente, de ésta manera, las horas-peón de trabajo y aumentando la productividad del campo agrícola.

En México, la escasez de alimentos no se debe a falta de recursos naturales, ya que contamos con grandes extensiones de terrenos propicios para ser cultivados de los más diversos pr

ductos, ni a escasez de una tecnología adecuada, puesto que - actualmente México cuenta con personal técnico y profesional - lo suficientemente capacitado. "El problema no radica en la - falta de capital, sino en su uso equivocado".

Actualmente, el gobierno Federal, considerando todo ésto ha alcanzado grandes logros en la solución del problema mediante el programa de fomento agropecuario "Sistema Alimentario Méxicano" (SAM), que pretende lograr a corto plazo la autosufi--ciencia nacional en alimentos básicos y la constitución de una canasta de consumo popular al alcance de las masas de la población, mediante la concentración de los recursos públicos de fomento en los campesinos pobres y no, como se había hecho con los grandes agricultores.

Lo anterior supone una nueva organización de la agricultura basada en la participación de los pequeños productores agrícolas, apoyados por el Estado con créditos, asistencia técnica y una comercialización que replantee la distribución de los - alimentos en su beneficio.

La mecanización en los sistemas de cultivo es básica para incrementar la producción agrícola. En el siguiente estudio conoceremos en forma general al tractor agrícola, sus características y componentes principales, la importancia de su utilización y sus consecuencias socioeconómicas.

C A P I T U L O I

EL SUELO Y LA FERTILIDAD

La fertilidad del terreno está condicionada por múltiples factores de los cuales nombraremos algunos de los más importantes:

1.- **El clima de la zona.**- Esto es, los factores atmosféricos (temperatura, lluvia, granizo, nieve, heladas, viento, etc.) que contribuyen a determinar un cierto suelo agrícola y a hacerlo más o menos apto para los cultivos.

2.- **La exigencia de las plantas cultivadas.**- Para evitar el error de cultivar una determinada especie en un terreno inapropiado, el cual sería de más provecho para otra especie.

3.- **El trabajo del agricultor.**- Si nada puede hacer éste sobre el clima de la región, sí tiene grandes posibilidades de modificar y convertir en fértiles sus tierras, mediante oportunos cultivos y abonados. Para ello, es necesario conocer su origen, sus características físicas, químicas y microbiológicas, los métodos de cultivo y los instrumentos de trabajo, así como lo concerniente a los abonados y métodos de mejora del terreno (corrección, drenaje de terrenos demasiado húmedos, riego y riego fertilizante).

EL CLIMA Y LAS PLANTAS

El buen desarrollo de las plantas, en general, está condicionado por dos factores esenciales: el suelo agrícola y el clima de la región.

Debido a las condiciones climáticas desfavorables que pueden impedir ciertos cultivos en el suelo, a pesar de que se garantice una alta productividad en base a sus propiedades físicas y químicas, será oportuno conocer las características climáticas de la región y adecuar a ellas los cultivos.

Los factores atmosféricos de cuidado son principalmente: la temperatura, la luz, la humedad atmosférica y los vientos, y estos a su vez, están interrelacionados con otros, como por ejemplo:

-La latitud.- Es la que condiciona el calor y la luminosidad de una región.

-Mares y lagos.- Disminuyen notablemente las diferencias de temperatura que se producen entre las horas diurnas y nocturnas.

-Montañas y colinas.- Que influyen sobre la insolación de los terrenos y sobre los vientos de la zona.

-Corrientes marinas.- Ya sean frías o calientes.

Ahora veremos más detalladamente los cuatro fenómenos at-

mosféricos y su relación con los diversos cultivos posibles.

1.- LA TEMPERATURA

Para las funciones vitales de las plantas existe un mínimo, un máximo y un óptimo de temperatura. La germinación, la floración y la maduración de los frutos se hará sólo en determinadas condiciones; lo mismo ocurre con el desarrollo de las raíces, del tronco y de las hojas.

La temperatura baja retarda la germinación, sin embargo, no perjudica la capacidad germinativa de las semillas; el sistema radicular de una planta necesita de temperatura constante, mientras que su parte aérea necesita temperaturas más elevadas para su desarrollo.

Por otra parte, la temperatura está en relación directa con la latitud, ya que depende directamente de ella, debido a la inclinación de los rayos solares sobre la tierra. Por esto, al norte la temperatura media anual es inferior, ya que ésta disminuye un grado por cada 150 km, en línea recta, partiendo del ecuador; asimismo, disminuye con la altitud, debido a que en las zonas elevadas el aire es menos denso y absorbe y retiene menos el calor de los rayos solares, aproximadamente 1°C por cada 103 m de altura.

En los países próximos al mar o a grandes lagos existen

climas más benignos debido a la influencia moderadora de las grandes masas de agua, ya que absorben el calor de los rayos solares más lentamente.

2.- LA LUZ

La luz es indispensable para las hojas, pues con ella realizan la fotosíntesis clorofílica y conduce a la fabricación de almidón, azúcar y otras sustancias de reserva, así como a la maduración de frutos y semillas. A veces la luz puede compensar la baja cantidad de calor. La cantidad de luz absorbida por una planta, si las otras condiciones ambientales son favorables, es directamente proporcional a la cantidad de sustancia seca producida, lo que significa que si una planta está bien iluminada rendirá más, tanto en cantidad como en calidad.

En general, una luz intensa favorece la lignificación de los tejidos, lo que hace la madera más robusta y resistente, el color de las hojas y flores más intenso; las sustancias azucaradas, proteínicas, grasas y aromáticas en mayor cantidad. Pero no hay que excederse, pues provocaría un aumento de transpiración de las hojas más perjudicial que provechoso; por otra parte, una planta poco iluminada crece más, pero sus tejidos son débiles, elásticos y casi privados de elementos lignificantes.

3.- LA HUMEDAD ATMOSFERICA

Lluvia.- Determina el contenido de agua en el suelo, lo enriquece de nitrógeno que sustrae al aire, en forma de sales de amonio y nitratos, ejerciendo una función fertilizante. La lluvia beneficia a la agricultura cuando es fina y ligera, -- pues el terreno la absorbe totalmente en forma gradual. Cuando llueve en forma violenta, provoca arroyuelos que arrasan -- las plantas más pequeñas, asimismo arrastran la parte superior del suelo, rica en sustancias nutritivas.

Es muy importante establecer la época en que se producen las lluvias, ya que ésta es dañina mientras germina la semilla, durante la floración porque obstaculiza la polinización y durante la última fase de maduración de los frutos y semillas. Por el contrario es muy indispensable después de la germinación, mientras la planta desarrolla su tronco y al empezar a -- madurar los frutos.

Niebla.- La niebla se forma a causa de la rápida condensación de la humedad atmosférica en las proximidades del suelo, debido a un rápido descenso de la temperatura.

En resumen, la niebla es nociva para los cultivos porque de día absorbe los rayos solares, obstaculiza la polinización de las flores, favorece el desarrollo de parásitos vegetales -- que necesitan humedad, bloquea la transpiración de las hojas --

y de los órganos vegetales. Cuando la niebla desaparece esta transpiración se reemprende con intensidad superior a la normal provocando un marchitamiento de las hojas.

Nieve.- En invierno la nieve no sólo proporciona al terreno la humedad que precisa, sino que la protege de un enfriamiento excesivo. En primavera es oportuno que se funda cuanto antes para no obstaculizar o retardar la germinación, impidiendo que los rayos solares actúen.

Rocío.- Este fenómeno se produce por la condensación del vapor de agua en contacto con el suelo que se enfría durante la noche. Es beneficioso especialmente durante los meses estivales en las zonas poco lluviosas, porque asemeja a una ligera lluvia nocturna que impide el marchitamiento de flores y hojas.

Helada.- Se origina al helarse el rocío, cuando la temperatura baja más allá de cero grados centígrados. Inofensiva en invierno, es perniciosa cuando la primavera está avanzada porque destruye las yemas debido a las fuertes variaciones de temperatura.

Granizo.- Está formado por gránulos de forma esférica que se forman en la atmósfera en la estación cálida a causa del encuentro entre masas de aire caliente y húmedo con estratos de aire frío en alta proporción. Son extremadamente perjudiciales porque golpean con violencia las plantas.

4.- LOS VIENTOS

Los vientos se forman cuando hay una diferencia de temperatura y presión entre dos zonas próximas, en tal caso, habrá movimientos de aire de la región de mayor presión atmosférica hacia la de menor presión.

Si los vientos no son impetuosos, favorecen la polinización, la transpiración y el movimiento de los líquidos circulantes en el interior de la planta, la evaporación de agua en terrenos demasiado empapados, la desecación de productos recogidos, etc.; por el contrario, los vientos fuertes son dañinos porque tumban los tallos jóvenes, rompen las ramas y hacen caer los frutos. Además, si los vientos provienen del mar y son ricos en salinidad dañarán las yemas jóvenes secundolas y quemán dolas.

El suelo continuamente se modifica por la acción del viento, pero sus efectos perjudiciales pueden ser mitigados por hileras de arboles que protejan el suelo y las plantaciones circundantes.

C A P I T U L O I I

EL SUELO AGRICOLA

SU IMPORTANCIA

El suelo es la sede de la vida vegetal y sus funciones más importantes son:

- Permitir a las raíces de la planta fijarse en él, para que puedan resistir la acción de los vientos y de las fuertes -- lluvias.
- Constituir la reserva alimenticia del vegetal.
- Retener el agua y el aire entre sus partículas para las raíces.
- Permitir la subsistencia de numerosos microorganismos que realizan las transformaciones bioquímicas que abastecen de alimento a la planta.

SU ORIGEN

La capa superficial de la corteza terrestre está continuamente sujeta a la acción de numerosos agentes físicos, químicos y biológicos.

La acción física "disgrega" el terreno, mientras que la

acción química lo "descompone". Entre los agentes físicos que disgregan las rocas están: la temperatura, el viento, el agua; y entre los agentes químicos que descomponen las rocas están: el agua, el oxígeno y el anhídrico carbónico.

Los suelos se dividen según su formación en:

1.- Suelos "in situ" o autóctonos.- Están formados de materias minerales. Su descomposición, en general, es similar a la de la roca madre, y si las rocas son de composición compleja, el terreno es más variado, y por ello, más fértil. El conocimiento de la roca madre permite determinar con bastante exactitud la naturaleza del suelo.

En cuanto a las acciones químicas y biológicas que pueden alterar la estructura del suelo "in situ", son más intensas - cuanto más cálido y lluvioso es el clima; y por lo general, - los suelos formados "in situ" son poco cultivables porque su espesor es bastante reducido, a pesar de ser ricos en elementos químicos.

2.- Suelos de transporte.- Son los que provienen de rocas más lejanas. Su clasificación se basa en las causas que han motivado su transporte:

-Suelos coluviales.- Se encuentran en las laderas de los mon-

tes.

-Suelos de aluvión.- Se forman a través del curso de los ríos.

-Suelos glaciares.- Tienen su origen en la acción de los glaciares sobre las rocas.

-Suelos marinos.- Tienen su origen en el depósito de arenas y detritus de aluviones de los ríos próximos a las desembocaduras, por la acción del mar.

-Suelos lacustres.- Derivados del fondo de lagos desecados; y Suelos eólicos que son formados por la acción de los vientos que transportan detritus de una parte a otra.

LOS HORIZONTES

La parte superior del suelo es llamado **horizonte activo** o **suelo**, en él se desarrolla el sistema radicular de la planta. Después se encuentra el **subsuelo virgen** o **inerte**. Es menos rico en oxígeno, materia orgánica, etc. que el suelo; pero a pesar de no estar en contacto directo con las plantas es importante para la fertilidad del suelo, porque regula la circulación del aire, agua y sustancias nutritivas de reserva.

A veces entre el suelo y el subsuelo se encuentran horizontes compactos, impermeables e impenetrables a las raíces, se les llama "**costra**" y pueden estar constituidos por cal o hierro.

LA ESTRUCTURA

El suelo agrícola está formado por numerosos detritus o partículas que presentan diversas formas y dimensiones. La porosidad del suelo aumenta con la disminución de las partículas. Los suelos arcillosos, constituidos por partículas pequeñísimas, son generalmente compactos; en cambio, los arenosos, calcáreos o los ricos en mantillo son muy sueltos.

La parte fina del suelo es la más importante para la vida de las plantas, porque se adhiere profundamente a las raíces y participa en la nutrición vegetal; además de que un suelo excesivamente rico en elementos gruesos, no es bueno por ser demasiado permeable y hace difícil los trabajos agrícolas.

LAS SUSTANCIAS CONSTITUYENTES

Los principales constituyentes minerales son: arcilla, caliza, arena, coloides inorgánicos, hidratos de hierro, aluminio y manganeso.

El constituyente orgánico es el humus o mantillo que se deriva de la descomposición de los residuos de los organismos vivos del suelo. Existen suelos muy ricos en mantillo, tales como las turberas, tierra de huerto, tierra negra, etc., donde alcanzan el 10% de los constituyentes del suelo.

El humus es índice de fertilidad porque aporta a las plantas: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre, fósforo, etc., asimismo, vuelve menos sueltas las tierras arenosas y calcáreas; es ligero y poroso, por su color oscuro contribuye al recalentamiento del suelo y por sus características es de reacción ácida.

LAS PROPIEDADES FISICAS

Estas propiedades influyen directamente sobre la fertilidad del suelo y nos permiten establecer: la frescura, así como la temperatura del suelo, y la facilidad de cultivo del suelo, es decir, la resistencia que éste opone a los aperos de trabajo.

Peso específico.- Es variable; 1 dm³ de terreno pesa de 1.2 a 1.6 kg.

Higroscopicidad.- Es la propiedad de condensar el vapor de agua contenida en el aire, por parte de las partículas del suelo libre de la superficie. El mantillo es la sustancia dotada de más alto poder de higroscopicidad, seguido por la arcilla.

Capacidad de campo.- Es la propiedad que el terreno tiene de absorber y retener agua; ésta es tanto mayor, cuanto mayor sea la presencia de sustancias coloidales en el suelo. Al remover las partículas de éste, aumenta la capacidad de impregnación

Capilaridad.- Propiedad que tiene el agua de salir desde los horizontes más profundos hasta la superficie. La capilaridad del terreno es más elevada cuanto más pequeñas sean las partículas, esto es, cuando mayor sea su contenido en coloides; y ésta se interrumpe si en los estratos superficiales las partículas están completamente secas.

Permeabilidad.- Es la propiedad que tiene el terreno de dejarse atravesar por el agua y el aire; ésta es máxima en el humus y mínima en la arcilla.

Desecabilidad.- Propiedad que tiene el terreno de perder agua por evaporación; ésta es máxima en los terrenos arenosos y mínima en el humus.

Temperatura.- Depende principalmente de las radiaciones del sol.

Tenacidad.- Es la resistencia que ofrece el terreno al laboreo, depende de la fuerza de cohesión entre las partículas del suelo. Para medir la tenacidad se recurre al dinamómetro, que calcula el esfuerzo necesario para mover una lámina vertical a una profundidad establecida. El esfuerzo es máximo en terrenos arcillosos, húmedos o secos, en los que los cultivos resultan difíciles y costosos; en cambio, el esfuerzo es mínimo en los terrenos arenosos aún en extremas condiciones de humedad o sequía.

PROPIEDADES QUIMICAS

El conocimiento de las mismas permite regular el empleo - de abonos químicos y orgánicos, la conveniencia de que se distribuyan una o más veces y la elección del cultivo mejor adaptado a terrenos ácidos o alcalinos.

Poder absorbente.- Es la propiedad que tiene el terreno de absorber y retener sustancias alimenticias para las plantas contra el lavado de las corrientes de agua y de lluvia.

Las sustancias básicas mejor absorbidas son el amoníaco y la potasa y la base menos absorbida es el calcio. El conocimiento de estas propiedades nos permite regular el suministro de abonos nítricos, amoniacales, fosfatos, etc.

Reacción del suelo.- Se indica, por medio del símbolo pH, el grado de acidez, neutralidad del suelo, los valores inferiores a 7 indican acidez y los valores superiores a 7 indican alcalinidad.

La acidez del terreno depende de sales ácidas y principalmente el humus puede derivarla, ya que las lluvias de la zona que disuelven las sales del suelo dejan esta materia orgánica. La mayor parte de las plantas no resisten un ambiente ácido, que impide el desarrollo de las raíces.

La alcalinidad del terreno depende del contenido de sales alcalinas, de bases libres, etc.; entre las sales básicas, la que está contenida en mayor cantidad es la cal, seguida del -- carbonato potásico y sódico.

ACTIVIDAD MICROBIOLOGICA

Numerosos microorganismos vegetales o animales viven en el terreno y son los causantes de varias de las transformaciones de la materia orgánica y mineral, tales como: la putrefacción, fermentación y maceración, humificación, amonificación, fijación del nitrógeno atmosférico, etc.; y entre estos microorganismos se encuentran, por ejemplo: los protozoarios del género ameba, las algas verdes y azules, los hongos microscópicos y los esquizomicetos o bacterias, de las que podemos citar a las bacterias humificantes, amoniacales, nitrificantes, desnitrificantes, etc.

CLASIFICACION

Naturalmente se siguen diversos criterios para clasificar un terreno :

-Según su contenido de agua se pueden dividir en: suelos húmedos, frescos, secos y áridos.

-Según su capacidad para ser trabajados pueden ser: suelos pe-

sados, medios y ligeros.

-Según su origen en terrenos "in situ" y en terrenos transportados.

-Según su clima se tienen: suelos de zona fría, podsólicos, - tierra blanca, tierra roja, negra, etc.

-Según su composición en: suelos pedregosos, francos, arcillosos, calcáreos y húmicos.

Un buen terreno debe estar constituido aproximadamente del siguiente modo: arena, del 50 al 65% ; cal, alrededor del 12% ; arcilla, del 15 al 25%, y de mantillo, del 10 al 12%.

TERRENOS TIPICOS

Terrenos arcillosos.- Se presentan tenaces, difíciles y costosos de trabajar, tanto húmedos como secos, absorben excesos de agua impidiendo la aireación del suelo y en las sequías forman amplias hendiduras que dificultan el desarrollo de las raíces o las quiebran.

Terrenos arenosos o silíceos.- Son bastante sueltos, muy permeables y se calientan fácilmente; pero también, presentan excesiva evaporación del agua y escasísimo poder absorbente.

Terrenos calizos.- Se caracterizan por su alto contenido de carbonato cálcico, pueden presentarse compactos si provienen de las precipitaciones de calcio disueltas en el terreno,

serán sueltos si provienen de la disgregación de rocas.

Terrenos húmicos.- El humus fertiliza un suelo si su contenido no es superior al 12-15% . En caso contrario, suele dar al suelo una reacción demasiado ácida.

C A P I T U L O I I I

LA MAQUINARIA AGRICOLA Y SU RELACION CON LA AGRICULTURA

Al principio todas las cosechas de productos alimenticios eran producidos por el hombre utilizando tan sólo la fuerza de sus brazos y tuvieron que pasar miles de años para que se sustituyera ésta por la fuerza de los animales. Con el descubrimiento del hierro, se idearon herramientas que más adelante sustituyeron la fuerza animal. La transición entre el trabajo agrícola manual y el moderno sistema de aplicación de la máquina y del motor a la agricultura fue lenta al principio, pero mediante el desarrollo del arado de acero, del motor de combustión interna, del tractor y de otras máquinas agrícolas, el movimiento se ha acelerado hasta alcanzar metas no soñadas. El progreso experimentado por la agricultura en los últimos cien años, es muy superior al conseguido en todo el tiempo anterior de la historia del mundo.

La mecanización agrícola y sus progresos.- En 1855 prácticamente el 80% de la población norteamericana vivía en granjas, mientras que en 1963 más del 85% vivía en zonas urbanas.

La figura 3-1 muestra que a partir del máximo de población

alcanzado en el año 1916, la curva representativa de la cantidad de personas que viven en las zonas rurales ha seguido una trayectoria general descendente. La depresión de los años 30 hizo que esta curva ascendiese de modo transitorio, pero la Segunda Guerra Mundial, con su gran demanda de mano de obra para la industria y de hombres para las fuerzas armadas, produjo un descenso rápido de la población rural.

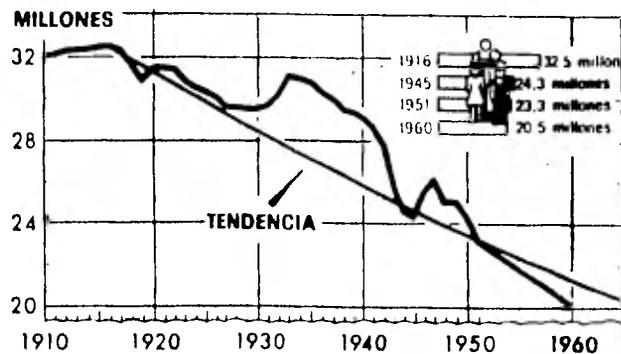


Fig. 3-1 Disminución de la población agrícola de 1910 a 1960.

Los aperos de labranza existentes el año 1854 eran tan rudimentarios que un operario agrícola producía tan sólo lo suficiente para sí mismo y cuatro o cinco personas más, pero en 1920, con la aplicación de la moderna maquinaria arrastrada por caballería, el trabajador del campo pudo sostenerse así mismo y a nueve personas más con su trabajo. Gracias a la adopción de los equipos de tracción mecánica éste subió hasta dieciocho en 1955. En 1963 una UTH (unidad de trabajo hombre) puede producir la cantidad de alimentos y fibras textiles que son necesari-

rias para él y para otras treinta personas (Fig. 3-2).

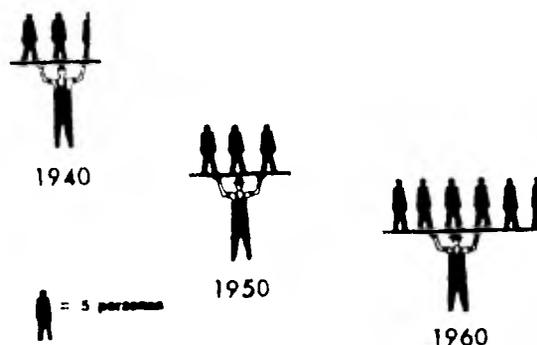


Fig. 3-2 Con menos operarios se sostiene más población, gracias al empleo de máquinas más perfeccionadas.

Una parte fundamental de la revolución técnica que se está desarrollando en la agricultura, al propio tiempo que una consecuencia de ella, ha sido el gran aumento de la productividad por hora-peón conseguido en el conjunto de faenas agrícolas, que es hoy día, el mayor conocido en toda la historia de la agricultura. El periodo 1945-1962 ha sido de rápido avance en la mecanización agrícola y de gran aumento en los rendimientos de los cultivos y de la ganadería, gracias a la adopción, cada vez mayor, de las prácticas de cultivo más perfeccionadas. Estos cambios han hecho posible un gran aumento en la producción agrícola y ganadera, con una reducción en el número de horas-peón empleadas en las faenas del campo.

Influencia de la mecanización en la disminución del número de horas del operario.- El efecto de la mecanización en la agricultura se mide por el número de horas-peón necesarias para cultivar y cosechar una parcela de 0.4 has. de trigo y que da una cosecha de 7 hl.

En 1830 cuando la siembra y la cosecha se hacían a mano - era necesario 55.7 horas-peón; este número bajó a 8.8 en 1896 con el empleo de sembradoras arrastradas por caballos, mientras que en 1930, empleando sembradoras y cosechadoras mecánicas arrastradas por tractores, el número de horas-peón descendió a 3.3.

El perfeccionamiento de las máquinas agrícolas y de los métodos de trabajo han logrado producciones análogas en el número de operarios necesarios para la producción y la recolección, en la mayoría de los cultivos extensivos, en la relación entre el rendimiento y la mano de obra empleada. (Fig. 3-3)

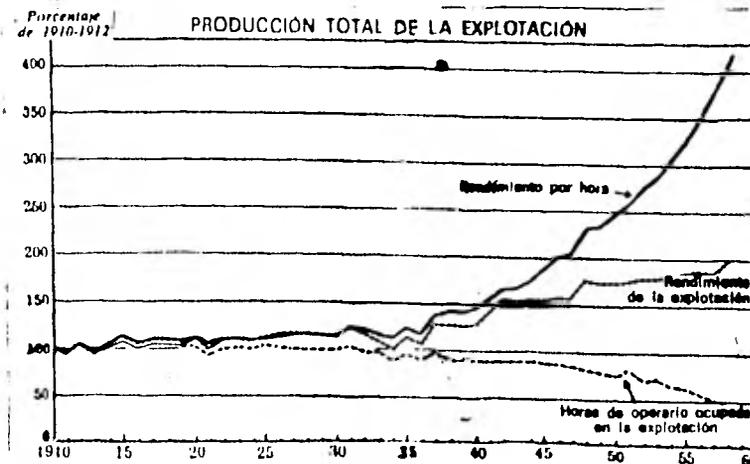


Fig. 3-3 La eficiencia de la utilización del trabajo en la explotación.

Adaptación de las máquinas al tipo de siembra y al método de cultivo.- Los dos principales sistemas de siembra empleados son la siembra a voleo y la siembra en líneas; este último procedimiento se aplica al maíz, algodón, tabaco, papas y horta

zas en general; mientras que el heno, arroz, trigo y en general todos los cereales, se siembran a voleo. La maquinaria agrícola puede ser empleada con ventaja en ambos tipos de cultivo, pero hay que tener en cuenta que cuanto mayor sea el número de usos a los que pueda adaptarse la máquina, tanto menor será la inversión inicial en equipo. Las sembradoras y las cosechadoras de granos pueden emplearse para los cuatro tipos de cereales: trigo, centeno, cebada y avena; y las cosechadoras pueden usarse para la recolección de ciertos tipos de cultivos de -- siembra en líneas, tales como la soya y sorgo.

Nuevas variedades de plantas que se adaptan a la mecanización agrícola.— Algunos tipos de cultivos no se prestan a ser cosechados con máquinas. En algunas variedades de sorgo, por ejemplo, las espigas vueltas hacia abajo no pueden ser segadas mecánicamente sin cortar al mismo tiempo una gran cantidad de tallo, por lo que se han desarrollado nuevas variedades que crecen rectas y hasta una altura uniforme, permitiendo así el empleo de cosechadoras. El algodón, durante su proceso de maduración, produce largas ramas con abundantes follajes que dificultan la recolección mecánica de los copos de algodón, pero los cultivadores han desarrollado recientemente nuevas variedades aptas para la recolección con máquinas. Para los tipos más vellosos se emplean las recogedoras y para los no vellosos o a prueba de tormentas, la cosechadora de cápsulas de algodón.

Preferencia por las unidades suspendidas y de cambio rápido.-

Cuando se empezó a emplear el tractor en la agricultura, éste remolcaba las máquinas. En 1930 se montaron algunos tipos especiales de sembradoras y cultivadoras sobre tractores para cultivo en líneas. Con el desarrollo de la toma de fuerza se adaptaron y montaron sobre el tractor nuevas máquinas, tales como cortadoras y recogedoras de maíz, pero dichas máquinas exigían un tiempo de montaje considerable, al igual que en el desmontaje, ya que las operaciones se hacían pieza a pieza. La elevación y los ajustes se realizaban al principio con palancas de mano y posteriormente se desarrollaron nuevos tipos de máquinas que podían montarse como conjuntos completos y elevarse por procedimientos mecánicos a motor. Los arados de dos y tres cuerpos se consideraban, al principio, demasiado pesados para poder ser elevados formando una unidad, pero en 1955 ya se elevaban por procedimientos hidráulicos los arados de vertedera de tres cuerpos, las gradas de discos tándem y otros equipos, al girar en las cabeceras. Actualmente, la mayoría de los equipos para labores de cultivo se diseñan para ser adaptados al tractor, con excepción de las cosechadoras autopropulsadas y los recogedores de maíz y algodón.

Las ruedas y llantas neumáticas en el equipo agrícola.- En 1929 no existían máquinas agrícolas equipadas con ruedas neumáticas de caucho. En 1937 había ya algunos tipos de máquinas con ruedas de esta clase; pero en 1964 ya todas las máquinas son montadas sobre ruedas neumáticas.

C A P I T U L O I V

MATERIALES DE CONSTRUCCION

La calidad y tipos de materiales usados en los aperos agrícolas están en función de la fortaleza, duración y rendimiento. En la actualidad, para la construcción de aperos agrícolas, se tiende a eliminar la fundición en lo más posible, empleando el acero estampado. De esta forma se reduce el costo de fabricación en forma sustancial. Se reduce así el peso de la máquina, pero su fortaleza y duración se mantiene e incluso se incrementa.

Los materiales usados en la construcción de equipo agrícola pueden clasificarse en materiales metálicos y no metálicos.

Los materiales no metálicos se dividen en: madera, caucho, cuero, fibras vegetales y plásticos.

Las maderas.- En la actualidad el hierro y el acero han casi sustituido en su totalidad a la madera. Esto se debe a dos razones principales que explican este hecho: primero, el acero es más duradero; segundo, su precio está bajando en relación con la madera de buena calidad, a causa de la escasez de ésta última.

Caucho.- El caucho es obtenido tanto de árboles de caucho como sintéticamente. Se han desarrollado composiciones especiales de caucho para propiedades deseadas en casos particulares. Existen varios tipos de materiales de caucho que varían en -- cuanto a sus propiedades generales de dureza, flexibilidad, - adhesividad y resistencia química.

Su uso principal en el equipo agrícola es para la producción de cámaras y cubiertas; se usa también en la fabricación de correas planas y trapezoidales de transmisión y para el aislamiento de los cables de conducción eléctrica. En las transportadoras se emplean discos de goma para sujetar las plantas.

Plásticos.- El material plástico es un sólido orgánico, polimerizado a un alto peso molecular, que es susceptible de ser moldeado, generalmente con la ayuda de calor o presión, o de ambas a la vez. Hay muchos grupos y tipos de plásticos comerciales que se venden bajo diferentes nombres.

Ciertos tipos de plástico se usan para vertederos, tuberías, cajas de batería, cerdas para cepillos, ventanas, tolvas de distribuidoras de abono y semilla, etc.

Cueros y fibras vegetales.- El cuero se emplea principalmente para correas de transmisión. Las fibras vegetales se usan en los cepillos, tejidos y mullido de tapizados.

MATERIALES NO FERROSOS

Los materiales no ferrosos son el cobre y sus aleaciones como el latón y el bronce; aluminio, magnesio, plomo, zinc y estaño.

Las aleaciones.- Se llama aleación a una sustancia que tiene propiedades metálicas y que está compuesta por dos o más elementos químicos, de los cuales uno al menos es un metal. Los grupos más comunes de aleaciones son el bronce, latón, metal Babbitt, los aceros de aleación y las aleaciones de aluminio.

Cobre.- Ocupa el tercer lugar en importancia comercial inmediatamente después del hierro y del acero. La poca dureza del cobre le permite poder ser transformado en láminas delgadas o en fino alambre. Se usa para la fabricación de cables eléctricos, tuberías para la conducción del combustible desde el depósito hasta el carburador y en los generadores y motores de arranque.

Latón.- Normalmente el latón es una aleación de cobre y zinc. Se emplea para la fabricación de radiadores, conducciones, varillas para soldar, filtros para las conducciones de combustible, piezas de instrumentos y terminales de acoplamiento.

Bronce.- ES una aleación de cobre y estaño. Con el fin de abaratar la aleación, modificar su color o aumentar su maleabi

lidad, se le agrega también zinc. El bronce fosforado, al manganeso y el bronce al aluminio son aleaciones especiales de cobre que contiene pequeñas proporciones de estaño y zinc y otros metales. Estas aleaciones se emplean para la fabricación de manguitos de cojinetes, muelles, válvulas, pistones de bombas y cojinetes.

Metal Babbitt.- Es una aleación a base de estaño que contiene pequeñas cantidades de cobre y antimonio. Un buen metal Babbitt para cojinetes de automóviles debe contener un 7% de cobre, un 9% de antimonio y un 84% de estaño. Se usa principalmente para recubrir cojinetes.

Metales de aporte en la soldadura.- El normal contiene aproximadamente una parte de estaño y una de plomo, el que emplean los fontaneros contiene dos partes de estaño por una de plomo. Este metal se usa principalmente para unir entre sí estaño, cobre, latón, acero e hierro dulce.

Aluminio.- Es un metal blanco con un matiz ligeramente azulado, resistente a la corrosión y a la acción de la mayoría de los productos químicos, pero puede ser disuelto por ácido clorhídrico. A menudo se emplea para aleaciones con hierro y cobre. Es ampliamente usado para fundiciones ligeras en ciertos tipos de equipos agrícolas.

Zinc.- Es un elemento metálico de tono azul blanquecino y aspecto cristalino, quebradizo cuando está frío y maleable entre los 110 y 120°C. Se emplea principalmente como recubrimiento protector contra la corrosión sobre la chapa de hierro y las piezas moldeadas de fundición.

METALES FERROSOS

Los metales ferrosos están constituidos por el hierro y sus aleaciones, tales como la fundición, la fundición maleable y el hierro forjado, etc.

Las fundiciones.- La fundición es un hierro que contiene tal cantidad de carbono, o de un equivalente, que no es maleable a ninguna temperatura.

Existen dos tipos de fundición: la fundición gris, en la cual el carbono está separado del hierro bajo la forma de grafito, y la fundición blanca en la que el carbono y el hierro están combinados. Existe una tercera, la fundición atruchada o moteada que es una mezcla de la blanca y la gris.

Las piezas de fundición son, generalmente, de gran volumen y muy quebradizas; no pueden ser forjadas, pero pueden unirse entre sí mediante soldadura normal o de latón. El proceso para unir dos piezas, por este último procedimiento, consiste

en calentar las secciones de fractura hasta la temperatura de soldadura aplicando el metal soldante.

Fundición maleable.- Es una fundición blanca recocida, de la que se ha separado el carbono sin llegar a formar grafito laminar, como en la gris.

El proceso para hacer maleable la fundición, consiste en fundir conjuntamente el arrabio blanco con la chatarra de hierro en el horno, vertiendo la mezcla en los moldes de arena. Una vez frías las piezas, se limpian y se preparan para el recocido; en cajas de hierro fundido se ponen las piezas junto con óxido de hierro que actúa como descarburador. Las cajas se colocan en un horno cuya temperatura se eleva a unos 752°C y se mantienen en él de 3 a 5 días. Después se apaga el horno y se deja enfriar lentamente durante varios días antes de sacar las piezas.

Fundición endurecida al frío.- Es una fundición vertida en moldes especiales que tienen partes que son metálicas en lugar de ser de arena. Estas partes metálicas hacen que el hierro fundido, en contacto con ellas, se enfríe más rápidamente que el resto. Las partes metálicas del molde deben calentarse hasta que se produzcan explosiones al ponerse en contacto con una superficie fría. En las vertederas para arados se ve que las fibras de hierro se orientan perpendicularmente a la superficie.

ficie en aquellas zonas en las que el metal ha sido endurecido al frío.

Fundición dúctil.- Es este un metal empleado para la fabricación de piezas para equipo agrícola. Es un hierro de alta calidad producido mediante la adición, en el caldero de colada, de una aleación de magnesio a la fundición derretida preparada para producir fundición gris.

Esta fundición tiene muchas aplicaciones, tales como ruedas motrices, engranajes, rejas de arado, dedos para segadoras, piezas para el atador de las empacadoras de heno, abrazaderas de montaje para la rueda trasera o de surco de los arados, etc. La fundición dúctil permite ser soldada en forma análoga a la gris, pero exige una varilla especial e inversión de polaridad designada como Ni-rod 55.

Hierro forjado.- Es hierro que se emplea en trabajos de forja. Contiene muy poco carbono, del 0.05 ó 0.10 al 1%. Es caro, y por lo general se le sustituye por un acero dulce.

Clases de acero.- El acero es una variedad de hierro clasificada entre la fundición y el hierro forjado; es muy tenaz y cuando se le somete al temple se vuelve duro y elástico. La composición de las diversas variedades de aceros: al carbono, manganeso, níquel, molibdeno, cromo, cromo-vanadio y tungsteno, pueden identificarse por un sistema numérico expresado en la tabla siguiente:

CONTENIDO DE CARBONO Y NUMERO DE LOS DIFERENTES TIPOS
DE ACERO.

Tipo de acero	% de carbono	Número SAE
Carbono muy bajo	0.05 - 0.18	1008 - 1016
Carbono bajo	0.19 - 0.23	1017 - 1022
Carbono medio	0.24 - 0.47	1025 - 1043
Carbono alto	0.48 - 0.70	1045 - 1065
Carbono muy alto	0.71 - 1.03	1070 - 1095

En la tabla anterior, las últimas cifras del número indican el contenido de carbono del acero.

Su resistencia está íntimamente relacionada con el contenido de cobre y sus diversas aleaciones tienen números superiores a los aceros que no la contienen. Con el fin de poder identificar fácilmente las distintas calidades de aceros, cuando éste se encuentra en almacenes, se emplea un código de colores preestablecidos.

Una aleación de acero es una mezcla de dos o más metales los más comunes son: boro, manganeso, níquel, vanadio, tungsteno y cromo.

Acero al boro.- Contiene una pequeña cantidad de boro y éste tiene la propiedad de aumentar la dureza del acero.

Acero al manganeso.- Contiene generalmente del 11 al 14% de este metal y del 0.8 al 1.5% de carbono, por lo cual tiene propiedades de extrema dureza y ductilidad.

Acero al níquel.- Es un acero con una proporción del 2 al 5% de níquel y de 0.1 - 0.5% de carbono; es fuerte, tenaz, dúctil y se emplea en la fabricación de piezas sometidas a tensiones y golpes continuos.

Acero al vanadio.- Si se agrega al acero un 0.2% de vanadio, adquiere una fuerza tensional y una elasticidad comparables a las de los aceros con pequeña y media proporción de carbono, pero una disminución de su ductilidad.

Acero al cromo-vanadio.- Contiene del 0.5 al 1.5% de cromo, del 0.15 al 0.30% de vanadio y del 0.15 al 1.1% de carbono. Se usa para la construcción de piezas fundidas para maquinaria, muelles, ejes, engranajes y pasadores.

Acero al tungsteno.- Contiene del 3 al 18% de tungsteno y del 0.2 al 1.5% de carbono y se emplea en la construcción de matrices y de herramientas de corte de alta velocidad.

Acero al molibdeno.- Las propiedades de este acero son similares a las del acero al tungsteno.

Acero al cromo.- Los aceros al cromo contienen generalmente

del 0.5 al 2% de cromo y del 0.1 al 1.5% de carbono. Los aceros al cromo que contienen del 14 al 18% de cromo son variedad del llamado acero inoxidable.

Acero al cromo-níquel.- El acero cromo-níquel normal contiene del 0.3 al 2% de cromo, del 1 al 4% de níquel y del 0.1 al 0.6% de carbono. Es tenaz y dúctil y se emplea en la fabricación de engranajes, cigueñales, bielas y piezas de maquinaria. Cuando este acero contiene una proporción del 16 al 19% de cromo, del 7% al 10% de níquel y menos del 0.15% de carbono, se obtiene el comúnmente llamado acero inoxidable.

Acero para herramientas.- Se designa con este nombre a una variedad de aceros que contienen una alta proporción de carbono y que se emplean en la fabricación de herramientas. Tienen la propiedad de endurecer extraordinariamente mediante un templeado a una temperatura de 750 a 1000°C.

Acero dulce.- Es el que contiene bajo porcentaje de carbono. El acero de alma dulce está constituido por tres capas de acero. Las dos capas exteriores de acero duro se soldan a una tercera interior de acero dulce. Este acero se emplea en la fabricación de cuerpos de arados.

Los aceros revestidos o bimetalicos se obtienen adhiriendo a una base más gruesa de acero, mediante laminado en caliente, una capa de níquel, de inconel o de metal Monel. Esta capa suele tener un espesor de 4.5 mm o más, constituyendo del 10 al 20% del grosor total de la placa.

Formas comerciales de los aceros.- El acero al que se le da forma, tal como los angulares, barras, viguetas en T, en U, en Z, en I, etc., cuyas secciones más conocidas son las que se muestran en la figura 4-1, se le llama acero laminado.

Comercialmente existen en forma de barras, pueden ser redondas, ovaladas, cuadradas, hexagonales, etc. También existen diversos tipos de tubos, tanto redondos como cuadrados.

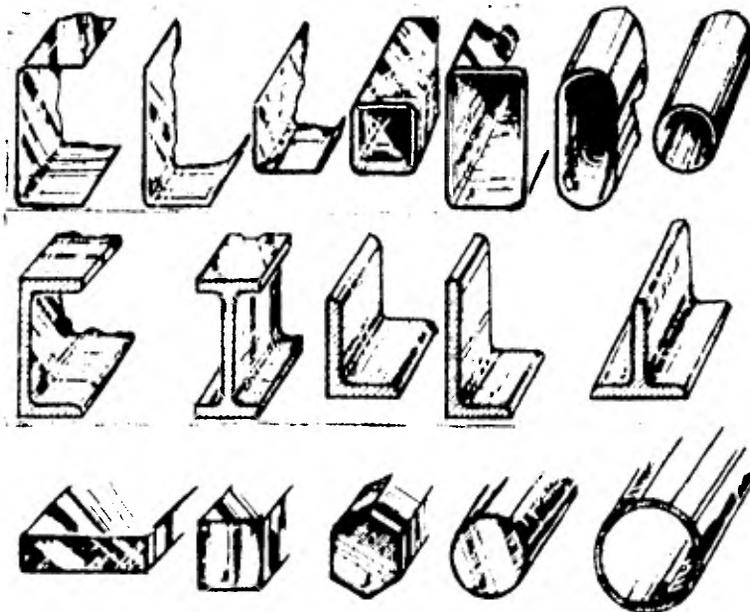


Fig. 4-1 Algunas formas del laminado del acero.

Tratamientos térmicos de los aceros.- En muchos casos, cuando se exige de una pieza determinada muchas horas de trabajo, y ya que los aceros extraduros no pueden ser mecanizados ni terminados fácilmente, se emplea para mecanizar la pieza primero un acero dulce al que posteriormente se le aplica un tratamiento para endurecerlo.

Los procesos de endurecimiento más comunes son:

Endurecimiento mediante tratamiento térmico.- Tratamiento térmico es un término empleado para describir la aplicación de -- procesos de calor y frío al acero. Dichos tratamientos incluyen: recocido, temple, revenido y cementado. Las camas de los arados, los discos de los arados y las hojas de las gradas de discos son ejemplos de piezas que sufren tratamiento térmico para hacerlas más útiles.

Endurecimiento superficial.- Como su nombre lo indica consiste en endurecer una aleación de hierro, de tal forma que la capa superficial se haga considerablemente más dura que el interior o alma. El endurecimiento superficial se puede ejecutar por diversos procedimientos, tales como:

-Carburación.- Es un proceso en el cual el acero se envuelve en carbón vegetal y se calienta hasta unos 850°C durante un tiempo lo suficientemente largo para que la dureza adquiera profundidad deseada.

-Nitruración.- En este procedimiento, para endurecer la superficie, se coloca éste previamente tratado por calor en una cámara hermética a una temperatura de unos 500°C y se inyecta en la cámara gas amoníaco.

-Carbonitruración.- Es un proceso de endurecimiento del acero mediante la adición de un gas rico en carbono y amoníaco.

-Cianuración.- Este procedimiento consiste en introducir el acero durante algún tiempo en un baño de cianuro potásico fundido, como consecuencia, se forma una fina superficie dura.

Endurecimiento por inducción.- Se lleva a cabo mediante el empleo de una corriente eléctrica alterna de alta frecuencia que se aplica al acero durante un corto espacio de tiempo. Inmediatamente después, la superficie se introduce en agua para obtener el templado y consiguiente endurecimiento.

Endurecimiento a la flama.- Para ello se emplea un soplete de oxiacetileno, con el cual se calienta la superficie rápidamente a una temperatura superior a la crítica, después de lo cual se sumerge en agua para templarla.

Blindaje con soplete.- Consiste en aplicar por soldadura un metal duro sobre una base metálica colocando sobre ésta un depósito con la varilla, con objeto de obtener un recubrimiento final que sea más duro que la superficie primitiva.

Se blindo para dar más resistencia al desgaste, al calor o a la corrosión, o a combinaciones de las tres, pero generalmente es para prevenir el desgaste. Los polvos de blindaje se esparcen sobre el metal de base, el cual se calienta hasta el punto de fusión con objeto de adherir intensamente el polvo.

C A P I T U L O V

M E C A N I C A

Al iniciar el estudio de la maquinaria agrícola es necesario poseer un claro concepto de los principios fundamentales - de la mecánica, así como de su aplicación práctica a las máquinas.

Mecánica.- Se llama mecánica a la ciencia que estudia las fuerzas y sus efectos.

Fuerza.- Es la acción que tiende a producir o detener un movimiento en el cuerpo sobre el que actúa. Una fuerza se caracteriza por un valor, una dirección y un sentido.

Una fuerza que ejerza sobre un cuerpo el mismo efecto de dos o más actuando juntas, se llama resultante de éstas, que reciben el nombre de componentes. A la operación de averiguar la resultante de dos o más fuerzas se le llama composición de fuerzas, mientras que el encontrar las dos o más componentes - de una fuerza dada, se denomina resolución de la fuerza.

Si una fuerza se mueve en dirección circular ejerciendo una acción de tensión se le llama par de torsión; por ejemplo, una correa de transmisión que ejerza una fuerza para hacer girar

rar una polea, la que a su vez transmite el movimiento a un eje, está ejerciendo sobre dicho eje un par de torsión.

Se define con el nombre de momento de una fuerza con respecto a un punto al producto de esta fuerza por la distancia que la separa del punto. Por ejemplo, la figura 5-1 muestra el momento de la fuerza P con relación al punto A , obtenido de multiplicar P por la distancia AB , que se llama brazo de palanca de la fuerza.

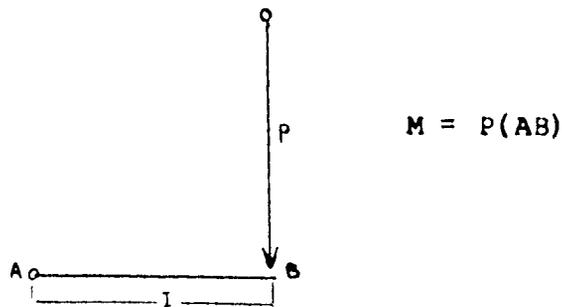


Fig. 5-1 Momento de la fuerza.

Trabajo.- Si se aplica una fuerza sobre un cuerpo de tal forma que se produzca su movimiento, se produce trabajo. El trabajo se mide por el producto de la fuerza aplicada por la distancia recorrida por el cuerpo.

Potencia.- Es el trabajo realizado en la unidad de tiempo. Para determinar la potencia consumida o transmitida por una máquina, es preciso conocer la fuerza ejercida, la distancia a través de la cual actúa la fuerza y el tiempo requerido por ésta.

para ejercer su acción a lo largo de dicha distancia. Para deducir la unidad de potencia en un sistema de unidades determinado, no hay más que dividir la correspondiente unidad de trabajo por la de tiempo.

Energía.- La energía se define como la capacidad para realizar un trabajo; como la energía de un cuerpo se mide en función del trabajo que éste puede realizar, trabajo y energía se expresan en las mismas unidades.

Energía potencial.- La energía de un cuerpo es la capacidad que posee de realizar un trabajo por efecto del estado o posición en que se encuentra. Por ejemplo, una unidad de peso habiendo sido levantada a un metro de altura, se dice que tiene energía potencial de un kilográmetro, mayor que la que tenía en su posición original.

Energía cinética.- La energía cinética de un cuerpo es la capacidad que posee para realizar un trabajo debido a su movimiento.

Inercia.- Todo cuerpo continúa en su estado de reposo o de movimiento a menos que una fuerza externa lo obligue a cambiar de ese estado.

TABLA DE LAS PRINCIPALES UNIDADES

	mks	cgs	SGT ⁽¹⁾
Masa	Kg	g	utm ⁽²⁾
Fuerza	Newton	Dina	Kilopound
Trabajo	Joule	Ergio	Kgm ⁽³⁾
Potencia	Watt	-	Kgm/seg.
Aceleración	m/seg ²	cm/seg ²	m/seg ²

(1) Sistema gravitacional técnico

(2) Unidad técnica de masa

(3) Kilogrametro

TABLA DE EQUIVALENCIAS

1 watt	=	1 joule/seg.	
1 Kw	=	1 000 watts	
1 c.v. ⁽¹⁾	=	75 kgm/seg	= 736 watts
1 Joule	=	1 Newton·m	
1 Kgm	=	9.81 joules	
1 Joule	=	10 ⁷ erg	
1 Newton	=	10 ⁵ dinas	

(1) Caballo de vapor

MAQUINAS SIMPLES

Se llama máquina a todo dispositivo capaz de modificar el valor, dirección, sentido, e incluso forma de aplicación de una fuerza con objeto de conseguir una ventaja mecánica. Generalmente se asocia el nombre de máquina con las trilladoras, segadoras, etc., pero en realidad estas máquinas están constituidas por una serie de máquinas simples.

Existen seis tipos de máquinas simples: la palanca, el torno, la polea, el plano inclinado, el tornillo y la cuña. Toda máquina simple es capaz de transmitir a otro cuerpo el trabajo ejercido sobre ella. La ventaja mecánica de una máquina es la relación entre la fuerza ejercida por la máquina sobre el cuerpo y la que se aplicó sobre ella, que se llama fuerza aplicada.

Palanca.- Es una barra rígida, recta o curvada, apoyada en un punto alrededor del cual gira, llamado punto de apoyo. Sobre la palanca actúan tres fuerzas que son: la fuerza aplicada o potencia, la fuerza que se opone al movimiento o resistencia y la reacción del punto de apoyo.

La ventaja mecánica de la palanca se mide por la reacción existente entre los brazos de potencia y de resistencia, o sea

Resistencia x brazo de resistencia = Potencia x brazo de potencia.

Existen tres géneros de palancas, como se muestra en la figura 5-2.

En las de primer género, el apoyo se encuentra entre los puntos de aplicación de la potencia y de la resistencia. La mayoría de las palancas existentes en la maquinaria agrícola son de este género.

En las de segundo género, el punto de aplicación de la resistencia se encuentra entre el de la potencia y el punto de apoyo. Estas tienen una ventaja mecánica que será siempre mayor a la unidad, mientras que en las de primer género, la ventaja puede ser igual a la unidad, si ambos brazos son iguales.

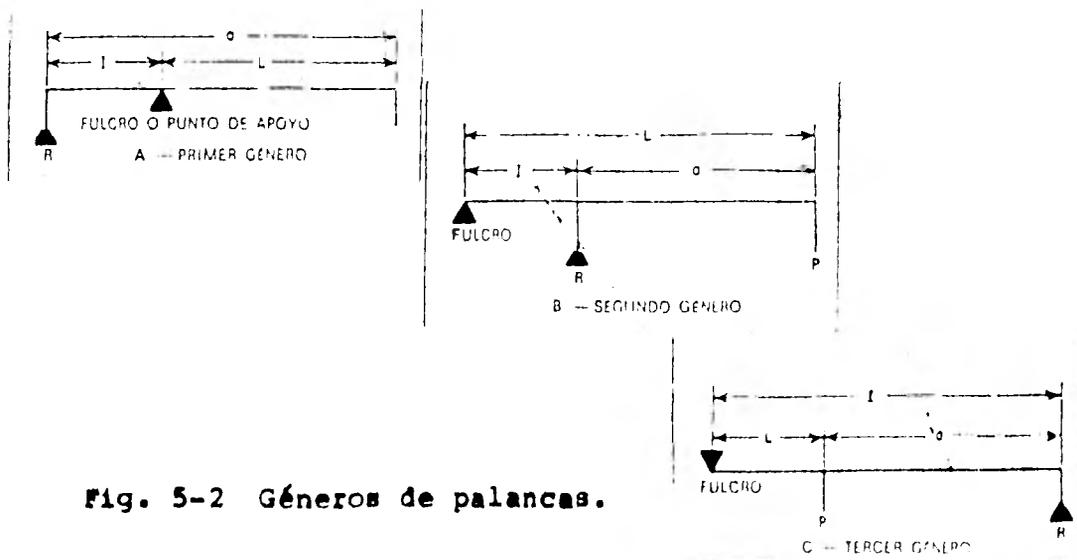


Fig. 5-2 Géneros de palancas.

En las de tercer género la resistencia actúa en un extremo, el punto de apoyo en el otro y la potencia en un lugar intermedio entre ambos. La ventaja mecánica de este género es siempre negativa, ocurriendo al revés de los dos anteriores, se sacrifica en favor de una ganancia en velocidad y distancia.

Torno.- Es en esencia una modificación de la palanca y funciona bajo el mismo principio, sólo que aquí las fuerzas actúan de continuo como se muestra en la figura 5-3. Consiste en dos cilindros o ruedas, de diferentes diámetros, montadas sobre el mismo eje. Alrededor del cilindro de menor diámetro se arroja una cuerda, en sentido opuesto, donde se aplica la potencia. El centro de ambas ruedas corresponde al punto de apoyo, el radio del cilindro menor al brazo de resistencia y el radio del mayor a la potencia.

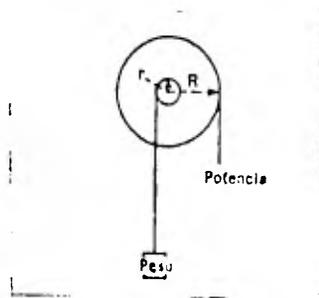
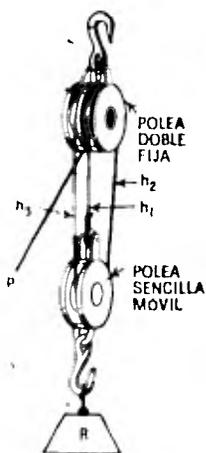


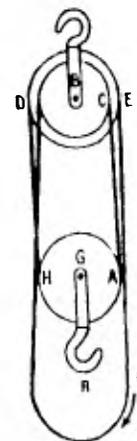
Fig. 5-3 Torno.

Polea.- Consiste en un disco o rueda con garganta que está montada en un eje alrededor del cual gira libremente, fijado a una armazón o soporte. Como en el caso anterior, la polea es una modificación de la palanca de primero o segundo género.

Existen múltiples aplicaciones de las poleas según su disposición. Una sola polea fija no proporciona ventaja mecánica alguna, excepto el cambio de dirección en el movimiento. Pero cuando se dispone de una composición de una o más poleas fijas y una o más móviles, tenemos el juego de motones que se representan en la figura 5-4 a, b y c.



(a) Motón



(b) Polea Diferencial.



(c) Diferenciales de engranajes:
 A: con tornillo sin fin
 B: con engranajes planetarios.

Fig. 5-4 Motones

La ventaja mecánica de motones varía en proporción directa al número de veces que pasa la cuerda entre el juego de poleas fijas y el de móviles.

$$R \times h = P \times 3h \quad \text{ó} \quad R/P = 3$$

siendo R = resistencia
 h = distancia recorrida por R
 P = potencia o fuerza aplicada
 3 = número de veces que pasa la cuerda

Una modificación del motón es la polea diferencial en la que las dos poleas D y C son de distinto radio y giran solidarias alrededor del eje B. Suspendida de estas poleas por una cadena sin fin, cuelga la polea móvil G a la que se fija por medio del gancho R el peso que haya que izar. Para levantar la carga se tira de la cadena P hacia abajo en la dirección de la flecha lo que hace girar a las poleas C, D y G haciendo que la polea se enrolle en la polea mayor D y se desenrolle de la menor C, alzando así a la móvil G. Consideremos que el punto D, de la sección de cadena DH, se mueve hacia arriba sobre un arco cuya longitud es igual a BD. Al mismo tiempo el punto C de la sección CA se mueve hacia abajo sobre un arco de longitud igual a BC; por consiguiente, la longitud DHAC de la cadena se habrá acortado en BD-BC y la polea G habrá subido una distancia igual a la mitad de esta diferencia. (Fig. 5.4b)

La ventaja mecánica de esta polea diferencial esta representada por:

$$P \times BD = R \times 1/2 (BD - BC)$$

Plano inclinado.- El plano inclinado está constituido por una superficie lisa que forma un ángulo determinado con la horizontal. El principio por el que se rige el plano inclinado es igual a la longitud dividida por la altura, variando según la dirección en que se aplique la potencia. Por medio del plano inclinado en lugar de tener que levantar la totalidad del peso de un cuerpo verticalmente, parte de él es soportado por el plano y la otra por la potencia.

En la figura 5-5, si la fuerza F hace que el peso W se mueva desde A hasta C paralelamente al plano, el trabajo efectuado será $F \times AC$, mientras que la resistencia de la gravedad es igual al peso W multiplicado por CE , despreciando las pérdidas por rozamiento.

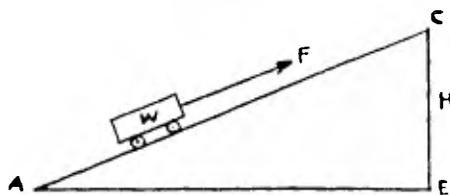
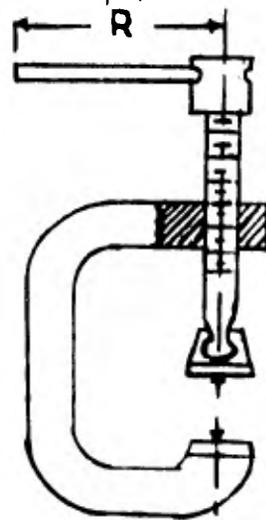


Fig. 5-5 Plano inclinado

Tornillo.- Es la modificación o aplicación del plano inclinado combinado con la palanca. Los filetes de la rosca están en la misma relación con el plano inclinado de una escalera de caracol con otra recta. Cuando se hace girar al tornillo sobre -

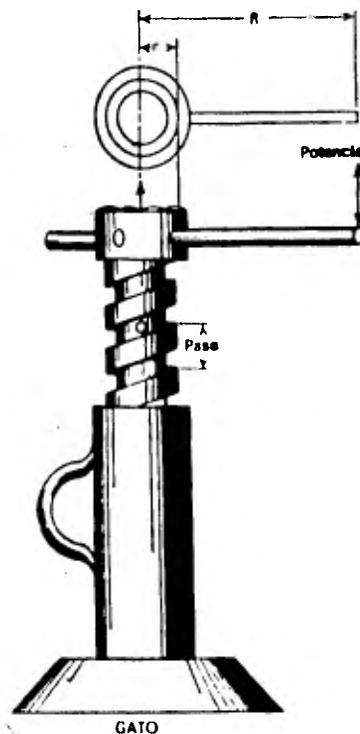
su eje por medio de una palanca o engranaje, la rosca hace que la carga se mueva lentamente en la dirección de dicho eje. La distancia entre dos filetes de rosca consecutivos se llama paso. La ventaja mecánica proviene de que la potencia recorre una distancia igual a la longitud de una circunferencia cuyo radio es la longitud de la palanca con la que se gira el tornillo o el radio del engranaje motor, mientras que el peso recorre solamente una distancia igual al paso de la rosca.

Los tornillos se emplean para obtener una gran ventaja mecánica en aplicaciones tales como: gatos de tornillo, abrazaderas, prensas y actuadores de control de superficies en aviación. Ocasionalmente se usan en cambios de marcha para aplicaciones tales como: taladros de empuje.



Prensa.

Fig. 5-6 Gato y prensa.



Cuñas.- La cuña es una modificación del plano inclinado y consta de dos de estos planos unidos por una base. La fuerza aplicada a la cuña para introducirla en un material, tal como la madera, la descompone en otras fuerzas perpendiculares a cada una de las caras de ambos lados.

Las cuñas se usan para prevenir el movimiento relativo entre un eje y el elemento conectado a través del cual se transmite un momento de torsión. Aún cuando los engranajes, las poleas, etc., están montadas con un ajuste de interferencia, es aconsejable usar una cuña diseñada para transmitir el momento total.

Los tipos más comunes de cuñas se representan en la figura 5-7.

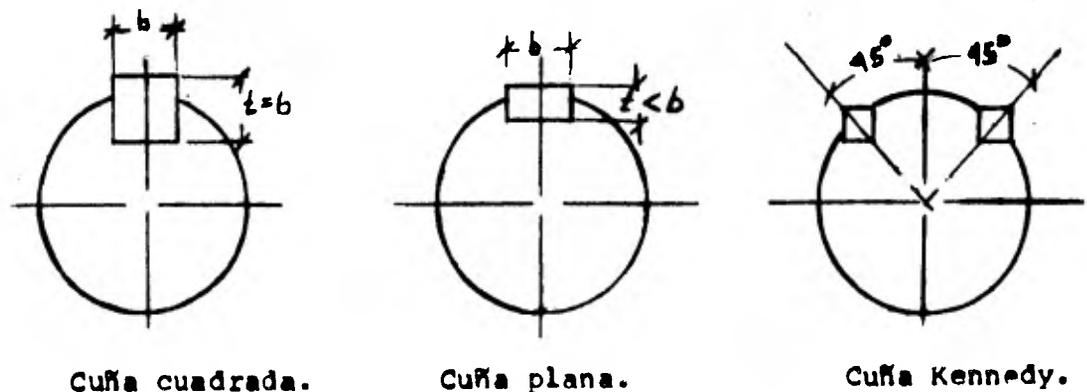


Fig. 5-7 Tipos de cuñas.

C A P I T U L O V I

TRANSMISION DE FUERZA

Uno de los mayores problemas con que se enfrenta el diseñador de máquinas agrícolas es el método de transmisión de la potencia, desde su punto de origen hasta el de aplicación.

Cuando se trata de una trilladora movida por un tractor - el problema resulta sencillo, pues el tamaño y la velocidad de las poleas en ambas máquinas es aproximadamente el mismo; basta con alinear la polea del tractor con la de la trilladora y pasar por ambas una correa de transmisión. Pero en el caso de una cosechadora automotriz el problema se complica considerablemente, pues en ésta la potencia es suministrada por un motor montado sobre la máquina. Esta potencia debe transmitirse a otros mecanismos que han de girar a velocidades distintas; otras veces es necesario producir un movimiento oscilante y otras rápido movimiento de vaivén. Todo esto se consigue mediante el empleo de poleas y correas de transmisión, ruedas dentadas y cadenas, engranajes, etc. El movimiento de la máquina es posible gracias a los cojinetes que soportan los ejes y otras piezas. Las distintas piezas y conjuntos de la máquina se mantienen unidos entre si mediante pasadores y tornillos de diferentes clases. Por tanto, será de gran utilidad conocer

algo de estos elementos en relación con su uso en el diseño y construcción del equipo agrícola.

MÉTODOS DE TRANSMISIÓN DE FUERZA

Los métodos de transmisión de fuerza en los métodos agrícolas son:

1.- Transmisión directa.

Se dice que está movida por transmisión directa cuando la máquina es movida directamente por el propio eje de un motor eléctrico o de combustión interna. Ejemplos de máquinas movidas por este procedimiento son los molinos de piensos y las bombas centrífugas para agua. En estas máquinas existe generalmente un mecanismo de embrague entre el motor y la máquina.

2.- Poleas y correas de transmisión.

Un método sencillo para transmitir la fuerza en el equipo agrícola es hacer pasar una correa de material flexible por dos o más poleas.

Como se ve en la figura 6-1, las correas de transmisión se pueden emplear en combinaciones muy diversas y complicadas, sobre varias poleas de ejes paralelos. Las poleas y sus co---

reas de transmisión pueden ser de sección plana o trapezoidales.

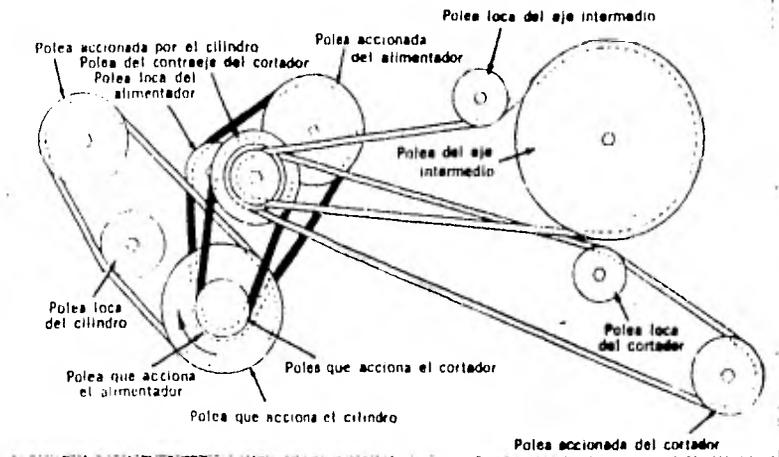


Fig. 6-1 Diagrama de las correas trapezoidales de transmisión de una recogedora-picadora de forrajes.

Correas planas.- Los materiales comunmente empleados en la fabricación de correas de transmisión son el cuero, caucho, lona ribeteada, balata y tejido de algodón endurecido.

El empleo principal de las correas planas en el equipo de campo es en las cintas transportadoras de las cosechadoras para cargas de camiones o remolques. Estas cintas suelen hacerse a base de caucho y lona, ya que el cuero casi no se emplea en el equipo agrícola por ser caro y por permanecer siempre seco. La velocidad normal de una correa de transmisión de los tractores agrícolas suele ser de 1 000 m por minuto \pm 30 m (normas ASAE-SAE, 1944). Para unir los dos extremos de una correa plana se usa generalmente un sistema de grapado metálico como se muestra en la figura 6-2.

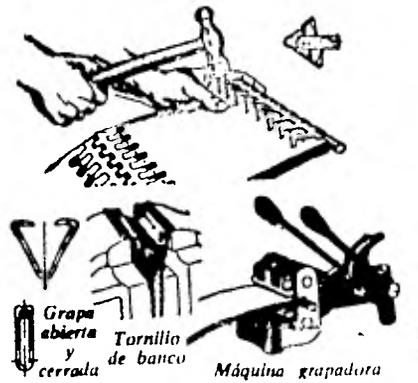


Fig. 6-2 Sistemas de grapado para correas planas: arriba tipo cocodrilo; abajo, grapa normal.

Correas trapezoidales.- Las correas de sección trapezoidal o en V, se llaman así porque sus caras laterales están inclinadas para adaptarse a la garganta de las poleas, con disminución de deslizamiento entre ambas y consiguiente aumento en la transmisión de la fuerza en relación con las correas planas.

En la figura 6-3 se ven cinco modelos de correas trapezoidales actualmente en uso. La designación de las dimensiones de la sección de una correa trapezoidal se hace mediante las letras A, B, C, D y E, de las que la A designa a la más pequeña y la E la mayor. Las correas trapezoidales dobles tienen una sección casi exagonal y se emplean cuando se precise que puedan trabajar por cualquiera de las caras o por las dos a la vez.

Cuando es preciso transmitir una fuerza mayor se emplea



Fig.6-3 Dimensiones reales de cinco tamaños de correa trapezoidal de transmisión.

poleas múltiples con tantas correas como canales tenga la polea, así como muestra la figura 6-4.

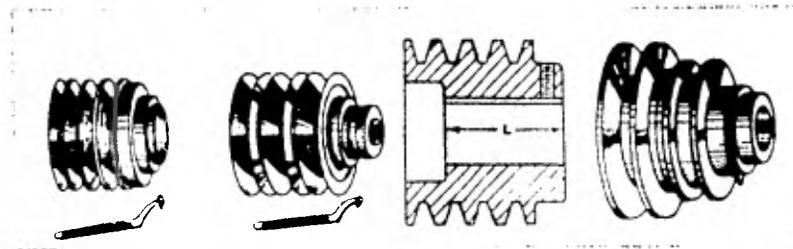


Fig. 6-4 Poleas múltiples para correas trapezoidales, ajustables y fijas.

Las correas trapezoidales se pueden emplear para transmitir el movimiento entre distancias comprendidas entre algunos centímetros y varios metros, en muy diversas combinaciones, tal y como se puede apreciar en las figuras 6-1 y 6-5.

Una correa trapezoidal bien instalada debe enrasar con el borde de la garganta de la polea dejando una distancia libre de unos tres mm entre su base y el fondo de la garganta.

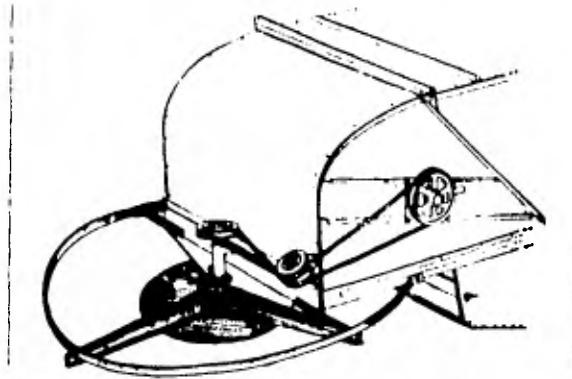


Fig. 6-5 Mediante las correas trapezoidales se puede transmitir el movimiento alrededor de esquinas.

Las correas trapezoidales se fabrican generalmente de una sola pieza y el sistema de montaje sobre las poleas que la conducen se estudia de manera que no sea necesario desmontar ninguna pieza de la máquina; pero en aquellos casos en que la reposición de la correa sería difícil debido a la disposición de la maquinaria, se pueden emplear correas con sus extremos abiertos, grapandolos una vez colocadas mediante el empleo de grapadores especiales. Fig. 6-6.



Fig. 6-6 Sistema de grapado para las correas trapezoidales.

Cálculo de la longitud de una correa trapezoidal.- En el caso de que el conjunto conste de dos poleas (ver fig. 6-7), la relación entre la distancia de los centros y la longitud de la correa viene determinada por la fórmula:

$$L = 2C + 1.57 (D + d) + \frac{(D - d)^2}{4C}$$

en la que:

L = longitud real de la correa

C = distancia entre centros

D = diámetro exterior real de la polea mayor

d = diámetro exterior real de la polea menor

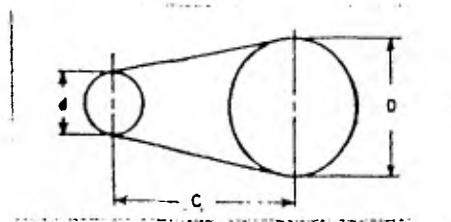
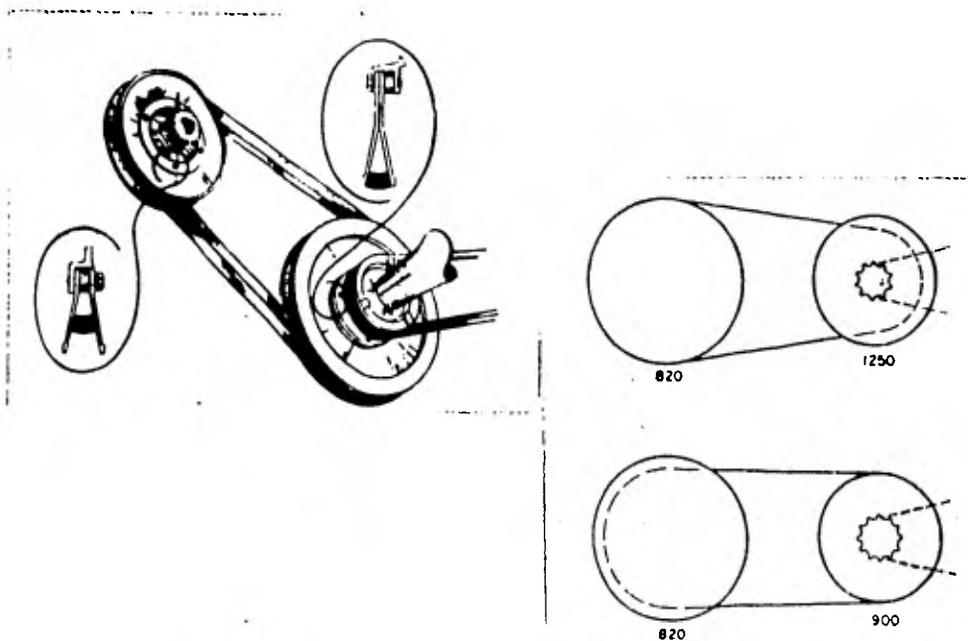


Fig. 6-7 Relación entre la distancia de los centros y la longitud de la correa.

Poleas planas y trapezoidales.- Las poleas para correas planas se fabrican de madera, fundición, acero o fibra. El diámetro de una polea plana es ligeramente mayor en el centro que en los bordes y al perfil resultante se le denomina corona de la polea.

Las poleas de garganta para correas trapezoidales se construyen de fundición de hierro, fundición semi-acero o acero estampado. Existen tipos de poleas de garganta sencilla o múltiple que son ajustables, lo que permite variar la relación de velocidades entre ambas, ajustando la correa más o menos profundamente en la garganta (Fig. 6-8 y 6-9). En la garganta ajustable la correa no debe correr más baja que su espesor aproximado, o más baja que los lados en ángulo de la garganta.



Figuras 6-8 y 6-9 Cambiando el diámetro de las gargantas alternativamente de las dos poleas, se pueden obtener velocidades variables.

Algunas reglas útiles relativas a las correas de transmisión.-

Para calcular la longitud de una correa plana para dos poleas de diámetros diferentes se utiliza la siguiente fórmula:

$$L = \frac{3}{2} (D + D') + 2C$$

en la que:

L = longitud de la correa

D = diámetro de la polea conductora

D' = diámetro de la polea conducida

C = distancia entre centros

Para calcular la velocidad o el tamaño de una polea se utiliza la siguiente fórmula:

$$S \times D = S' \times D'$$

en la que:

S = rpm de la polea conductora

D = diámetro de la polea conductora

S' = rpm de la polea conducida

D' = diámetro de la polea conducida

Si se conocen tres de estas cantidades, la cuarta puede ser fácilmente determinada. Para calcular la velocidad de la correa se multiplica la magnitud de la circunferencia exterior de la polea por el número de revoluciones por minuto. En este cálculo se desprecian los deslizamientos y arrastres. La ve

La correa plana no debe exceder de 1500 m por minuto, velocidad normal la comprendida entre 1150 y 1350 m por minuto.

Precauciones generales relativas al uso de correas de transmisión.-

- Una correa excesivamente tensa produce esfuerzos perjudiciales en la propia correa y en la maquinaria, traduciéndose en calentamientos excesivos y posibilidades de que las correas se rompan.
- Si las correas están demasiado flojas, el movimiento se transmite de forma irregular.
- Las correas deben mantenerse limpias y preservadas de humedad.
- Las correas de cuero o de caucho no deberán ponerse en contacto con aceites minerales.
- Un buen engrasante para correas es el aceite de linaza cocido, o una mezcla de resina con sebo y aceite.
- Las poleas deben funcionar de forma que la línea de centros esté lo más próxima posible a la horizontal.
- La porción inferior de la correa debe ser la conductora, ya que proporciona un mayor arco de contacto.
- Las poleas tensoras deben colocarse en el lado más flojo de la correa y lo más cerca posible de la correa conductora.

cidad de una correa plana no debe exceder de 1500 m por minuto, siendo una velocidad normal la comprendida entre 1150 y 1350 m por minuto.

Precauciones generales relativas al uso de correas de transmisión.-

- Una correa excesivamente tensa produce esfuerzos perjudiciales en la propia correa y en la maquinaria, traduciéndose en calentamientos excesivos y posibilidades de que las correas se rompan.
- Si las correas están demasiado flojas, el movimiento se --- transmite de forma irregular.
- Las correas deben mantenerse limpias y preservadas de humedad.
- Las correas de cuero o de caucho no deberán ponerse en --- contacto con aceites minerales.
- Un buen engrasante para correas es el aceite de linaza cocido, o una mezcla de resina con sebo y aceite.
- Las poleas deben funcionar de forma que la línea de centros esté lo más próxima posible a la horizontal.
- La porción inferior de la correa debe ser la conductora, ya que proporciona un mayor arco de contacto.
- Las poleas tensoras deben colocarse en el lado más flojo de la correa y lo más cerca posible de la correa conductora.

- El arco de contacto debe ser de 180° o mayor.
- No deben emplearse nunca poleas demasiado estrechas.

3.- Ruedas catarinas (o de cabillas) y de cadenas.

Las cadenas pueden ser de dos tipos: americanas (de uñas o ganchos) y de rodillos.

Las cadenas de ganchos sin rodillo se fabrican de hierro maleable o de acero estampado. Se emplean cuando la fuerza a transmitir y la velocidad del funcionamiento son relativamente bajas. Las más empleadas son las de acero. Su uso está ampliamente extendido y su colocación sobre las ruedas dentadas debe hacerse de forma que el extremo ganchudo de cada eslabón vaya mirando hacia fuera y en posición adelantada con relación al movimiento, tal como se ve en las figuras 6-10 y 6-11. En caso de que la rueda motriz sea pequeña, constituye una excepción a esta regla.

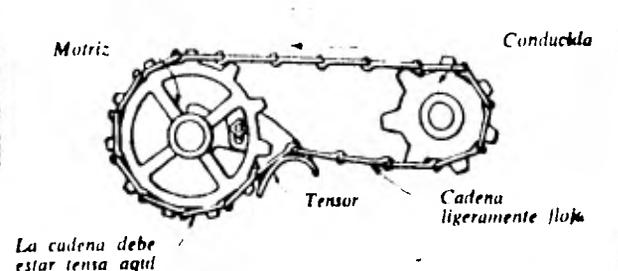


Fig. 6-10 Método correcto de colocar una cadena de ganchos sin rodillos sobre las catarinas.

Mantener estos puntos bien engrasados, menos cuando se trabaja en ambiente polvoriento

La parte abierta del eslabón debe inclinarse hacia adelante, cuando la rueda motriz es la mayor; si la motriz es la pequeña, la cadena se colocará al revés



Fig. 6-11 Cadena de eslabones de gancho, hecha de acero estampado.

En la siguiente figura se puede apreciar una herramienta especial para soltar los eslabones de gancho de las cadenas de acero estampado.

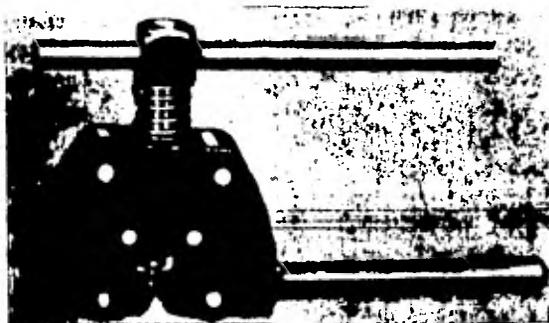


Fig. 6-12 Herramienta para soltar los eslabones de las cadenas de acero estampado.

Las cadenas de rodillos se fabrican con aceros especiales de alta calidad y son aptas para grandes velocidades. Las dis

tintas partes de que consta cada eslabón reciben un posterior acabado, pulido y tratamiento de endurecimiento. Las cadenas se catalogan por el paso y el número de cada eslabón entre los centros de cada dos rodillos consecutivos. (A pasos de 9.5, 12.5, 16, 19 y 25 mm corresponden números de 35, 40, 50, 60 y 80, pero también las hay mayores.)

Las de tipo más frecuente son de eslabón de ancho sencillo pero se fabrican también con eslabones de anchos dobles, triples y cuádruples. En los equipos agrícolas, para usos generales, la cadena de rodillos sencilla produce resultados satisfactorios y es, normalmente, más económica. En general, es preferible emplear la cadena de menor paso que se adapte a las necesidades de la potencia y cargas que deban ser transmitidas.

Cuando se trata de potencias relativamente pequeñas y la velocidad de la cadena es baja, pueden emplearse cadenas de doble paso (Fig. 6-13). Siempre que sea posible, la cadena debe trabajar con la porción tensa en la parte superior.

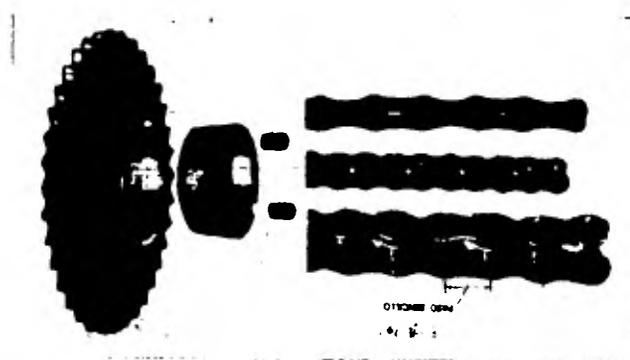


Fig. 6-13 Tres tipos de cadenas y piñón de cubo cónico con tornillos de fijación: arriba, con pasadores; centro, remachada; abajo, de paso doble.

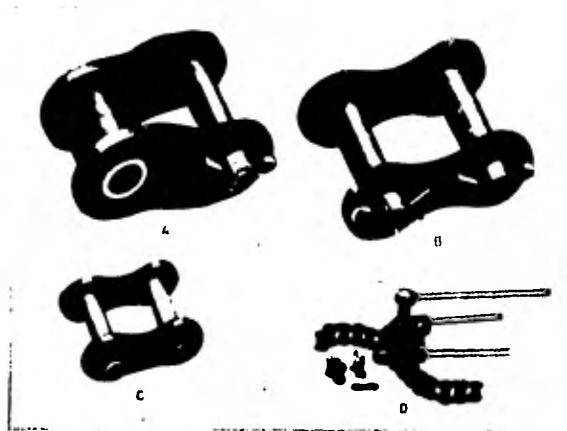


Fig. 6-14 Tipos de eslabones de cadenas de rodillos; A, abierto; B, unión con pasadores; C, unión con horquillas de seguridad; D, extractor de rodillos.

4.- Engranajes.

Frecuentemente la máquina forma un grupo más bien compacto y los ejes de giro están próximos unos a otros, en este caso pueden emplearse sistemas de engranajes para la transmisión de fuerza, según se ve en la figura 6-15.

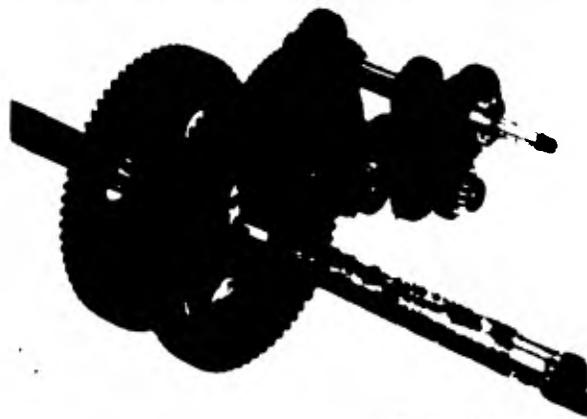


Fig. 6-15 Si los arboles de transmisión están próximos se emplean engranajes para la transmisión de movimiento de uno a otro.

A menudo los engranajes están constituidos por combinaciones de engranajes rectos, cónicos y de otros tipos. Si se trata de transmitir el movimiento en dirección paralela a su eje, se emplearán engranajes rectos o de tipo helicoidal, pero, si la dirección de transmisión debe ser perpendicular, entonces es necesario recurrir a los cónicos o tornillos sin fin. El empleo de los engranajes hace que el empleo de la máquina sea más racional, evitando muchas pérdidas de fuerza en las transmisiones, sin embargo, su costo es elevado, especialmente cuando se trata de reparaciones. Resulta mucho más barato sustituir un eslabón de una cadena que un piñón. Si se rompe un diente de un engranaje, aunque todos los demás queden intactos, el engranaje queda inutilizado y es preciso reponer la pieza deteriorada.

-Engranajes rectos.- Tienen los ejes de los dos componentes paralelos y las superficies de los dientes son igualmente paralelas a éste. Pueden ser interiores o exteriores; los interiores (Fig. 6-16C) tiene los dientes tallados por el interior de la corona, y los exteriores por el exterior (Fig. 6-16A). Para hacer girar un engranaje interior es preciso acoplarle un exterior, sin embargo, dos exteriores pueden funcionar conjuntamente sin necesidad de un interior.

-Engranajes cónicos.- En este tipo de engranajes los ejes de ambos componentes forman un ángulo recto o próximo al recto,

y se emplean cuando es necesario transmitir el movimiento en ángulo. Los dientes tienen una inclinación que varía de acuerdo con la diferencia de los diámetros de los componentes del engranaje y debido a que tienen una mayor tendencia al desgaste se ajustan de tal manera que exista un pequeño huelgo entre ellos, por esto deben de estar dotados de algún sistema que permita ajustarlos. Algunos engranajes de este tipo se muestran en la figura 6-16.

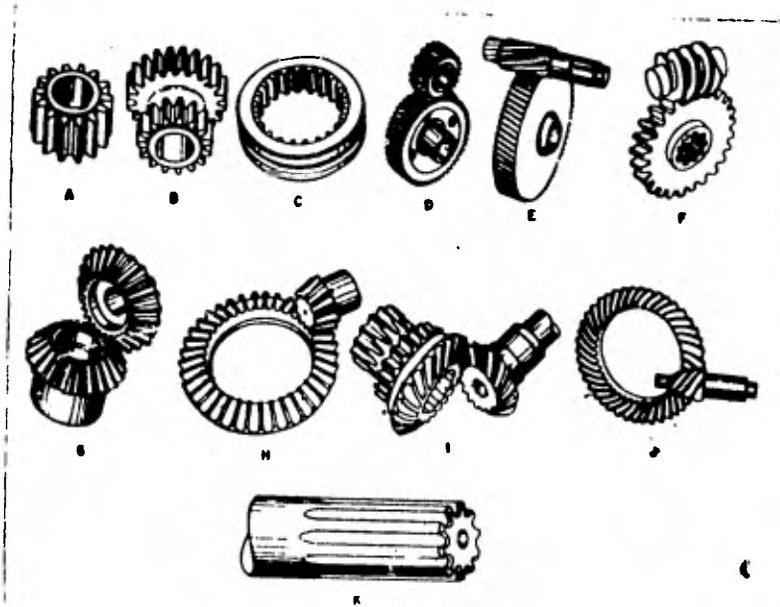


Fig. 6-16 Tipos de engranajes: A, piñón. B, desplazable. C, corona de dientes interiores. D, engranaje con dientes en flecha o espina de pescado. E, Engranaje helicoidal. F, tornillo sin fin y corona. G, engranaje cónico en inglete. H, corona y piñón cónicos. I, engranaje cónico helicoidal empleado en los tractores. J, piñón y corona hipoides. K, extremo ranurado deslizante de un árbol de transmisión.

-Engranajes de inglete.- Estos engranajes tienen en sus dos -- componentes el mismo número de dientes tallados, todos con el mismo ángulo (Fig. 6-16G) .

-Engranajes de husillo o tornillo sin fin.- Se muestran en la figura 6-16F, y constan de un árbol llamado tornillo sin fin -- sobre el que están tallados los dientes a modo de rosca y de -- una rueda dentada que engrana con él, de forma que al girar el tornillo sin fin transmite un lento movimiento de giro a la -- rueda. Este tipo de engranaje tiene un empleo muy limitado en la maquinaria agrícola.

-Engranajes helicoidales.- Pueden ser rectos o cónicos, pero se diferencian de los anteriores en que sus dientes no son rectos, sino que presentan una curvatura más o menos acentuada, -- con lo que se consigue que el contacto entre dientes dure más que en el caso de los dientes rectos. Con el empleo de engranajes helicoidales (Fig. 6-16E e I) se elimina la mayor parte del ruido producido por el rozamiento de los dientes entre sí, debido al mayor contacto que produce una presión constante en todo momento.

Se llama piñón a la rueda dentada menor, cuando engranan dos ruedas dentadas diferentes; puede ser recto, cónico o helicoidal.

5.- Juntas universales y árboles de toma de fuerza, de transmisión.

En agricultura el tractor no se usa sólo para arrastrar la máquina, también se utiliza para el movimiento de sus mecanismos interiores. Esta energía se transmite desde el tractor a la máquina a través de un árbol de toma de fuerza.

Si el tractor y la máquina, por el arrastrada y accionada, estuviera en la misma posición relativa, se podría transmitir en la mayoría de los casos por medio de un árbol rígido; pero como la mayoría de las veces hay independencia de movimientos del tractor y la máquina, por los constantes cambios de dirección en las faenas agrícolas, es preciso que el árbol de toma de fuerza esté previsto, al menos, de dos juntas universales que permitan la transmisión del movimiento de forma continua, a pesar de las variaciones de la posición relativa de ambas máquinas. Ver figuras 6-17 y 6-18.

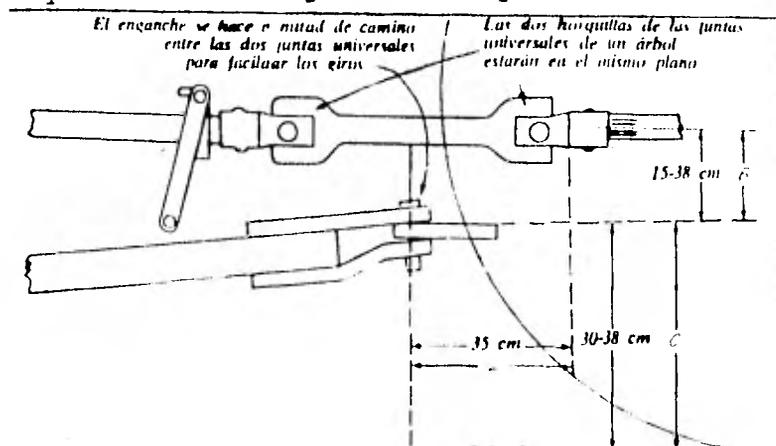


Fig. 6-17 Aplicación correcta del enganche y de las juntas universales.

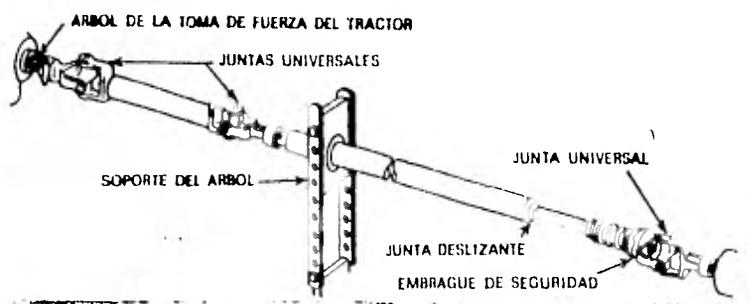


Fig. 6-18 Conjunto de toma de fuerza con tres juntas universales, soporte del árbol y embrague de seguridad.

Los árboles de transmisión con juntas universales se emplean también para la transmisión de movimiento en ángulo variable a la misma máquina. El conjunto del árbol y las juntas se denomina accionamiento por la toma de fuerza.

Los fabricantes de las máquinas que deban ser arrastradas por tractores deberán suministrarlas con las protecciones necesarias para la toma de fuerza.

En el diseño de un árbol de toma de fuerza tiene más importancia la determinación del valor máximo del par de arranque instantáneo, como se ve en el gráfico de la figura 6-19, que las necesidades medias de caballaje para el funcionamiento. Además en la Tabla 6-I se muestran las cargas de torsión necesarias para varios tipos de máquinas agrícolas en las condiciones de trabajo que en la misma se especifican.

Ensayo n ^o	Modelo tractor	Potencia máxima al freno en HP	Marca y modelo del apero	Acopla- miento tdf	Par máximo de arranque en kg/m		Par máximo de fun- cionamiento en kg/m	
					Con embrague normal	Con acopla- miento de em- brague rápido	Condiciones medias	Condi- ción próxima a la saturación
1	1	35	Ensil. A	N	56,45-73,73	124,4-177,08	53,92-73,62	62,79
2	1	35	" "	D	—	99,77*	58,89-65,93	69,42-
3	9	40	" "	N	—	133,65	54,15-56,75	71,43-
4	1	35	" B	"	29,95-46,08*	—	40,55-44,01	45,62-
5	1	35	Cos. f. C	"	—	168,2	42,97-82,95	73,39-
6	1	35	" "	D	—	112,9-86,75*	60,26-77,20	70,28-
7	1	35	" "	N	—	144,02-125,58	69,82-85,95	109
8	1	35	" "	"	—	246,56	—	—
9	1	35	Ar. ma. D	"	18,09-20,05	45,98	9,47-11,88	—
10	1	35	Emp. E	"	—	210,85-237,34	67,50-86,09	139
11	1	35	" "	"	150,93	—	75,47-93,78	133,65-
12	1	35	" "	D	123,27-138,26*	123,27-138,26*	83,53-102,73	132,50-
13	1	35	" "	"	116,36*	—	99,08-127,89	119,24-
14	9	40	" "	N	14,14	—	89,28-126,09	126,27-
15	1	35	" "	J	J	J	53,01-67,53	—
16	1	35	" F	N	190,10	—	99,08	261,
17	1	35	" "	D	57,60*	57,60*	57,60*	57,
18	1	35	Cos. C. G	N	—	116,36-191,28*	43,32	108,
19	1	35	" "	D	—	—	82,38	89,40-
20	1	35	" "	"	—	84,68-99,66*	47,93-49,39	86,
21	2	25	mol. m. H	N	104,03	201,62-232,16	47,75	83,
22	1	35	" "	"	70,62	—	43,09	171,
23	1	35	" "	D	94,82*	94,82*	—	79,
24	4	45	" J	N	209,12	297,26	89,87	149,

* Resbalando el embrague de seguridad de la tdf, limitando la carga torsional a este valor.

FUENTE: Agr. Engin., 33:68, 1953.

NOTAS: Ensil. A = Ensilador Harvester A; Ensil. B = Ensilador Harvester B; Cos. f. C = Cosechadora de rizo de rizo; Emp. E = Empacadora E; Emp. F = Empacadora F; Cos. c. G = Cosechadora cereal; mol. m. H = Molino de martillos H; N = Normal; D = Deslizante especial; J = Normal y juntas universales.

TABLA 6-I ESFUERZOS DE TORSION EN LA TOMA

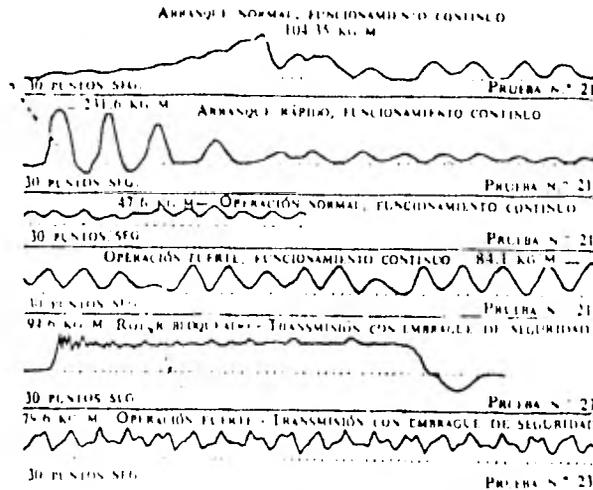


Fig. 6-19 Gráfico de las variaciones del par, mostrando el efecto de un acoplamiento deslizante, diseñado para operar con cargas de torsión relativamente elevadas.

Cuando se desea flexibilidad en la transmisión de pequeñas cargas y en distancias de algunos centímetros, puede emplearse como junta universal un simple pedazo de tubo de goma de paredes gruesas.

Para simplificar la transmisión de la potencia a las máquinas que exigen altas velocidades, muchos tractores están equipados con un árbol de toma de fuerza de 1 000 r.p.m. (Ver en la figura 6-20).

La Sociedad Americana de Ingenieros Agrónomos ha establecido normas para esta operación, de acuerdo a la figura 6-20.

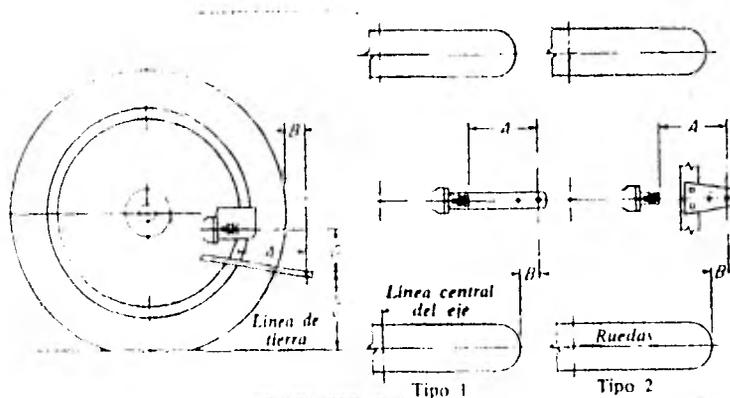


Fig. 6-20 Enganche de la barra de tiro y el árbol de toma de fuerza para tractores que tienen un árbol de toma de fuerza de 1000 r.p.m.

- El diámetro del ojal de enganche en el extremo de la barra de tiro no será menor de 20 mm, y además se prevendrá un ojal de 17.5 mm en la barra de tiro, situado a 10.5 cm del ojal de tiro.
- El material de la barra de tiro debe dejar pasar una horquilla de un apero (de 76 mm de ancho y con un juego de 76 mm en su garganta) permitiendo una oscilación de 90° a derecha o a izquierda de la línea central (eje) de la barra de tiro del tractor.
- La distancia horizontal entre el punto de enganche en la barra de tiro del tractor y el punto más trasero de la rueda neumática de tamaño normal, de la pestaña de la llanta de acero o del guardabarros del tractor no será menor de 76 mm .
- La posición de la barra de tiro del tractor para trabajar con el árbol de toma de fuerza será tal, que la dis

tancia vertical desde la línea de tierra a la parte superior de la barra de tiro, en el punto de enganche, debe ser de $38 \text{ cm} + 5 \text{ cm}$, cuando el tractor esté equipado con neumáticos de tamaño normal.

- La distancia horizontal A entre el punto de enganche en la barra de tiro del tractor y el extremo del árbol estriado del árbol de toma de fuerza será de 40.6 cm. El punto de enganche estará alineado con la línea central del árbol de toma de fuerza, debiendo adoptarse las medidas necesarias en el tractor para fijar la barra de tiro en esta posición.
- La distancia vertical D entre la parte superior de la barra de tiro en el punto de enganche y la línea central del árbol estriado de la toma de fuerza no será menor de 15.2 cm ni mayor de 30.5 cm, siendo 20.3 cm la dimensión recomendada.
- La situación del árbol de toma de fuerza del tractor estará comprendido dentro de los límites de 25.4 mm a derecha o a la izquierda del eje de simetría del tractor, recomendándose que se sitúe precisamente en esta línea de simetría.

Arboles flexibles.- En la maquinaria agrícola es necesario frecuentemente sustituir las juntas universales descubiertas por un árbol de transmisión fuerte y flexible. En la figura

6-21 se muestra la aplicación de una transmisión por árbol flexible desde un tractor al molinete o rueda de un rastrillo de descarga lateral.

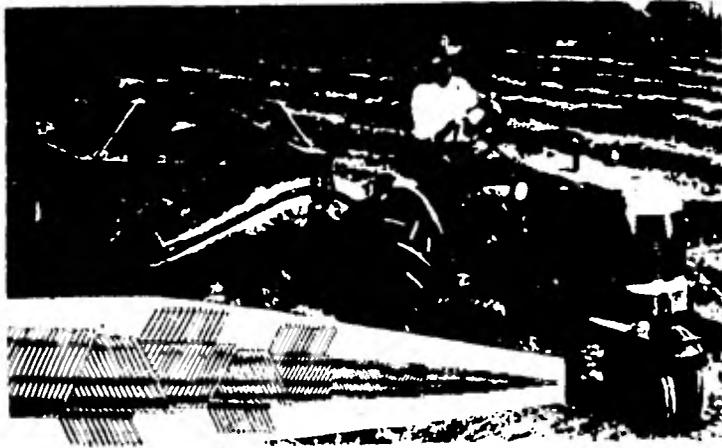


Fig. 6-21 Arbol flexible trabajando. En el recuadro se ve la estructura interior de un tipo de árbol flexible.

TIPOS DE EMBRAGUES

El embrague es un dispositivo de acoplamiento que va situado entre el motor y la máquina, mediante el cual el movimiento producido en el primero puede transmitirse o no a la segunda. El embrague permite poner el motor en marcha sin que entre en movimiento la máquina, que se embraga a continuación, permitiendo entonces la transmisión del movimiento del motor mediante árboles, engranajes, correas y otros dispositivos.

Los embragues pueden ser de fricción o de dientes. Los -

embragues de fricción se emplean en los tractores, camiones y otras máquinas, tales como las cosechadoras autopropulsadas y cosechadoras de algodón, en las que el movimiento debe aplicarse gradualmente a las partes móviles. El embrague de este tipo, como el que se muestra en la figura 6-22, generalmente --- consta de unos discos recubiertos de un material de fricción -

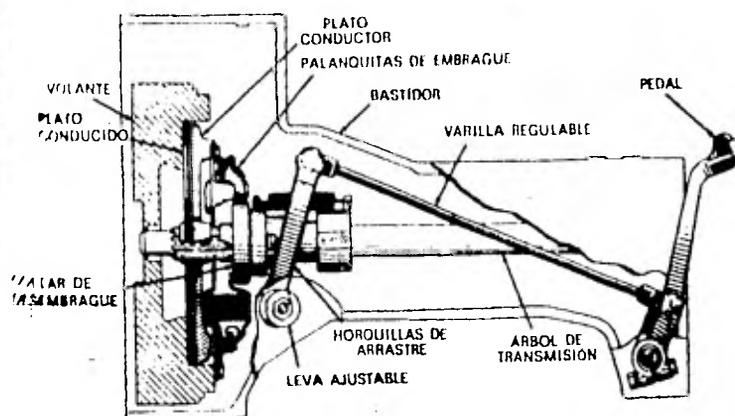


Fig. 6-22 Embrague de fricción.

que se mantienen unos contra otros por medio de muelles, lo que permite que el conjunto gire como una unidad, transmitiendo - así el movimiento.

Los embragues de seguridad de Zafe, como el de la figura 6-23, son un tipo de embrague de los de fricción. Los discos con muescas se mantienen uno contra otro por medio de unos muelles lo suficientemente fuertes para permitir el giro en condi

ciones normales de trabajo, pero si se presenta una sobrecarga extraña, el embrague se suelta automáticamente a saltos para prevenir posibles averías en el motor. Este tipo de embrague de seguridad se emplea en muchas máquinas, tales como recogedoras de mazorcas de maíz, cosechadoras de hierba, henificadoras, etc.

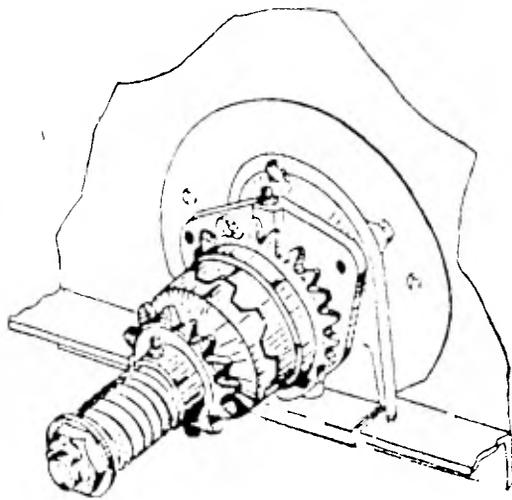


Fig. 6-23 Embrague de seguridad (de Zafe)

Los embragues ordinarios de dientes constan de dos piezas que tienen tallados unos dientes con un perfil y una colocación tal que el movimiento se transmite directamente del motor a la máquina sin deslizamiento. Estos embragues deben acoplarse a motor parado y se emplean para la transmisión de pequeñas potencias a poca velocidad (accionamiento de sembradoras, por ejemplo). Ver figura 6-24.

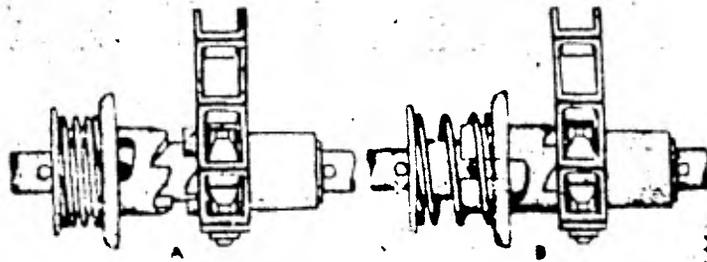


Fig. 6-24 Embrague de garras o dientes, con escape:
A, desembragado. B, embragado.

El dispositivo de una rueda de trinquete, tal como se encuentra en los cubos de rueda de las segadoras de tracción animal y en los árboles de mando del fondo móvil de los esparcidos de abono, es otro tipo de embrague que se muestra en la figura 6-25

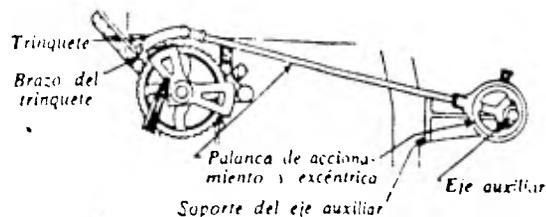


Fig. 6-25 Dispositivo de una rueda de trinquete de una esparcidora de abono (nótese la excéntrica - que mueve el trinquete hacia atrás y hacia adelante).

La rueda de trinquete tiene el borde tallado con dientes de forma similar a los que tiene una sierra circular y la uña

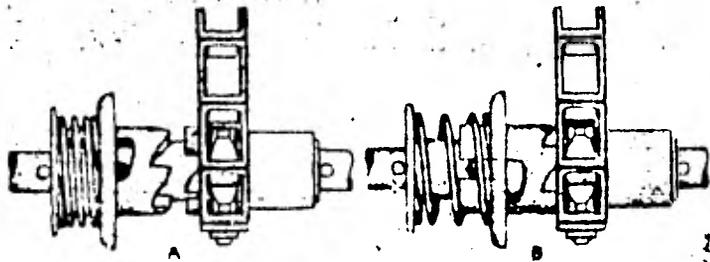


Fig. 6-24 Embrague de garras o dientes, con escape: A, desembragado. B, embragado.

El dispositivo de una rueda de trinquete, tal como se encuentra en los cubos de rueda de las segadoras de tracción animal y en los árboles de mando del fondo móvil de los esparcidos de abono, es otro tipo de embrague que se muestra en la figura 6-25

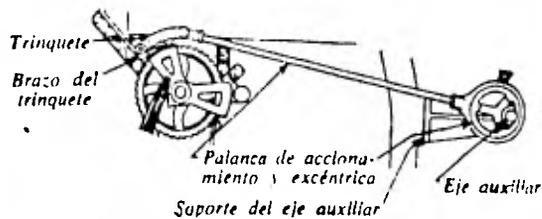


Fig. 6-25 Dispositivo de una rueda de trinquete de una esparcidora de abono (nótese la excéntrica - que mueve el trinquete hacia atrás y hacia adelante).

La rueda de trinquete tiene el borde tallado con dientes de forma similar a los que tiene una sierra circular y la us

o trinquete es una pequeña pieza de fundición que tiene a su vez un diente que se apoya sobre la rueda por la acción de un muelle de hélice. Al marchar la máquina hacia delante, la rueda dentada, la motriz, engancha al diente del trinquete, y el eje gira con la rueda. Cuando la rueda gira hacia atrás, el trinquete se zafa y permite que la rueda gire sin que lo haga el eje, oyéndose un ruido de clic característico. Es un tipo de embrague que funciona en una sola dirección.

El dispositivo de la figura 6-26 es otro tipo de embrague de rueda dentada y trinquete en el que la rueda está constituida por una corona con los dientes tallados en su cara interior. En algunos tipos de embragues de este sistema, el trinquete está sustituido por bolas alojadas en rebajos cónicos. El sistema de embrague que se acaba de describir se usa a menudo en los ventiladores de las recolectoras de algodón y cosechadoras de hierba, lo que les permite que al parar el motor las aspas sigan girando para expulsar la hierba que se vaya quedando en las conducciones, hasta que al perder su inercia, se para.

Otro tipo de embrague es el formado por una correa de transmisión con polea tensora. Cuando el tensor actúa, el movimiento se transmite de una polea a otra, pero al colocarlo en posición de reposo la correa se destensa con lo que la fuerza de rozamiento entre ésta y las poleas disminuye hasta el punto en que es incapaz de transmitir movimiento.



Fig. 6-26 Embrague de trinquete y corona, con dientes interiores.

C A P I T U L O V I I

ELEMENTOS COMPONENTES DE UNA MAQUINA

Los elementos componentes del equipo agrícola incluyen también a aquellos que son necesarios para construir una máquina completa y de alta calidad.

LEVAS

La leva es un elemento mecánico que se utiliza para conducir a otro elemento llamado seguidor, transmitiéndole por contacto directo un movimiento determinado. Los mecanismos de levas son sencillos, fáciles de proyectar, ocupan poco espacio y no es difícil obtener cualquier movimiento en el seguidor.

Las levas se clasifican de acuerdo a su forma: levas plato, de disco o radiales. En la figura 7-1 se muestran levas del tipo de disco, de cuña, cilíndricas, transversales y yugo; con diferentes tipos de seguidores, donde todos están obligados a mantenerse en contacto con la leva. Esto se logra con resortes, por medio del peso propio, debido a la gravedad de las piezas, o por una acción mecánica.

Los seguidores de levas se clasifican de acuerdo con

tipo de su movimiento, traslación u oscilación, y también por la trayectoria que sigan respecto al centro de la leva, radial o transversal. Asimismo por las superficies de contacto del seguidor: de pie plano, de superficies de contacto esférico o puntual, de seguidores con rodillos, etc.

COJINETES

La aplicación de los cojinetes implica una elección, montaje, lubricación y protección adecuadas, con el fin de que el funcionamiento de los cojinetes, con las condiciones especificadas, sea satisfactorio.

El equipo agrícola precisa de los cojinetes para mantener en posición las diferentes piezas transmisoras de movimiento. En cada caso; el desgaste, la velocidad de giro, la potencia y el empuje final determinarán el tipo de cojinetes que deben emplearse.

Cojinetes de fricción.- En este tipo de cojinetes el eje giratorio está soportado y en contacto directo con una superficie fija, razón por la cual el rozamiento es grande y deben lubricarse frecuentemente con aceite bastante ligero.

El metal empleado en su fabricación es la fundición, el metal Babbitt, el bronce y otros.

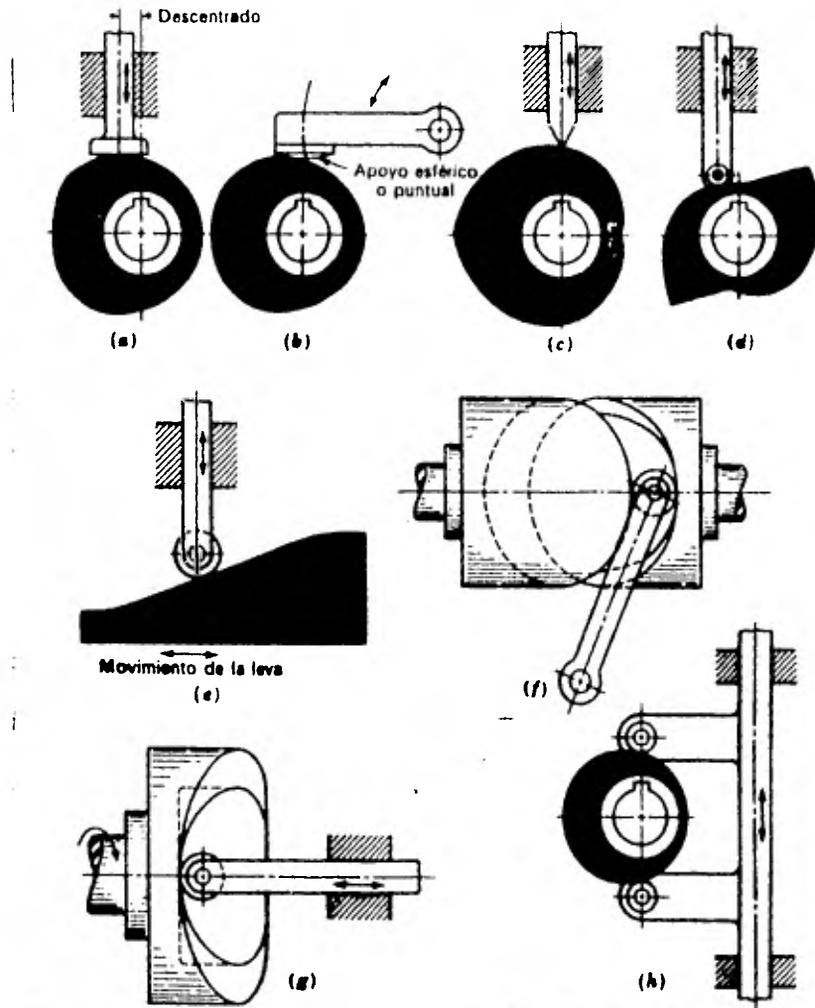


Fig. 7-1 a, leva de disco y seguidor de pie plano en traslación descentrada. b, leva de disco y seguidor de pie redondeado oscilante. c, leva de disco con seguidor afilado en traslación descentrada. d, leva de disco bilobulada con seguidor provisto de rodillo en traslación descentrada. e, leva de cuña con seguidor en traslación provisto de rodillo. f, leva cilíndrica transversal con seguidor oscilante provisto de rodillo. g, leva cilíndrica transversal con seguidor en traslación provisto de rodillo. h, leva de yugo y seguidor con rodillo en traslación.

Rodamientos.- En los cojinetes de este tipo, el rozamiento se ha reducido considerablemente interponiendo entre el árbol y la superficie de soporte unas bolas o unos rodillos. En ellos la lubricación sirve para preservar de la corrosión a las superficies pulimentadas, como agente refrigerante y para proteger las superficies de roce entre los rodillos, los anillos y los separadores. La elección de un lubricante para estos cojinetes depende de la colocación del cojinete en el conjunto de la máquina, de la temperatura de trabajo, de la velocidad de rotación y de sus especiales condiciones de funcionamiento. En algunos casos no es necesario engrasarlos durante toda la vida de la máquina. Para el engrase de los cojinetes de bolas o rodillos en los motores eléctricos no deben emplearse aceites detergentes, pues en ese caso se averían en un período no superior a tres meses. Tanto el tipo de bolas como el de rodillos tienen extenso campo de aplicación en las máquinas agrícolas accionadas por motor.

Cojinetes de bolas.- Están formados por una o más filas de pequeñas bolas de acero que ruedan entre dos superficies cilíndricas y que mantienen su posición relativa por medio de una jaula o collarín. Ver figura 7-2. Debido a la pequeña superficie de contacto entre las bolas y los anillos interior y exterior, los rozamientos se reducen al mínimo. Existen diferentes tipos de rodamientos a bolas y la elección del adecuado en cada caso se hará teniendo en cuenta la carga que haya de so-

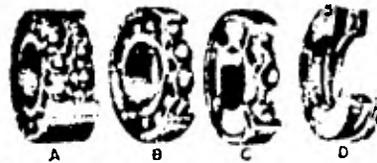


Fig. 7-2 Tipos de rodamientos de bola: A, de dos filas. B, de una fila. C, de una fila, sellado (hermético). D, cojinete de empuje (Crapodina).

portar, que pueden ser cargas radiales formando ángulo recto con el eje, empujes paralelos a éste o que tienden a hacer variar su posición y, finalmente, combinaciones de empujes y cargas radiales. Los soportes de apoyo para los cojinetes de bolas están expuestos en la figura 7-3.

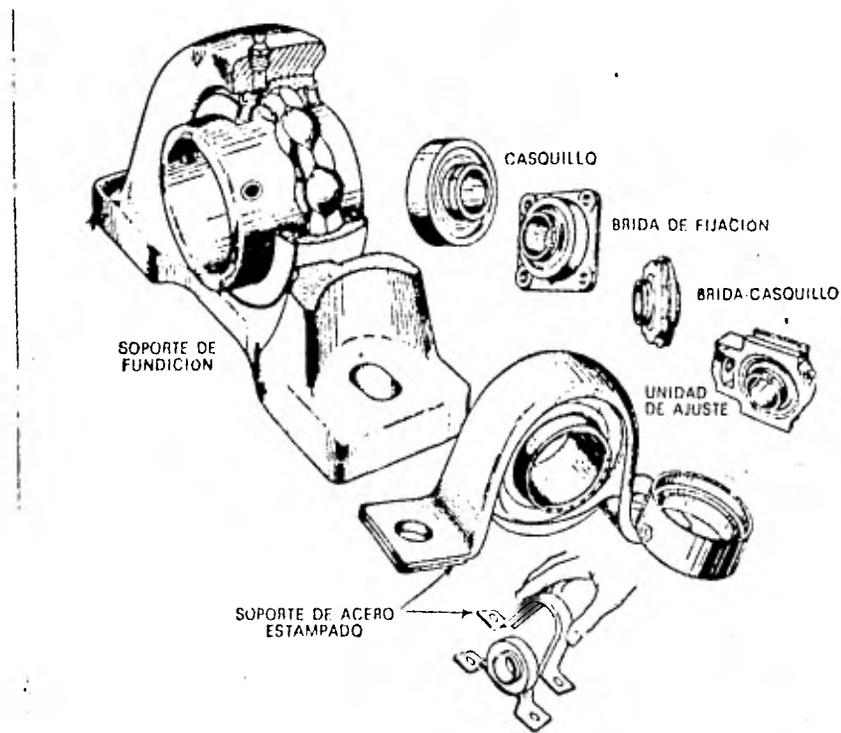


Fig. 7-3 Tipos de soportes para rodamientos.

Estos cojinetes encuentran aplicaciones muy variadas en todos los tipos de máquinas agrícolas y los distintos tipos -- están ideados para soportar los diversos tipos de cargas que se han mencionado.

Cojinetes de rodillos.- Estos se diferencian de los de bolas en que éstas han sido sustituidas por pequeños cilindros o rodillos de acero, lo que permite una mayor superficie de contacto, necesaria para soportar cargas mayores. Como en el caso anterior, los rodillos se mantienen en posición mediante el empleo de jaulas o collarines. Las figuras 7-4 a 7-7 nos muestran diferentes tipos de rodamientos de rodillos, que pueden ser rectos o cónicos, según la forma y la colocación de los rodillos.

-Cojinetes rectos de rodillos.- Estos pueden a su vez dividirse en: a, cojinetes de rodillos sencillos (fig. 7-7), de rodillos en espiral (fig. 7-5), y de agujas (fig. 7-6). El primero de estos tipos consta de un cierto número de rodillos de acero macizos, montados sobre una jaula o collarín, que rueda entre dos anillos: interior y exterior (fig. 7-4); en algunos tipos el anillo interior es desmontable, en otros lo es el exterior, y finalmente, pueden ser ambos indesmontables.



Fig. 7-4 Componentes de un cojinete recto de rodillos.



Fig. 7-5 Componentes de dos tipos de rodamientos de rodillos en espiral.

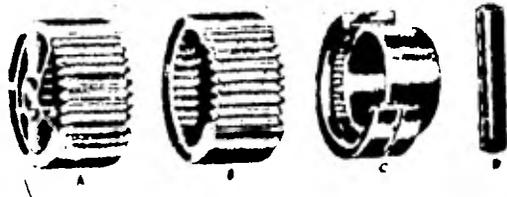


Fig. 7-6 Componentes de un rodamiento de agujas.

Los rodillos flexibles o en espiral pueden verse en la figura 7-5, y existen tipos con anillos interior y exterior, o sin anillo interior y con el exterior hendido.

Los del tipo de aguja constan de una cubierta exterior de acero endurecido que contiene un cierto número de rodillos de pequeño diámetro, con sus extremos apuntados (fig. 7-6). Este tipo permite la máxima capacidad de carga radial para un determinado calibre. Puede emplearse también cuando el espacio destinado al cojinete sea reducido.

Cojinetes de rodillos cónicos.- Están diseñados para soportar cargas radiales, empujes o combinaciones de ambos. Estos están situados en la jaula formando un ángulo entre los anillos interior y exterior, normalmente es necesario montar los rodillos cónicos por parejas para compensar las cargas radiales y los empujes. Su aplicación principal es para cojinetes de ruedas, pero también se emplean en otros casos. (Fig 7-7 y 7-8)

Mantenimiento general de los cojinetes.- Lo primero que debe de hacerse es obtener del fabricante de los cojinetes un libro de instrucciones para el mantenimiento de los rodamientos, que describa e ilustre sobre la sustitución de cojinetes, cuidados que deben prestárseles, limpieza, elección de lubricantes y usos.

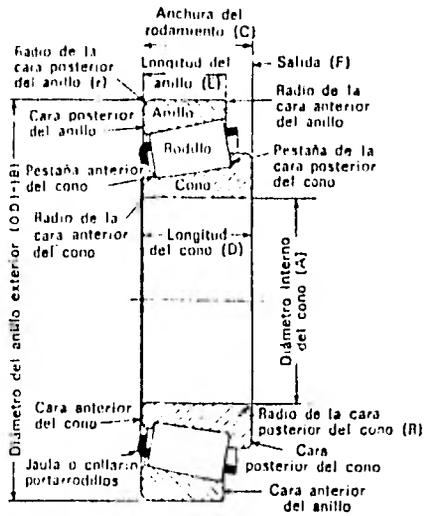


Fig. 7-7 Corte de un rodamiento cónico de rodillos.

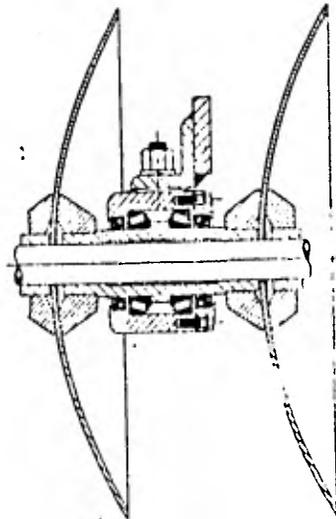


Fig. 7-8 Aplicación de un rodamiento cónico de rodillos a una grada de discos.

Manguitos.- Se llama manguito al forro interior desmontable - de algunos cojinetes. Puede ser de madera, metal Babbitt, -- bronce, fundición templada u otro material. En la figura 7-9 se ven dos tipos de manguitos con diferentes posiciones de pata de araña para engrase.

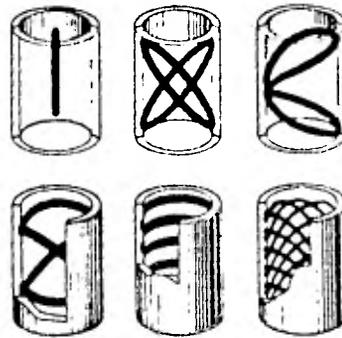


Fig. 7-9 Dos tipos de manguitos para cojinetes; arriba, manguitos rectos con diferentes tipos de patas de araña para el engrase. Abajo, tipos de patas de araña para cojinetes de engrase grafitado sin aceite.

PASADORES Y CHAVETAS

Las chavetas son pequeñas piezas fuertes y alargadas que se introducen en un chavetero efectuando en la polea y en el eje una unión, haciendo que ambos giren solidariamente.

Los pasadores se usan en uniones articuladas que conectan dos barras cargadas en tracción o en compensación. Se utilizan también para asegurar la posición de la arandela y de la tuerca al extremo de un tornillo, se introduce en un orificio practicado en el extremo de éste, generalmente metidos, doblados

das las puntas.

Una fuerza excesiva puede hacer fallar la unión debido a cualquiera de los siguientes esfuerzos producidos; esfuerzo de tracción en la barra; esfuerzo de tracción en el área del ojo; esfuerzo cortante en el ojo debido al cizallamiento; esfuerzo de tracción en el área neta de la horquilla; esfuerzo cortante en la horquilla debido al cizallamiento; esfuerzo de compensación en el ojo debido a la presión de contacto del pasador; esfuerzo cortante en el pasador debido al ojo; esfuerzo de compresión en el pasador debido a la horquilla.

PERNOS

La gran variedad de pernos empleados en la construcción de la maquinaria agrícola puede dividirse en; pernos de máquina, de carrocería, de estufa y de arado. (Fig. 7-10)

Pernos de máquina.- Se emplean para mantener dos piezas metálicas juntas. Tienen cabeza cuadrada o hexagonal y todo el vástago es de diámetro uniforme.

Pernos de carrocería.- A diferencia de los de máquina son de cabeza redonda u ovalada e inmediatamente debajo de ésta presentan un ensanchamiento u hombros, que se extienden unos 12 m

más o menos, según el tamaño del perno.

Pernos de arado.- Pueden tener la cabeza de muy diferentes formas, pero practicamente todos tienen un avellanado que entra un rebajo preparado en la pieza metálica a la que van sujetos de forma que la cabeza puede quedar empotrada, sin sobresalir de la superficie del material. Se emplea en la sujeción entre las distintas piezas de un cuerpo de arado, principalmente rejas y vertederas.

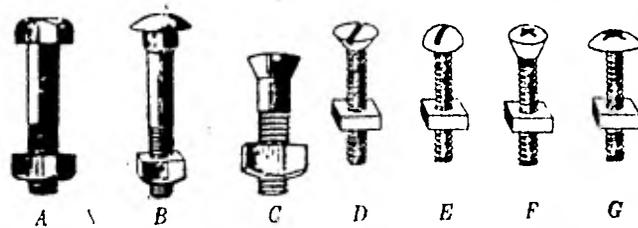


Fig. 7-10 Distintos tipos de pernos; A, de máquina; B, carrocería; C, de arado; D-G, de estufa.

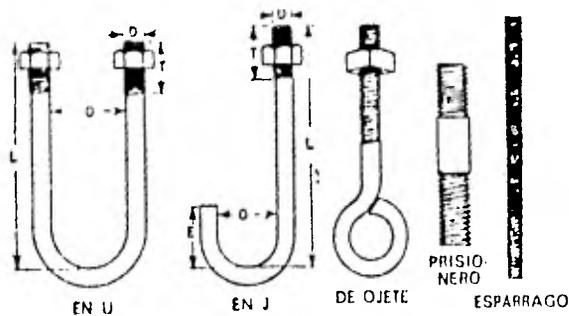


Fig. 7-11 Tipos especiales de pernos.

TUERCAS

En la figura 7-12 se muestran los tipos más frecuentes de tuercas empleadas en la construcción de maquinaria agrícola. A, es el tipo cuadrado y se emplea en las máquinas baratas. B, es el tipo hexagonal. C, es también hexagonal, almenada para asegurarla en posición por medio de un pasador para evitar que se afloje por medio de la vibración. D, se denomina de mariposa y se emplea en aquellas partes que es preciso desmontar con frecuencia. E, es un tipo de tuerca de seguridad, ya que el borde afilado evita que pueda soltarse una vez apretada, apretándose por sí misma.

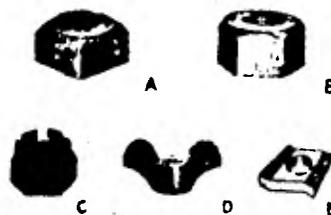


Fig. 7-12 Tipos de tuercas; A, cuadrada. B, hexagonal. C, almenada. D, de mariposa. E, cuadrada de seguridad.

ARANDELAS

En la maquinaria agrícola se emplean, en conexión con tornillos y pernos; existen diferentes tipos de arandelas que pueden ir colocadas en cualquiera de sus extremos, o sea, debajo de la cabeza o debajo de la tuerca.

Las distintas variedades de arandelas son; de hierro maleable, de fundición, de hierro forjado y de seguridad. Existe la de seguridad que es de acero elástico con hendidura en una de sus caras y se coloca de tal forma que los bordes de las hendiduras permitan el giro de apriete de la tuerca, pero se opongan a cualquier esfuerzo que tienda a aflojarlas. Hay -- arandelas para separaciones rápidas y en la actualidad existe un líquido plástico, que se aplica a la tuerca y al tornillo, para usarlo como arandela líquida de seguridad.

MUELLES

Las muelles o resortes desempeñan un papel muy importante en la maquinaria agrícola en general. Los resortes tienen muchas aplicaciones en la relación con el diseño de maquinaria, tales como: amortiguar impactos y choques por carga, almacenar energía, mantener el contacto entre los miembros de una máquina, para dispositivos de medición de fuerza, para controles de vibración y para otras funciones relacionadas. Los de extensión se emplean como auxiliares para la elevación y ajuste de aperos pesados; los de torsión facilitan el trabajo de ciertas partes de la máquina.

Resortes de hojas múltiples.- Pueden ser del tipo voladizo, - como se muestra en la figura 7-13. El diseño de estos resortes se basa generalmente en las relaciones de fuerza, deformación y esfuerzo que se aplican a vigas de resistencia constante y espesor constante o uniforme.

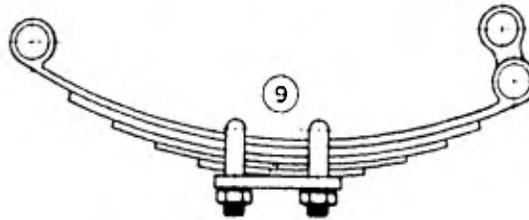


Fig. 7-13 Resortes de hojas múltiples, tipo voladizo.

Resortes helicoidales.- Generalmente se hacen de alambre o rilla de sección transversal circular. Estos resortes está sometidos a un esfuerzo cortante de torsión y a un esfuerzo cortante de torsión y a un esfuerzo cortante transversal.

Los extremos de los resortes helicoidales pueden ser simples, rebajados simples, a escuadra, rebajados a escuadra. Estas formas ocasionan una disminución del número de espiras activas y afectan la longitud libre y la longitud sólida de resortes. (ver fig. 7-14)

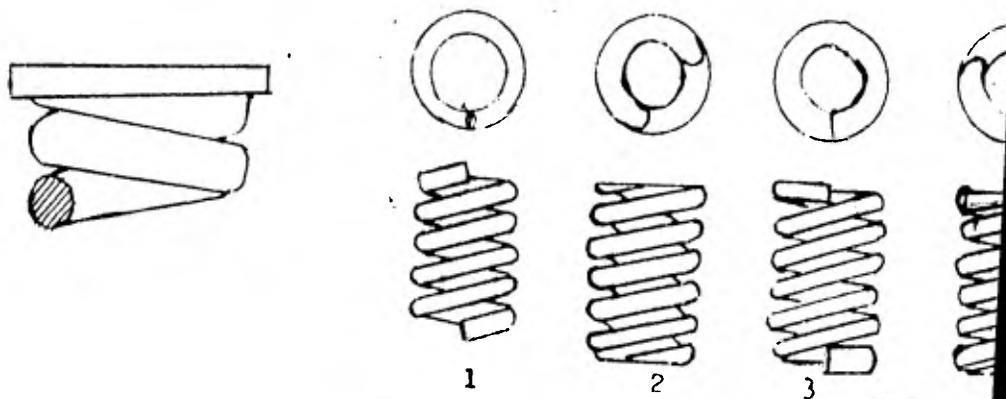


Fig. 7-14 Resortes helicoidales y los diferentes extremos; 1, extremos simples. 2, extremos rebajados simples. 3, extremos a escuadras.

TORNILLOS

En la construcción de máquinas agrícolas se emplea igualmente gran número de tornillos. Pueden clasificarse de la forma siguiente: pasantes, tirafondos y tornillos para madera así como de fijación.

Tornillos de fijación.- La punta de estos tornillos puede adoptar multitud de formas. Reciben este nombre porque sirven para unir y sujetar rígidamente las poleas o ruedas con los árboles y ejes, los cuales giran como una unidad. También se emplean para asegurar en su posición distintas piezas o mecanismos. (Ver fig. 7-15 y 7-17)

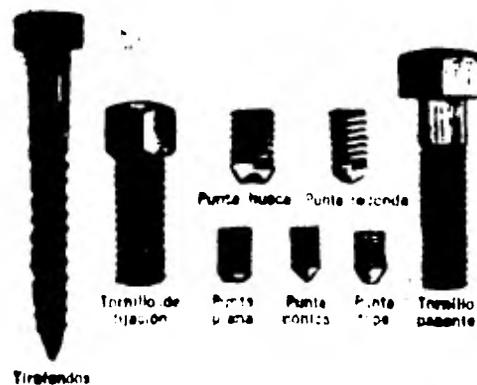


Fig. 7-15 Tipos de puntas de tornillos de fijación y de tirafondos y pasantes.

Pasantes con cabeza.- Pueden tener distintos tipos de cabeza y semejan a los pernos de máquina, con la diferencia de

que en el vástago de éstos no se coloca una tuerca, sino que pasa a través de algo que debe quedar sujeto, atornillándose después a un orificio roscado en una pieza de la máquina, - como ocurre, por ejemplo, con la culata del motor de un auto móvil. (Ver figura 7-16)

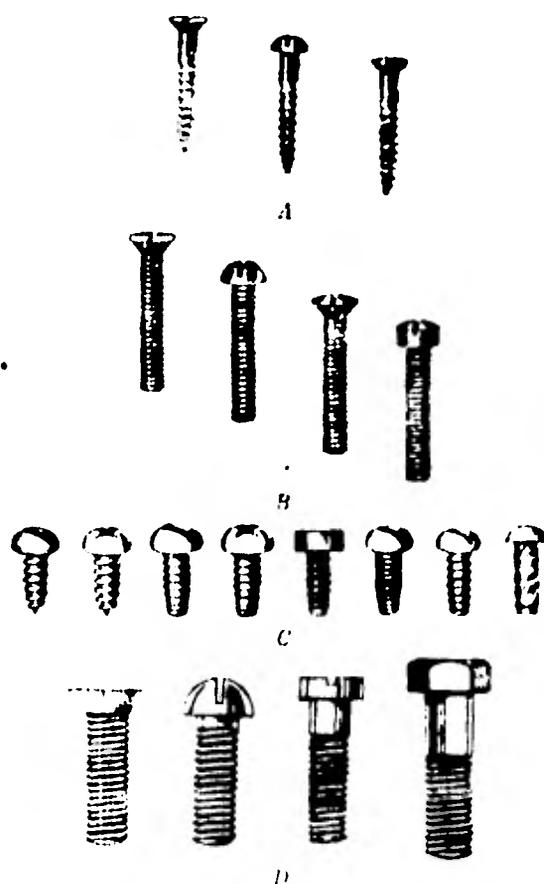


Fig. 7-16 Tipos de tornillos: A, para madera. B, para máquina. C, tornillos autoforrage. D, pasantes.

Tirafondos sin cabeza ranurada.- Tienen rosca como los perno

de máquina, pero con el extremo afilado. La rosca es de gran paso, como en los de madera. Se emplean para sujetar maquinaria al suelo o vigas. La rosca, por su gran paso y la forma del tornillo, se va trabajando su propio camino en la madera, a medida que se gira la cabeza. (Ver figura 7-15)

Para madera con cabeza ranurada.- A diferencia de los tirafondos, son de tamaño más bien pequeño y tienen la cabeza hendida a fin de que pueda utilizarse un destornillador para forzar su introducción dentro de la madera. (Fig. 7-16)

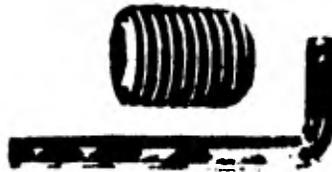


Fig. 7-17 Tornillo de fijación de cabeza hueca y llave.

C A P I T U L O V I I I

L U B R I C A C I O N

La lubricación es necesaria debido a la fricción, pues - una de las causas principales del desgaste en la maquinaria - agrícola se debe a un sistema de engrase inadecuado y deficiente. Las averías que de esto se originan pueden imputarse a la construcción de los cojinetes, a la falta de atención del operador y a no estar dotada la máquina de los medios adecuados - para conducir el lubricante a donde sea necesario.

Rozamiento de primera especie.

Se llama rozamiento a la fuerza que actúa entre la superficie de dos cuerpos en contacto y que se opone al deslizamiento de uno sobre otro. Cuando una superficie descansa sobre - otra, existe una tendencia entre las desigualdades de ambas a - adaptarse entre sí, produciendo una especie de encastramiento.

Rozamiento de segunda especie.

Cuando un cuerpo rueda sobre otro, el rozamiento es mucho menor que cuando se desliza.

Para disminuir las pérdidas de potencia por rozamiento la

mayoría de los aperos agrícolas emplean hoy día cojinetes de tipo de bolas de rodillos con los que se incrementa sustancialmente la eficiencia de la máquina. El rozamiento entre las partes móviles de la maquinaria produce un gasto inútil de energía que es despreciada, por lo que se desea reducirla a lo más mínimo posible, aunque en algunos casos particulares, como embragues y correas de transmisión, el rozamiento desempeña un importante papel.

El engrase como remedio contra el rozamiento.

El engrase tiende a reducir el rozamiento. La teoría de la acción de la lubricación, es que se adhieren las películas delgadas del producto lubricante a las superficies metálicas en contacto, separandolas por completo, por lo que el rozamiento entre las partes metálicas se ha reducido considerablemente.

LUBRICANTES

Un lubricante puede actuar de dos formas; primero, sustituyendo la gran resistencia de roce de metal; y segundo, rellenando las pequeñas depresiones existentes en las dos superficies de contacto, previniendo así el encastramiento. (Fig. 8-

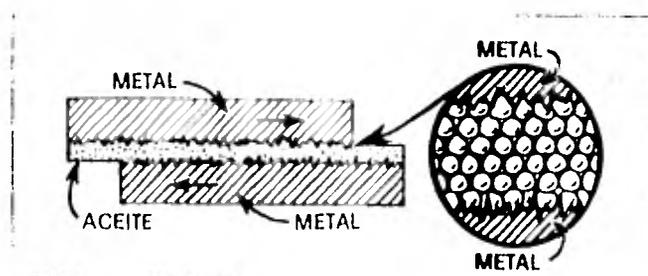


Fig. 8-1 Las piezas se mantienen separadas por el lubricante.

Formas de lubricantes.- Existen lubricantes líquidos que fluyen libremente y están constituidos por aceites, tales como el que se emplea en los motores de los automóviles y los usados para el engrase de cojinetes por medio de orificios o copas. Están los lubricantes semisólidos que comprenden las valvolinas fluidas y densas en grafito y mica. Los empleados normalmente para el engrase de los aperos agrícolas son los dos primeros.

Tipos y procedencia de los lubricantes.- En general, los lubricantes pueden ser de origen animal, vegetal o mineral. Los de origen animal son la manteca de cerdo, el sebo y los aceites de pescado. De origen vegetal están el aceite de oliva, el de linaza, el de ricino y el de semilla de algodón. Los lubricantes minerales son los que se obtienen de la destilación del petróleo crudo.

De todos, el más empleado en la maquinaria agrícola es el de tipo mineral, que puede soprtar altas temperaturas sin

descomponerse.

Clasificación de los aceites lubricantes para motores.

Los dos tipos básicos de motor, son el de gasolina y el de diesel. Los aceites para los motores del primer grupo llevan la designación M; y los aceites para motores del segundo grupo llevan D.

Para los aceites de tipo M se consideran tres clases de servicio que son:

Servicio ML.- Servicio típico de los motores de gasolina y de más motores de explosión que trabajan en condiciones de servicio ligeras y favorables, en el que los motores no requieren engrase especial, ni son sensibles a la formación de depósitos.

Servicio MM.- Servicio típico de motores de gasolina, y otros de explosión, que trabajan bajo condiciones de servicio moderadas o severas, y que presentan problemas por la formación de depósitos o corrosión de cojinetes cuando el aceite del cárter alcanza altas temperaturas.

Servicio MS.- Servicio típico de los motores de gasolina que trabajan bajo condiciones de servicio desfavorables o severas y que requieren lubricación especial para corregir la formación de depósitos o corrosión de cojinetes.

Los servicios para motores diesel son los siguientes:

Servicio DG.- Servicio típico de los motores diesel en condiciones en las que no se presentan exigencias especiales sobre desgastes o formación de depósitos debidos al combustible o a las características del motor.

Servicios DM y DS.- Servicios típicos de los motores diesel - que trabajan en condiciones de gran dureza o que favorecen la formación de depósitos.

Grados de los aceites para motores.

La Sociedad de Ingenieros en Automotriz ha establecido - una graduación de los aceites de acuerdo con su cuerpo o viscosidad, según la siguiente escala: SAE 5W, SAE 10W, SAE 20-20W, SAE 40 y SAE 50. La W colocada después del número indica que el aceite es apropiado para invierno. El aceite 20-20W es apto para uso en verano e invierno.

Lubricantes para engranajes.

El Instituto Americano del Petróleo define tres tipos de lubricantes para engranajes:

Lubricante para engranajes tipo normal.- Se designa con este término a aquellos lubricantes aptos generalmente para ser em-

pleados en los elementos de transmisión automotriz y en la mayoría de los diferenciales, tanto del tipo piñón y corona, como de tornillo sin fin.

Lubricante para engranajes tipo tornillo sin fin.- Este término designa los lubricantes aptos para ser usados en ejes con tornillos sin fin tipo camión, bajo condiciones de funcionamiento duras.

Lubricantes para engranajes tipo suave EP (Gran presión).- Se designa así aquellos lubricantes aptos para soportar grandes presiones, y adecuados para la mayoría de las transmisiones y diferenciales de corona y piñón bajo duras condiciones de carga y velocidad.

En la Tabla 8-1 se especifican los diferentes grados SAE de los lubricantes para engranajes.

CLASIFICACIÓN SAE DE LUBRICANTES PARA ENGRANAJES

SAE	Viscosidad Saybolt	La consistencia no debe cuartearse en servicio a °C
80	100 000 seg a -17,78°C máx. (+)	Menos 28,9°C
90	800 a 1500 seg a +37,78°C	Menos 17,78°C
140	120 a 200 seg a 98,8°C	Más 1,5°C
250	200 seg a 98,8°C mín. (-)	

(+) El fabricante es responsable del mantenimiento satisfactorio del mínimo.

(-) El fabricante es responsable del mantenimiento satisfactorio del máximo.

Tabla 8-1 Grados SAE para los lubricantes de engranaje

GRASAS

La Sociedad Americana para Ensayo de Materiales define la grasa lubricante de origen mineral como "una combinación sólida o semisólida de un producto petrolífero y uno o varios jabones, con o sin aditivos, apta para ciertos tipos de lubricación".

Las máquinas autopropulsadas tienen gran cantidad de cojinetes que soportan cargas de todo tipo; otras partes de la máquina trabajan a gran velocidad y a alta temperatura, por lo que requieren grasas especiales de gran calidad. Las bombas de agua tienen que engrasarse con grasas hidro-repelentes; las juntas universales y cojinetes de ruedas exigen una grasa de base alcalina y de textura fibrosa o esponjosa, mientras que las juntas del chasis deben engrasarse con una grasa suave y untuosa.

Clases de grasas.

Las grasas se clasifican según el punto de aplicación para el que son especialmente aptas. Existen varios tipos, pero los más corrientes son las grasas para chasis, para cojinetes de ruedas, para bombas de agua, para juntas universales y para engrasadoras Stauffer.

Las de empleo más extendido son las grasas para chasis y las grasas para cojinetes de ruedas. La grasa para chasis

tá especialmente concebida para su aplicación mediante bombas de presión, mientras que la grasa para cojinetes de ruedas se introduce, generalmente, con la mano.

Clasificación de las grasas.

El Instituto Nacional de Grasas Lubrificantes (NLGI) ha adoptado seis grados para las grasas según su consistencia o dureza, los cuales se especifican en la Tabla 8-2. En la misma tabla se muestra la equivalencia de esta graduación con la penetración ASTM, a 25°C.

GRADUACIÓN DE LAS GRASAS E INDICE DE PENETRACIÓN	
<i>Graduación NLGI</i>	<i>Penetración ASTM</i>
0	355-385
1	310-340
2	265-295
3	220-250
4	175-205
5	130-160

Tabla 8-2.

La consistencia o dureza de las grasas varía desde 0, grasa muy blanda, hasta 5, grasa muy dura. El color de las grasas varía según los ingredientes que contenga.

Métodos de aplicación de las grasas.

Algunas grasas se aplican a los puntos de lubricación em-

pleando una espatula o una brocha, sobre todo en engranajes, cadenas y cables. Los cojinetes de movimiento lento pueden lubricarse mediante engrasadores tipo Stauffer y engrasadores automaticos.

Normalmente una máquina agrícola bien diseñada, está provista de engrasadores para lubricar a alta presión en los puntos necesarios y se aplica mediante pistolas de presión. (Ver figuras 8-2, 8-3 y 8-4)

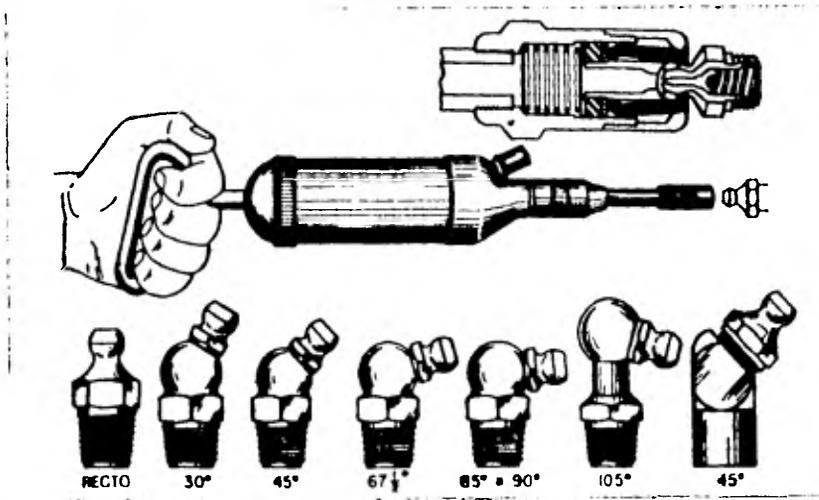


Fig. 8-2 Pistola de engrase a mano y engrasadores mostrando el corte de la boquilla.

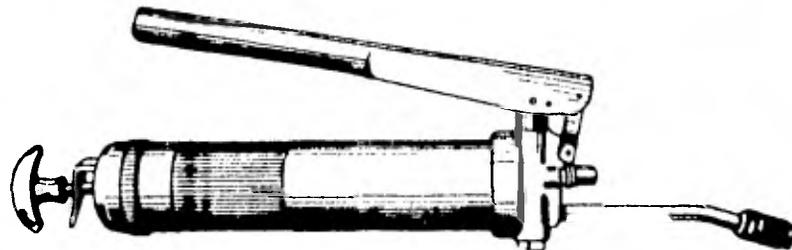


Fig. 8-3 Engrasador de balanza.



Fig. 8-4 Pistolas y cubos portátiles para engrase manual
A, bomba y manguera de cubo intercambiable. B, colocación de la bomba en el cubo. C, bomba de cubo intercambiable para aceite de engranajes. D, cargador de mano. E, tapa del cargador de mano. F, cubo de grasa portátil con bomba.

Muchos fabricantes ya proveen a sus máquinas del sistema de lubricación central llamado multi-luber. Estos sistemas actúan mediante bombas de diafragma, accionadas por el vacío de motor. En las máquinas autopropulsadas, este sistema funciona apretando un botón en el panel de instrumentos; una luz en el panel indica el momento en que el ciclo se ha completado.

En aquellas máquinas que no tienen motor propio se pueden instalar sistemas multi-luber que se accionan por presión de émbolos con accionamiento a mano (ver figura 8-5).

Los fabricantes de lubricantes suelen editar guías de engrase en las que se muestran todos los puntos de la máquina -- que requieren lubricación, así como el tipo de lubricante que deba emplearse para cada uno de ellos.

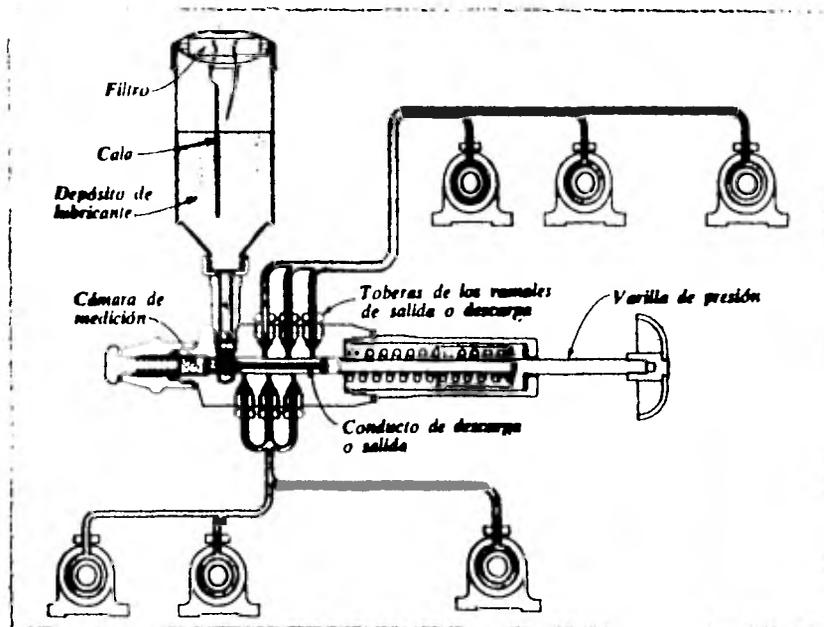


Fig. 8-5 Disposición de la red de líneas de alimentación que pueden ser acopladas a la pistola maestra de lubricación, accionada a mano, que aparece el centro de la figura.

C A P I T U L O I X

DISPOSITIVOS HIDRAULICOS DE ELEVACION PARA MAQUINARIA AGRICOLA

Los equipos hidráulicos se emplean a partir de 1973 para elevar, descender y controlar la casi totalidad de tipos de equipos del campo.

La hidráulica comprende una gran variedad de ramas, pero la que atañe principalmente a la maquinaria agrícola, es la que se refiere a los líquidos en recipientes cerrados, sometidos a presión.

El principio fundamental de la mecánica de los fluidos fue definido por Blas Pascal en 1663 en los siguientes términos: "la presión ejercida sobre un fluido encerrado, se transmite por igual y en todo su valor en todas direcciones".

Bombas de aceite.

Para el funcionamiento de los mecanismos hidráulicos, son necesarias las bombas que tomen el aceite de un depósito y lo forcen dentro de un cilindro; estas bombas pueden ser de tres tipos: de engranajes, de paletas y de émbolo.

Bomba rotativa de doble engranaje.- Esta bomba consta de dos piñones encerrados en un compartimiento dotado de una conducción de entrada y otra de salida, opuestas entre sí. Cuando los piñones giran, como muestra la figura 9-1, el aceite es aspirado por la conducción de entrada y arrastrado por los espacios que quedan entre los dientes y la pared del compartimiento, siendo posteriormente forzado por la conducción de salida. La aspiración se produce por el vacío que se crea en el interior del compartimiento de la bomba al girar los piñones a gran velocidad.

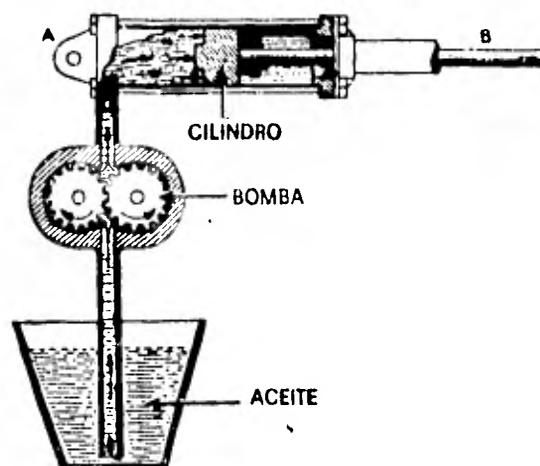


Fig. 9-1 Bomba rotativa de doble engranaje.

Bomba de paletas deslizantes.- El rotor está provisto de una serie de ranuras o canales radiales en cada uno de los cuales se aloja una paleta móvil.

Cuando el rotor gira, las paletas son repelidas hacia fuera, por efecto de la fuerza centrífuga, por lo que en todo su recorrido se apoyan sobre la pared de un cilindro de sección ovalada que constituye el cuerpo de la bomba. Este tipo de bomba (fig. 9-2) proporciona un flujo constante de aceite.

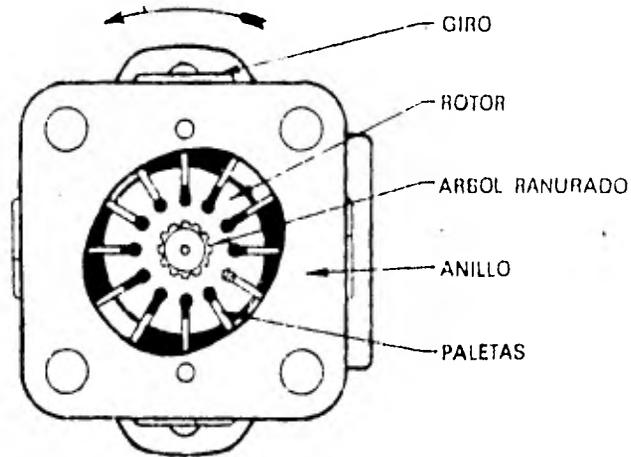


Fig. 9-2 Bomba de paletas deslizantes.

Bomba de pistones. Estas bombas pueden tener hasta cuatro -- pistones; en la mayoría de los casos son mandados por sistemas de levas. La cantidad de aceite suministrado por bombas de este tipo puede variar a voluntad cerrando las compuertas o toberas de admisión de uno o más pistones.

Cuando se conecta la bomba a los cilindros mediante una -- tubería, el aceite se puede bombear al interior de los cilindros, tanto si éstos están próximos a la bomba, como si están a alguna distancia, tal y como se muestra en la figura 9-3.

El depósito de aceite y la bomba pueden estar situados -- sobre el tractor o fuera de éste; en ambos casos, tanto la bomba como el resto del sistema constituyen un componente del -- propio tractor.

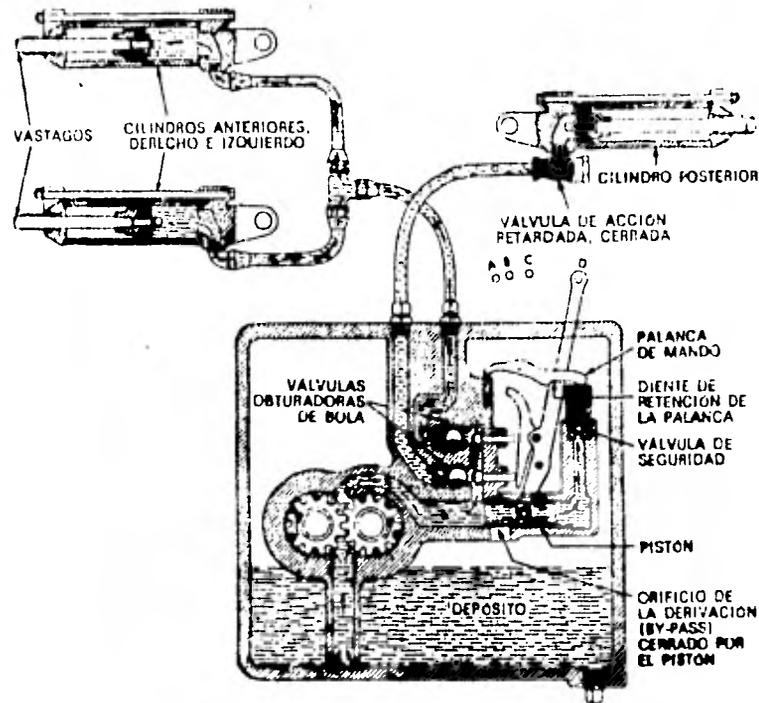


Fig. 9-3 Bomba de pistones.

Cuando se cambian aperos de un tractor a otro hay que tener cuidado de que tengan el mismo tipo de aceite.

Cilindros hidráulicos.

Los cilindros hidráulicos reciben también el nombre de - pistones o gato hidráulico. Existen cilindros de doble efecto que están diseñados de tal forma, que la presión del aceite puede aplicarse por ambas caras del pistón, por lo que son capaces de ejercer fuerza en dos direcciones. Este tipo de pistones (fig. 9-4) se emplean para controlar la profundidad en los arados y para variar el ángulo de ataque de los discos en las gradas.

Algunos tipos de cilindros hidráulicos van provistos de

una horquilla-torne que permite acortar la carrera del pistón, desde la recomendada de 203 mm hasta 0, a voluntad.

En las tablas 9-1 y 9-2 se indica la presión máxima necesaria en un cilindro hidráulico para elevar varios tipos de arados de vertedera y discos; en la tabla 9-3 se indica la máxima presión necesaria para variar el ángulo de diferentes tamaños de gradas dobles de discos en tándem.

Asimismo en las tres tablas se indican los valores de las presiones necesarias para mover el apero, tanto en marcha como parado.

una horquilla-tore que permite acortar la carrera del pistón, desde la recomendada de 203 mm hasta 0, a voluntad.

En las tablas 9-1 y 9-2 se indica la presión máxima necesaria en un cilindro hidráulico para elevar varios tipos de arados de vertedera y discos; en la tabla 9-3 se indica la máxima presión necesaria para variar el ángulo de diferentes tamaños de gradas dobles de discos en tándem.

Asimismo en las tres tablas se indican los valores de las presiones necesarias para mover el apero, tanto en marcha como parado.

TABLA 9-1 FUERZA DE EMPUJE NECESARIA EN EL CILINDRO ELEVADOR
PARA ALCANZAR ARADOS DE VERTEDERA PROVISTOS DE
CUERPOS DE ARADO DE 30, 35 Y 40 CM.

Número de cuerpos	Empuje máximo en Kg.	
	En marcha	Parado
2	300	330
3	285	440
4	443	598
5	700	808

TABLA 9-2 FUERZA DE EMPUJE PRECISA EN EL CILINDRO PARA ALZAR
ARADOS DE DISCOS DE 60, 65 Y 70 CM.

Número de discos	Empuje máximo en el cilindro en Kg.	
	En marcha	Parado
2	72	124
3	102	192
4	172	204
5	197	232

TABLA 9-3 FUERZA DE EMPUJE NECESARIA EN EL CILINDRO PARA ALZAR
LAS GRADAS DE DISCOS DE DOBLE EFECTO O EN TANDEM.

Empuje máximo en el cilindro en Kg.

Ancho de trabajo en metros	En marcha	Parado
1.83	138	188
2.13	217	198
2.38	263	216
2.44	217	226
2.90	134	109
3.05	371	352

Unidades automáticas de control.

Las unidades de mando que conducen el aceite a los distintos cilindros pueden estar situados dentro de la caja de cambios del tractor o en cualquier otro punto fuera de éste. Estas unidades están compuestas por un sistema de conducciones, válvulas de control de comprobación, de regulación y de seguridad y por pistones. Vienen montadas e instaladas de fábrica y se emplean principalmente en las cosechadoras de cereales auto propulsadas y en las máquinas para recolectar algodón. (ver figura 9-4).

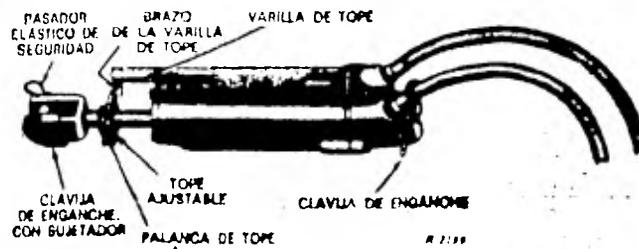


Fig. 9-4 Unidad automática de control.

Mando selectivo.

El mando selectivo de un sistema de elevación hidráulica permite el control individual de las unidades situadas a derecha o izquierda, independientemente; así como de las montadas en la parte anterior o en la posterior. Esto se consigue mediante el empleo de elevadores retardados y válvulas de retardo que regulan el flujo del aceite hacia el cilindro, mediante la apertura y cierre de un conjunto de válvulas y conducciones.

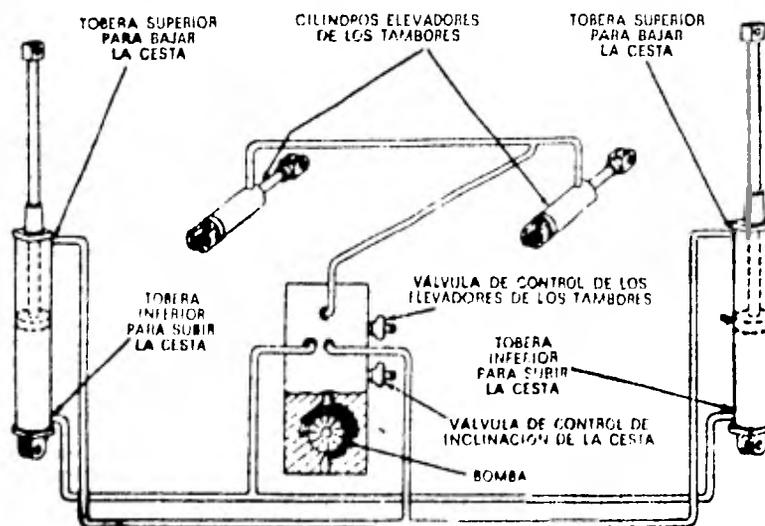


Fig. 9-5 Mando selectivo.

Accesorios de los mandos hidráulicos.

Si la bomba de aceite y los controles están situados sobre el tractor, y el cilindro hidráulico elevador en un apero remolcado, es necesario hacer el acoplamiento entre ambos por medio de una conducción flexible de longitud suficiente.

En la tabla 9-4 se especifican los diámetros, así como las presiones de las mangueras flexibles recomendadas.

TABLA 9-4 ESPECIFICACIONES PARA TUBOS FLEXIBLES DE ALTA PRESION.

Tamaño	Diámetro Interior	Presión mínima de rotura en Kg.	Presión máxima de trabajo en kg,
4	0.47	843	105
5	0.63	703	105
6	0.79	633	105
8	2.77	562	105
10	1.27	492	105
12	1.58	421	105
16	2.22	225	56
20	2.80	176	42
24	3.49	141	35
32	4.60	98	24

Las máquinas agrícolas remolcadas provistas de cilindro - hidráulico con mando a distancia, tienen conducciones de presión dotadas de un dispositivo de desenganche automático para evitar que se rompan en caso de que el tractor se desenganche involuntariamente.

Cuando se cambian los aperos, con frecuencia puede ahorrarse tiempo si se emplea para las conducciones un sistema de enchufe rápido. Cuando se desconectan las mangueras y no se van a emplear durante mucho tiempo, las cabezas deben protegerse con trapos para evitar que se introduzca por ellos polvo, ya que un simple gramo de arena puede ocasionar serios problemas en las válvulas.

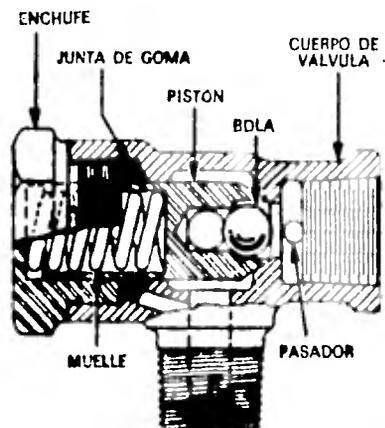


Fig. 9-6 Válvula de acción retardada.

C A P I T U L O X

RUEDAS Y LLANTAS PARA EQUIPO AGRICOLA

Las principales ventajas del empleo de ruedas cubiertas de caucho empleadas en la maquinaria agrícola son:

-Mayores velocidades de trabajo; mayor facilidad en el manejo; mayor comodidad para el conductor.

-Menor potencia necesaria a igualdad de carga; menor consumo - de combustible; menor resistencia a la rodadura y menos vibraciones.

Tipos de ruedas.

En términos generales, las ruedas de goma pueden dividirse en dos grandes grupos: ruedas motrices y ruedas libres.

Ruedas motrices.- Estas ruedas están dotadas de unos dibujos especiales en la banda de rodadura que les permiten un agarre máximo al suelo con un mínimo de deslizamiento, por lo que tienen un gran poder de tracción. Estas ruedas se emplean tanto en los tractores como en el resto del equipo autopropulsado y están diseñadas para poder soportar cargas y ejercer tracción.

Ruedas libres.- Las cubiertas empleadas en las ruedas libres están diseñadas principalmente para soportar cargas. El dibujo de los nervios ayuda a las ruedas a seguir una dirección - recta al tiempo que trata de evitar el deslizamiento lateral.

En la figura 10-1 se muestran los tipos de cubiertas empleados en las ruedas motrices; en la figura 10-2 están las cubiertas para ruedas libres.

Existen tipos de neumáticos especiales para tracción de tipo medio, en los que el dibujo es poco profundo. Este tipo de cubiertas se emplean en máquinas esparcidoras de abono y -- otras que tienen que tomar el accionamiento de la rueda.

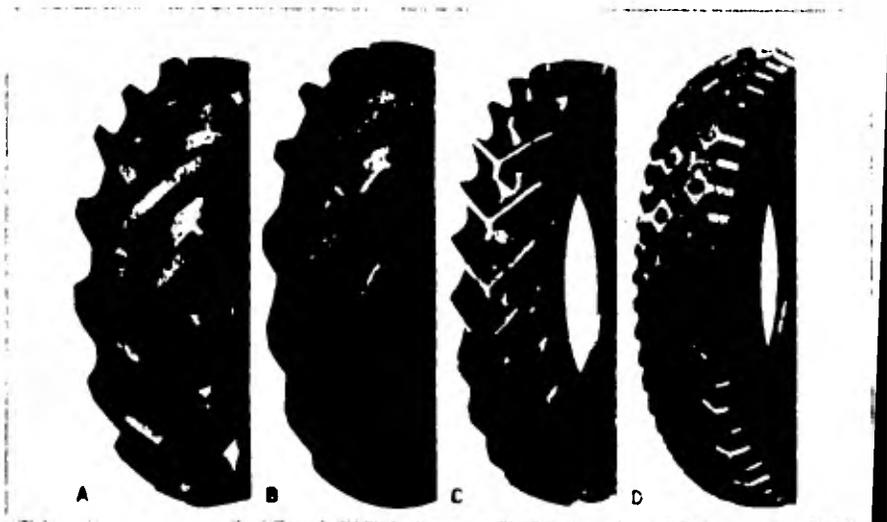


Fig. 10-1 Tipos de cubiertas para ruedas motrices de tractor; a, trabajo pesado, dibujo profundo. B, tipo agrícola normal. C, especial para campos caña. D, dibujo industrial y de uso general.



Fig. 10-2 Cubiertas para ruedas libres y con dibujos para tracción moderada y dirección.

Código para las cubiertas agrícolas.

La tabla 10-1 nos muestra el código para las cubiertas de tipo agrícola. Las series F, R y G corresponden a cubiertas para ruedas motrices; y la serie I para ruedas libres. Está la codificación ya estampada en las cubiertas, inmediatamente debajo de los números indicativos del tamaño y número de las lonas.

Clasificación por capas.

El término "clasificación por capas" indica la carga máxima para las que son recomendadas las cubiertas. Es un índice convencional de su resistencia y fortaleza y no efectivo; esto quiere decir que no representa necesariamente el número de ca-

bas de lona que entran en su fabricación. El índice de clasificación por capas varía de 2 a 10. Los tractores pequeños, - de peso ligero, requieren neumáticos de índice 2, mientras que los mayores y más pesados con equipo montado pueden exigir neumáticos de índice 8 o 10.

CODIGO PARA DESIGNAR CUBIERTAS AGRICOLAS			
<i>Cubiertas de tractor</i>	<i>Designación Clave</i>	<i>Cubiertas de aperos y máquinas</i>	<i>Clave</i>
Delanteras:			
Aro simple en saliente . . .	F-1	De pestaña	I-1
Aro triple en saliente . . .	F-2	De tracción ligera	I-2
Industrial	F-3	De tracción normal	I-3
Traseras:			
Agrícola normal	R-1	Para rueda de cola de arado	I-4
Para caña y arroz	R-2	Lateral para cosechadora .	I-5
Industrial	R-3	De dibujo suave	I-6
Para tractores de huerta y jardín	G		

Tabla 10-1

Dimensiones de las cubiertas.

Las dimensiones de las cubiertas para tractor se expresan por dos números que indican su sección, o anchura, y el diámetro de la llanta. Las dimensiones para las cubiertas de las - ruedas delanteras de los tractores se designan con los números siguientes: 4.00-15; 5.00-16; 5.25-21; 6.50-16; 7.00-16 y otros muchos.

Llantas para tractores y máquinas.

Las llantas actualmente en uso son del tipo de base hundida o semi-hundida. Hoy en día existe la tendencia hacia el empleo de llantas de gran base semi-hundida (ver figura 10-3), lo que permite una mejor estabilidad lateral y el empleo de neumáticos de mayor sección, aptos para mayores cargas.

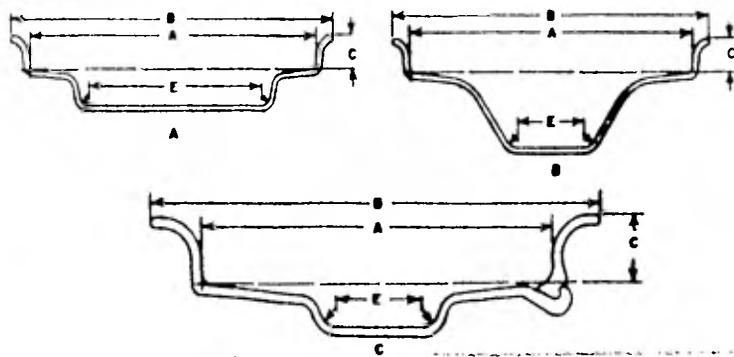


Fig. 10-3 Tipos de llantas de gran base para neumáticos: A, de base semi-hundida; B, de base hundida. C, de base semi-hundida con aro desmontable.

El gráfico de la figura 10-4 nos muestra el efecto de la anchura de la llanta sobre las características de trabajo de las ruedas.

Duración de los neumáticos agrícolas.

Existen varios factores que influyen en la duración de los neumáticos empleados en los tractores y aperos agrícolas. Los principales son: 1, tipo de trabajo; 2, sistema de labranza; 3, desgaste por rozamiento; 4, cortes y arranques de partícula en las cubiertas; 5, pinchazos y reventones; 6, exposición a

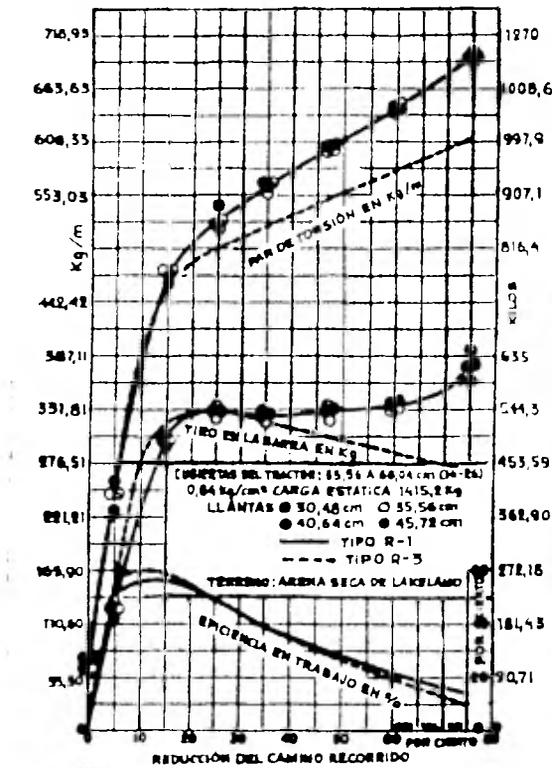


Fig. 10-4 El efecto de la anchura de la llanta en el comportamiento de los neumáticos viene representado por: la reducción del camino recorrido; el par de torsión; el tiro de la barra y la eficiencia en el trabajo para cubiertas de 6 capas tipo barra (R-1), de 35.56 a 66.04 cm, trabajando en arena seca con una presión de inflado de 0.84 Kg y 1415.2 Kg de carga estática. La carga dinámica es igual a la estática más el 0.2 del 1% del tiro de la barra. Las líneas de trazos son para cubiertas del tipo R-3.

los agentes atmosféricos; 7, presión incorrecta de inflado; 8, horas anuales de empleo; y 9, cuidados generales.

Las diferencias que pueden apreciarse son debidas en gran parte a alguno o varios de los factores enunciados. Las altas velocidades, la sobrecarga y la presión de inflado demasiado -

baja tienden a aumentar la temperatura del neumático, perjudicando su estructura y acortando su vida útil.

Tracción de las cubiertas.

Se han llevado a cabo numerosas experiencias conducentes a determinar el efecto de las condiciones del suelo sobre la tracción de los neumáticos. El rendimiento de tracción en un tractor equipado con ruedas neumáticas, se expresa por la relación entre la potencia en la barra y la del motor, sea cual -- fuere el tipo de la rueda empleado o el dibujo de ésta. En general, puede aumentarse la fuerza de tracción de un tractor incrementando el peso de las ruedas motrices mediante la adición de pesos en su cara exterior, o rellenando la cámara con un líquido. Si el líquido empleado para conseguir el aumento de peso es el agua, deberá añadirse a éste un producto anticongelante en tiempo frío. El tipo de dibujo de la cubierta tiene -- gran importancia en relación con la tracción de las ruedas.

(Figura 10-5)

Presión de inflado.

El mantenimiento de la presión de inflado adecuada, es un factor muy importante ~~para~~ la conservación y perfecto funcionamiento de los neumáticos. Esta presión variará de acuerdo con el tamaño, el número de capas de lona y la carga de las ruedas.

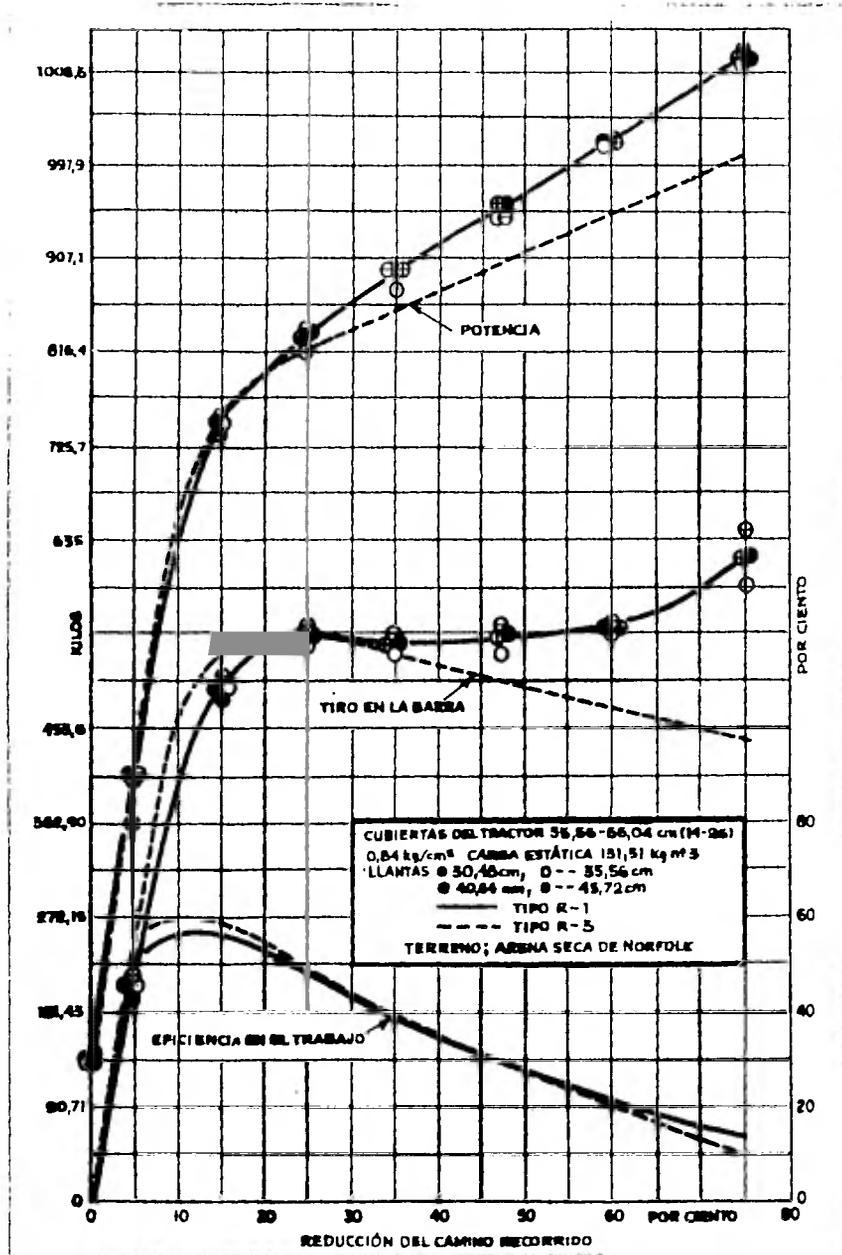


Fig. 10-5 Influencia del dibujo de la cubierta en la tracción.

La presión máxima, en Kg/cm², para ruedas delanteras de los tractores deben ser las siguientes: de 2 capas, 1.4 a 1.9; de 4 capas, 1.7 a 3.9; de 6 capas, 2.2 a 4.2 y de 8 capas, 2.8 a 5.6. La presión mínima para las ruedas traseras de los tractores debe ser de 0.8 Kg. Cuando una de las ruedas motrices se lleva por un surco en los trabajos de arada, la presión de dicha rueda debe aumentarse en 0.28 Kg sobre lo normal. La presión máxima recomendada para ruedas libres se muestra en la tabla 10-2.

PRESION DE AIRE RECOMENDABLE PARA LOS NEUMATICOS DE LAS MAQUINAS AGRICOLAS				
Medidas del neumático	Presión de aire en kg/cm ²			
Diámetros de las llantas	4 capas	6 capas	8 capas	10 capas
3,00	3,10			
3,50	2,81	3,37		
4,00	2,53	3,37		
5,00 - 5,50	2,25	3,10		
6,00 - 6,50 - 7,00	1,97	2,81	3,94	
7,50 - 8,25	1,69	2,53	3,37	
9,00	1,41	2,25	3,09	3,94
11,25		1,97	2,53	3,09
12,75		1,69	2,25	

Tabla 10-2 Presión de aire recomendable para ruedas libres.

Efecto del aumento de peso de las ruedas.

El rendimiento de un neumático de tractor sometido a una carga está grandemente afectado por la presión de la parte inferior de la rueda. Las altas presiones, ya sean producidas por aire o por un líquido, reducen la eficiencia del neumático sobre terrenos de arena suelta, pero la aumentan sobre los hor

migonados o muy afirmados. El comportamiento de los neumáticos con tres tipos de carga diferentes puede verse en la tabla 10-3 y en el gráfico de la figura 10-6.

COMPORTAMIENTO DE TRES NEUMATICOS EN DOS TIPOS DE SUELOS CON DETERMINADAS CARGAS

Tipo de inflado	Clase de suelo	Tracción en la barra kg	Resistencia a la rodadura kg	Reducción del recorrido	Eficiencia en el trabajo
Aire	arena	453	92	13,4	71,8
81 % de agua	arena	453	145	16,3	63,2
100 % " "	arena	453	147	16,5	62,9
Aire	barro	635	109	19,2	69,1
81 % de agua	barro	635	125	20,2	66,7
100 % " "	barro	635	145	23,6	62,0

Tabla 10-3

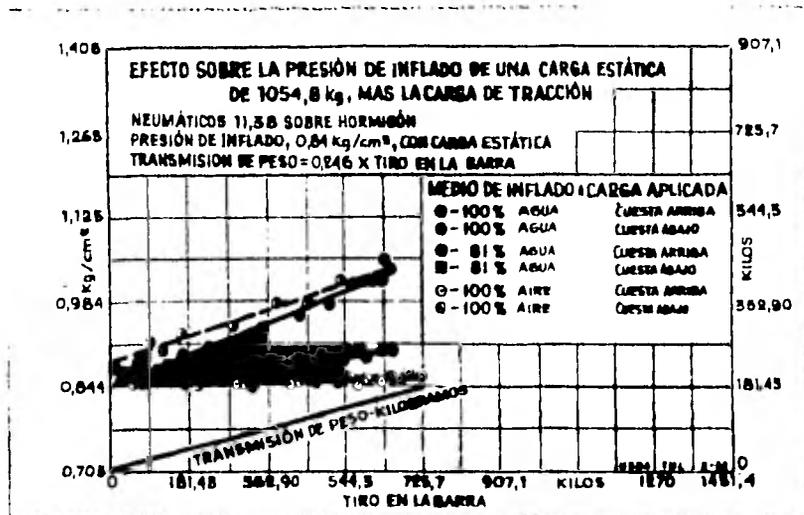


Fig. 10-6 Gráfico representativo del aumento de la presión de inflado para neumáticos con aire, 81% de agua y 100% de agua, cuando la carga estática se varía de 0 a 1678.2 Kg. La presión de inflado inicial era de 0.84 Kg/cm² con las ruedas sobre hormigón y una carga estática de 1678.2 Kg.

C A P I T U L O X I

CONSTRUCCION GENERAL DEL TRACTOR AGRICOLA

EL USO DEL TRACTOR AGRICOLA

Los tractores cumplen con los siguientes objetivos básicos:

- Desarrollar fuerza de tiro o tracción, para las operaciones de preparación de tierras y para jalar sembradoras, remolques y cosechadoras.
- Desarrollar potencia mediante su polea para accionar máquinas estacionarias como bombas de riego y molinos.
- Desarrollar potencia mediante su eje de toma de fuerza para accionar los mecanismos de máquinas de campo que son simultáneamente remolcadas por el mismo tractor, como son segadoras y empacadoras.
- Desarrollar potencia mediante su sistema hidráulico para el levante, el accionamiento y el control remoto de máquinas. Incluye también un sistema de enganche de tres puntos.

Además, el chasis del tractor puede servir como soporte de máquinas que van montadas al tractor, ya sea en su parte trasera por medio del enganche en tres puntos, en su parte delantera como la cargadora frontal ó en su parte central como

la barra de corte.

CONSTITUCION GENERAL DEL TRACTOR AGRICOLA

El tractor consiste de las siguientes partes básicas, tal como se muestra en la figura 11-1:

Motor.- Transforma la energía química de un combustible en energía mecánica. (1)

Embrague.- Mediante el cual el operador puede conectar el eje cigueñal del motor al eje de mando de la caja de cambios. (2)

Caja de cambios.- Se utiliza para cambiar las velocidades de avance del tractor. (3)

Transmisión.- Con mandos finales, sirve para transferir la potencia o energía mecánica hacia las ruedas traseras del tractor. (4)

Ruedas.- Sirven para soportar el tractor, para desarrollar tracción mediante las ruedas trasera, y para dar dirección al tractor mediante las ruedas delanteras. (5)

Barra de tiro.- Se utiliza para jalar máquinas de tipo de tiro. (6)

Polea.- Es para dar mando a los mecanismos de máquinas estacionarias. (7)

Eje de la toma de fuerza.- Es para el mando de mecanismos de

máquinas remolcadas o montadas al tractor. (8)

Sistema hidráulico.- De enganche en tres puntos es para máquinas de montaje al tractor.(9)

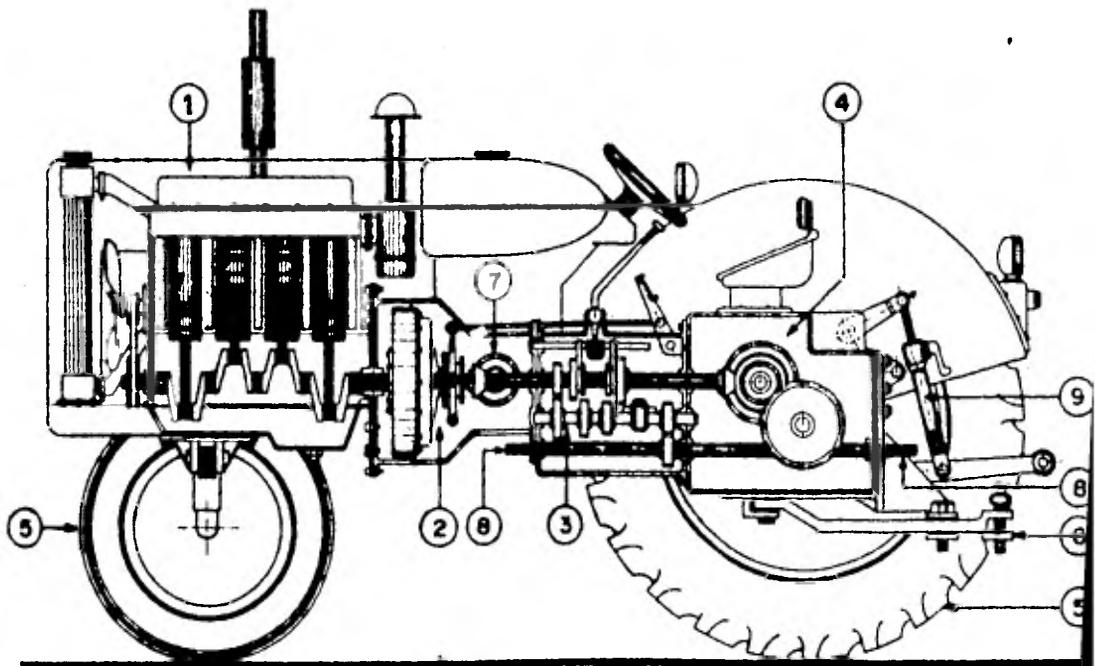
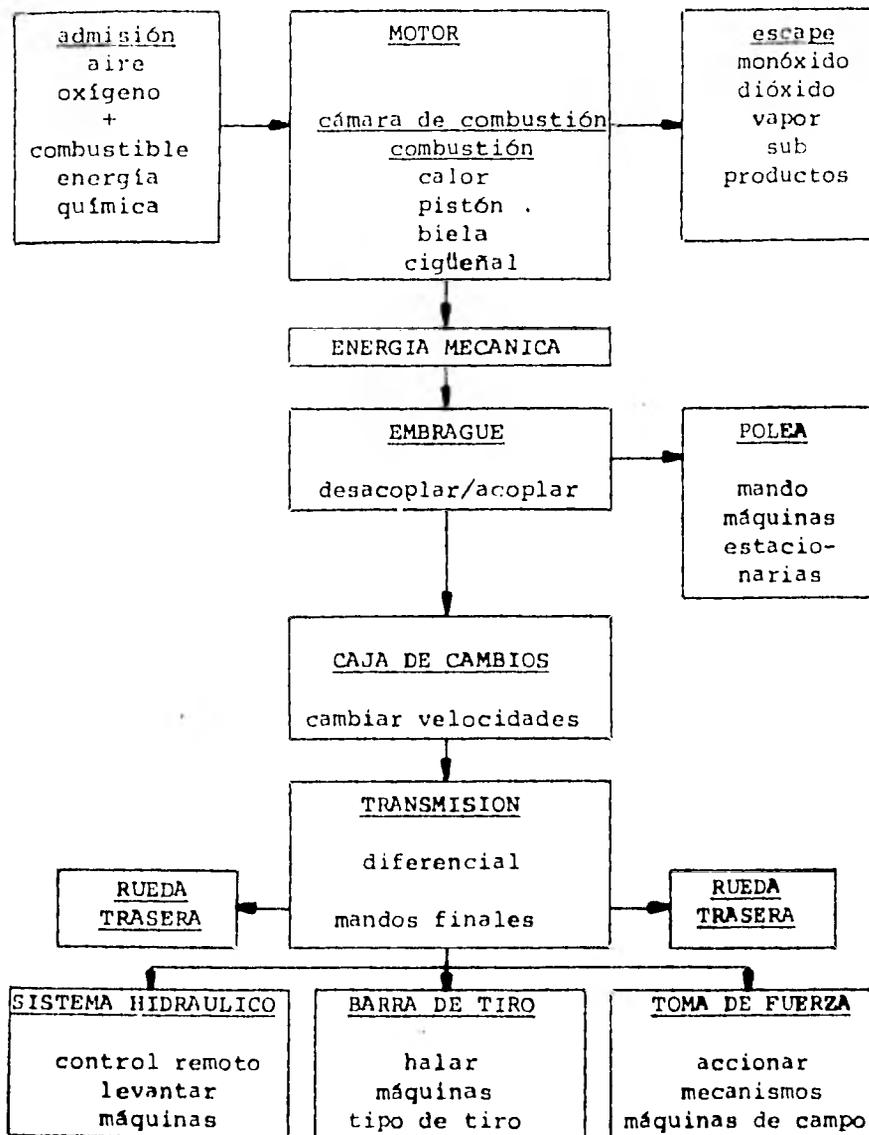


Fig. 11-1 Partes básicas del tractor agrícola: 1, motor. 2, embrague. 3, caja de cambios. 4, transmisión. 5, ruedas. 6, barra de tiro. 7, polea. 8, eje de la toma de fuerza. 9, sistema hidráulico.

ESQUEMA DEL FUNCIONAMIENTO DEL TRACTOR AGRICOLA



FUNCIONAMIENTO GENERAL DEL TRACTOR AGRICOLA

En la figura 11-2 se muestran las partes del motor a --
continuación descritas:

- 1) Uno, dos, tres, cuatro o más cilindros.
- 2) Un número igual de pistones, que van sobre las bielas.
- 3) Un número igual de bielas.
- 4) Un eje cigueñal sobre el cual van las bielas.
- 5) Cámaras de combustión interna en la parte superior de los cilindros.

En la misma figura 11-2 se aprecian los siguientes elemen
tos del embrague:

- 6) Un mecanismo de acoplamiento.
- 7) El volante sobre el extremo del cigueñal.
- 8) Un mecanismo de control con pedal de embrague.
- 9) Mando a la polea.
- 10) Mando al eje de entrada a la caja de cambios.
- 11) Mando a través de esta caja a la toma de fuerza.
- 12) Mando al sistema hidráulico del tractor.

La caja de cambios consiste de las siguientes partes:

- 13) El eje intermediario mandado por el eje de entrada.
- 14) El eje secundario de salida hacia el diferencial.
- 15) Una palanca para cambiar las velocidades.
- 16) Trenes de engranajes.

La transmisión y mandos finales constan de lo siguientes:

- 17) Un mecanismo de piñón y corona.
- 18) El diferencial mandado por el piñón y la corona.
- 19) Los mandos finales.

Su funcionamiento consiste en reducir la velocidad y cambiar la dirección del movimiento en sentido perpendicular al eje central del tractor. Permiten diferencias en las velocidades de las ruedas traseras para dar vueltas.

Motor.

Actualmente los motores de tractores son de tipo de pistón, de combustión interna. Constan de uno, dos, tres, cuatro o más cilindros con pistones, bielas y un eje cigueñal. Lo común en tractores agrícolas son los motores de 4 cilindros.

Según su funcionamiento los motores se dividen en motores de cuatro o de dos tiempos. Normalmente los motores de tractores son de cuatro tiempos.

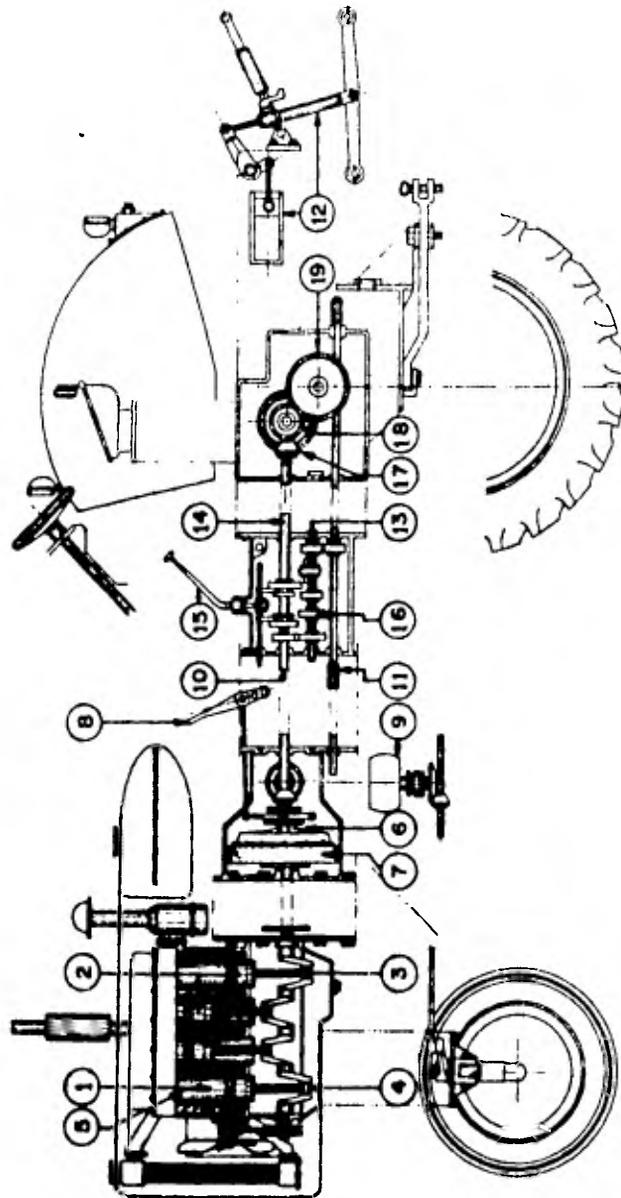


Fig. 11-2 Elementos constitutivos del motor (del 1 al 5) del embrague (del 6 al 12), de la caja de cambios (del 13 al 16) y de la transmisión (del 17 al 19).

El combustible usado en motores de tractores es gasolina, diesel o gas; y la mayoría de los tractores están provistos de un motor diesel. Los motores de gasolina y gas tienen una relación de compresión más baja que la de motores diesel.

El rendimiento de los motores es la relación entre la energía del combustible consumido y la energía mecánica elaborada por el motor. El rendimiento es mayor cuando la relación de compresión es más alta. Consecuentemente, el rendimiento de motores de alta compresión, como el motor diesel, es mejor que el de motores a gasolina.

Además, los motores diesel tienen ciertas características adecuadas para ser usados en tractores agrícolas.

Embrague.-

Cumple con las siguientes funciones en el tractor:

- Conectar y desconectar el eje cigueñal del motor con el eje de entrada de la caja de cambios, y a través de esta caja con los mandos de las ruedas. Siendo que el eje cigueñal está girando, el acoplamiento se efectúa en forma progresiva.
- Conectar y desconectar el eje cigueñal del motor con el mando de la polea.
- Conectar y desconectar el eje cigueñal del motor con el mando del eje de la toma de fuerza.

La conexión se puede efectuar por medio de un plato de fricción. Este tipo de embrague se llama embrague tipo standard o embrague tipo de fricción mecánica.

Embragues de plato de fricción.- Estos son los de tipo standard. El acoplamiento se efectúa progresivamente por medio de un plato de fricción. Este plato se encuentra oprimido -- contra el volante del motor, bajo la presión de un plato de presión. Al retirar el plato de presión, se libera el plato de fricción, el cual está montado sobre el eje de entrada de la caja de cambios.

Partes principales del embrague.- En la figura 11-3 se muestra un embrague de plato de fricción numerando sus principales partes como sigue:

- 1) El eje cigueñal del motor con el volante y su corona. La última sirve para conectar el motor de arranque.
- 2) El frente del volante contra el cual se oprime el plato de fricción.
- 3) El plato de fricción, montado sobre el eje de entrada de la caja de cambios.
- 4) El plato de presión que oprime el plato de fricción contra el volante.
- 5) Los resortes que oprimen al plato de presión.
- 6) La tapa del embrague con tres patillas o uñas para retirar el plato de presión contra la presión de los resortes.

- 7) Ajuste de las patillas.
- 8) Eje del embrague conectado al eje de entrada de la caja d cambios.
- 9) Conexión de la tapa con el volante.

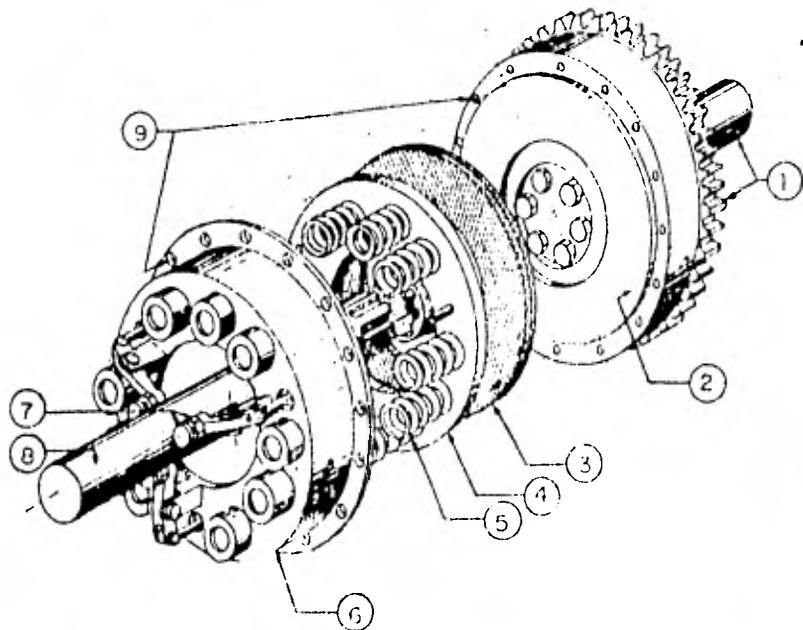


Fig. 11-3 Partes principales del embrague de plato de fricción.

Al conectar la tapa contra el volante se entiende que eje del embrague con el plato de fricción montado sobre su

tremo queda aprisionado entre el plato de presión y el volante. En esta posición, el eje cigueñal del motor y el eje del embrague giran como una sola pieza a la misma velocidad.

El embrague de doble acción.- Con el embrague no sólo se conecta la caja de cambios, sino también la polea y la toma de fuerza. En el caso de la toma de fuerza, se presenta la dificultad que el acoplamiento y la desconexión de la caja de cambios y la toma de fuerza se realizan simultáneamente. Esto requiere mucha energía, particularmente en el caso de grandes máquinas. Además, en caso de trabajos con empacadoras, no se puede parar el tractor sin que también se pare el mando de la máquina. Lo que es inconveniente cuando se encuentra más material de lo normal para empacar. Por esto, existen embragues de doble acción con los cuales el operador conecta primero la toma de fuerza. Cuando la máquina tenga su velocidad de operación se conecta la caja de cambios.

En la figura 11- 4 se muestra:

- 1) El embrague en posición de desconexión tanto de la caja de cambios como de la toma de fuerza.
- 2) El embrague en posición de desconexión sólo de la caja de cambios. Continúa el mando de la toma de fuerza.
- 3) El embrague en posición en la cual tanto la caja de cambios como la toma de fuerza están conectadas.

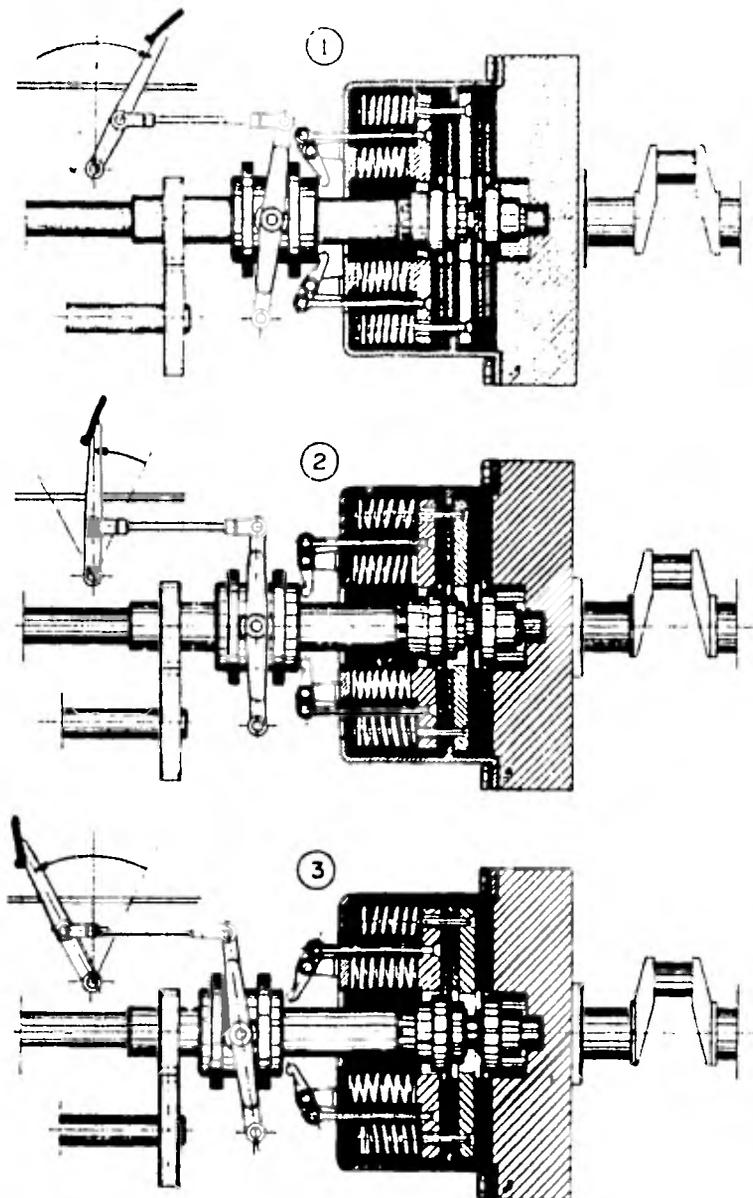


Fig. 11- 4 Tres posiciones del embrague de doble acción.

Embrague hidráulico.- En este caso, la conexión entre el eje cigueñal y la caja de cambios se efectúa mediante un fluido, que es un aceite.

Construcción del embrague hidráulico.- Para su funcionamiento el embrague hidráulico consta de las siguientes partes principales, que asimismo se muestran en la figura 11-5,:

- 1) El eje cigueñal del motor, o eje de mando.
- 2) La bomba, montada sobre el eje de mando.
- 3) La turbina que recibe su movimiento de la bomba.
- 4) Eje mandado de la turbina, conectado con la caja de cambios.
- 5) Por fuerza centrífuga, el aceite sale de la bomba hacia la turbina, provocando la transferencia de la energía.
- 6) Retorno del aceite de la turbina hacia la bomba.
- 7) El eje de mando con la bomba.
- 8) El eje mandado de la turbina.

El convertidor de torque o par.- Es parecido al embrague hidráulico, sin embargo, no sólo permite el acoplamiento y desacoplamiento entre motor y transmisión, sino que permite variar tanto la fuerza como la velocidad del eje de la turbina de acuerdo con las exigencias y límites de energía. Al respecto, el convertidor funciona también como elemento de cambio de velocidades y fuerzas.

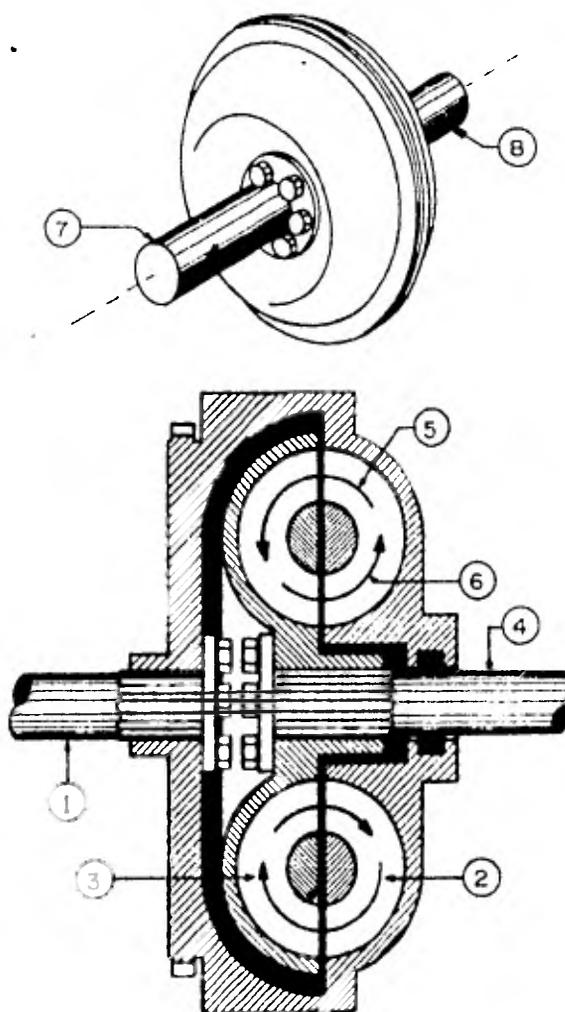
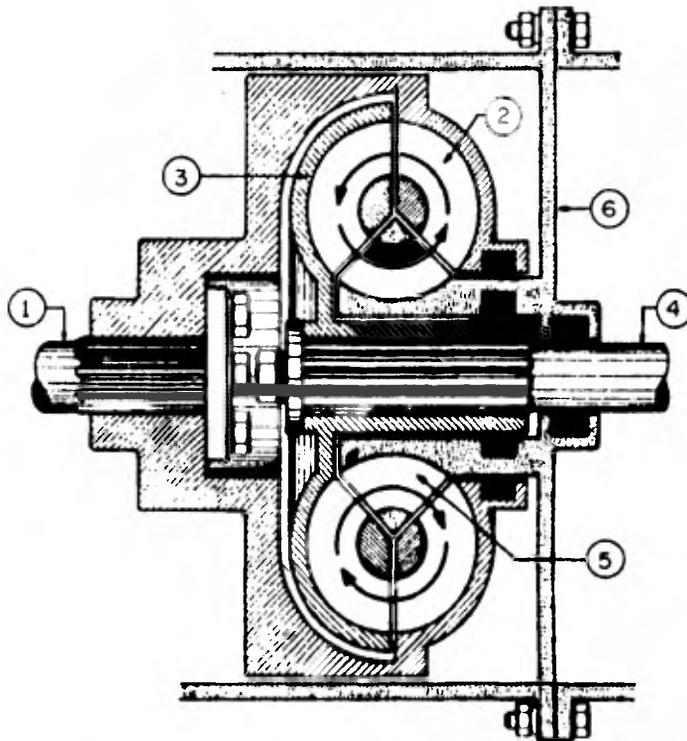


Fig. 11-5 Construcción del embrague hidráulico.

Construcción del convertidor de par.- La diferencia principal entre un embrague hidráulico y un convertidor de par comprende un tercer elemento de paletas, entre la bomba y la turbina. Este elemento no gira y se llama estator. (Ver figura 11-6)

- 1) Eje cigueñal del motor o eje de mando.
- 2) La bomba, montada sobre el eje de mando.
- 3) La turbina, montada sobre el eje de mando
- 4) El eje de mando
- 5) El estator rígidamente conectado con el chasis o caja del convertidor.
- 6) Caja exterior del convertidor.

Fig. 11-6
Construcción del
convertidor de
par.



Caja de cambios de velocidades.

La caja de cambios sirve para elegir una cierta velocidad con los siguientes objetivos:

-Para obtener una adecuada velocidad de avance en el caso de operaciones en las cuales la calidad y ejecución del trabajo de la máquina dependen de tal velocidad. Por ejemplo, en el caso de sembradoras, cultivadoras y arados.

-Para obtener la fuerza de tiro necesaria en ciertas operaciones.

Al aumentar la velocidad, disminuye proporcionalmente la fuerza y vice versa; la caja de cambios efectúa cambios en la velocidad y por consiguiente cambia la fuerza disponible para jalar máquinas. Entonces:

Más velocidad	=	menos fuerza de tiro
Menos velocidad	=	más fuerza de tiro

Los cambios se efectúan mecánicamente, con asistencia de fuerza hidráulica o hidráulicamente.

Caja de cambios mecánicos.- La construcción y el funcionamiento de estas cajas de cambios se describe a continuación, mostrándose en la figura 11-7:

1) El eje de entrada, que es la extensión del eje del embrag

Se llama también eje primario o eje de mando.

- 2) El eje de salida o eje secundario.
- 3) El eje intermediario, colocado entre el eje primario y el eje secundario.
- 4) El eje primario gira a la misma velocidad del eje cigueñal del motor en caso de que el embrague esté conectado. Por medio de dos engranajes fijos el eje primario manda al eje intermediario, cambiando el sentido de giro y reduciendo la velocidad.
- 5) El extremo del eje primario lleva estrías.
- 6) El eje intermediario lleva dos engranajes fijos.
- 7) También lleva un engranaje pequeño en contacto con otro sobre un eje auxiliar para cambiar el sentido de giro para la marcha atrás.
- 8) El eje secundario está equipado con dos engranajes móviles axialmente sobre estrías.
- 9) El mecanismo para mover los dos engranajes móviles.
- 10) Los émbolos para fijar las posiciones del mecanismo de cambio.
- 11) La palanca seleccionadora.
- 12) Al mover el más grande de los engranajes hacia la izquierda

da, con la palanca en posición A, se conecta la marcha atrás.

13) Al mover este engranaje hacia la derecha, la palanca en -- posición 1, se conecta la marcha uno.

14) Al mover el otro engranaje movable hacia la izquierda, -- con la palanca en posición 2, se conecta la marcha dos.

15) Al mover este engranaje hacia la derecha, se conecta mediante un buje y estrías los ejes primario y secundario. Así se - obtiene un mando directo, es decir, la marcha tres. En este caso el eje cigueñal, el eje del embrague y el eje secundario giran como un sólo eje.

Cambio de velocidades con asistencia de fuerza hidráulica.-

Al trabajar con ciertas máquinas es importante que el operador pueda reducir o aumentar la velocidad del tractor sin parar y sin afectar la marcha del mecanismo de la máquina mandado por la toma de fuerza. Esto se logra con una caja de cambios auxiliar de alta y baja velocidad, con control hidráulico.

Partes principales de la caja de cambios con control hidráulico

Esta caja de cambios es en principio igual a la caja de cam--- bios mecánica de alta y baja velocidad, pero la conexión del - engranaje loco y la conexión directa se efectúa mediante dos - embragues con control hidráulico.

1) Embrague para conectar el engranaje loco con el eje de salida. En la figura 11-8 está conectado por la presión hidráulica

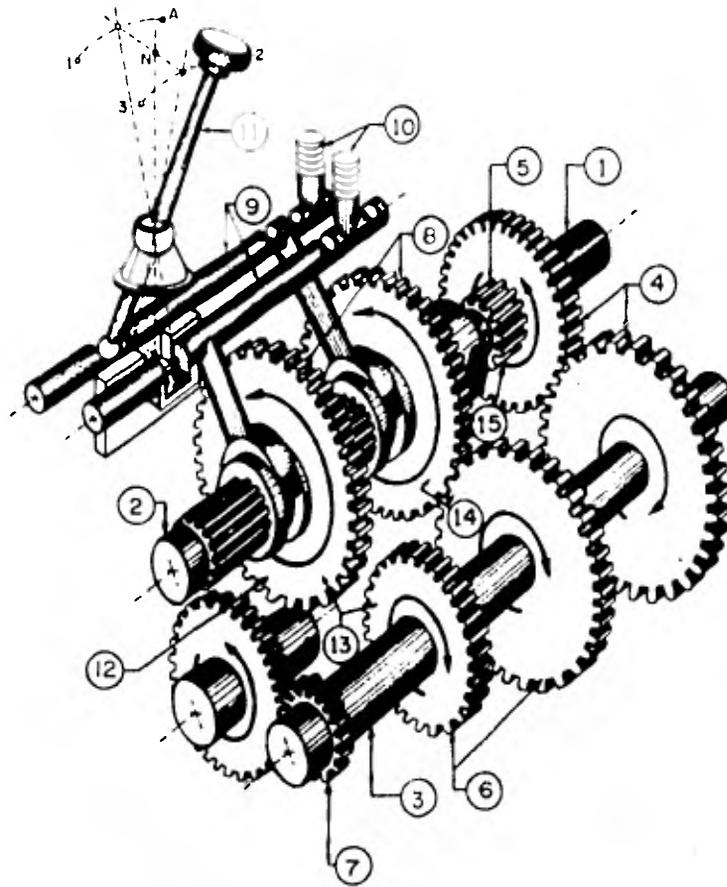


Fig. 11-7 Caja de cambios mecánicos.

ca. Es decir, la caja se encuentra en su posición de velocidad baja.

2) Embrague para obtener una conexión directa entre el eje del embrague y el eje de salida, o sea de alta velocidad.

3) Válvula de control que permite al operador activar uno u otro embrague.

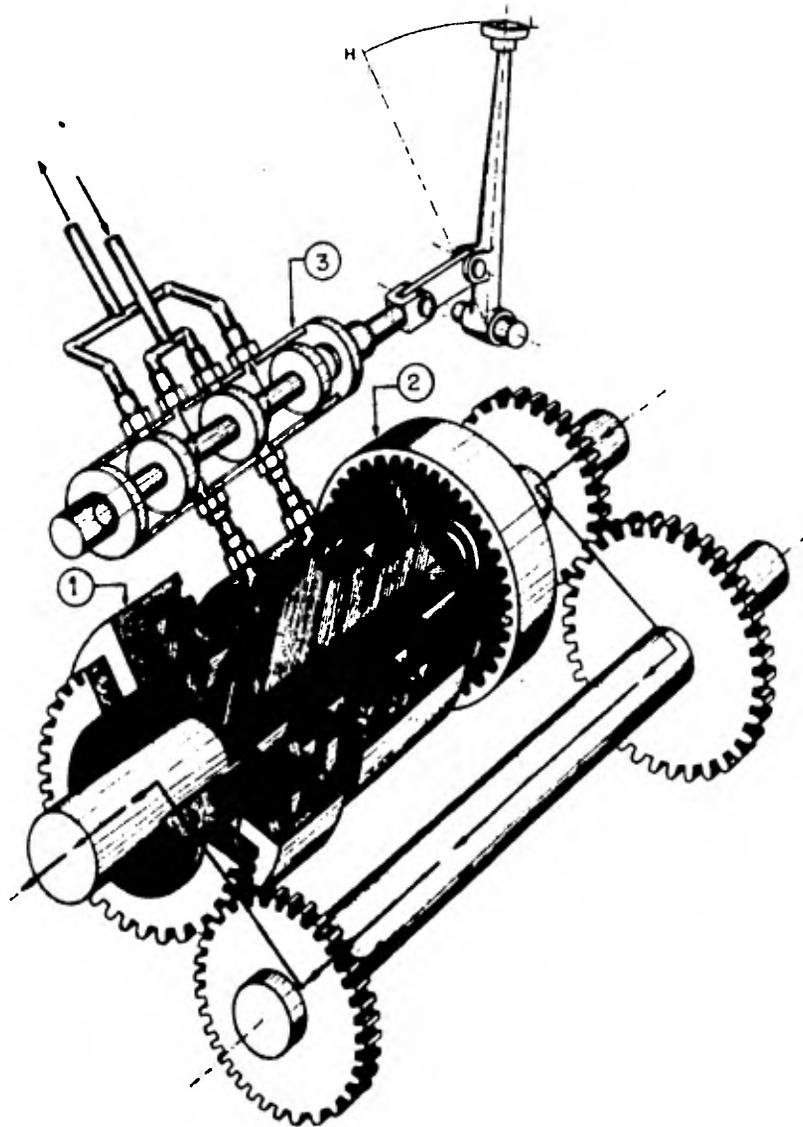


Fig. 11-8 Caja de cambios con control hidráulico.

Mando de ruedas.

Los tractores de ruedas tienen un sistema de mando de ruedas traseras que comprende un diferencial, frenos, y mandos finales.

Diferencial.- Este consta de los siguientes elementos que se muestran en la figura 11-9:

- 1) Eje secundario de la caja de cambios que manda al diferencial.
- 2) Piñón y engranaje de mando.
- 3) Corona del diferencial. El mando por piñón y corona cambia la dirección de los ejes en un ángulo recto y reduce la velocidad.
- 4) Engranajes satélites. Normalmente son cuatro, montados sobre dos pequeños ejes cruzados que van montados a la corona.
- 5) Los dos semi-ejes, cada uno con un engranaje cónico en contacto con los engranajes satélites.
- 6) Los mandos finales.
- 7) Los ejes de las ruedas traseras.

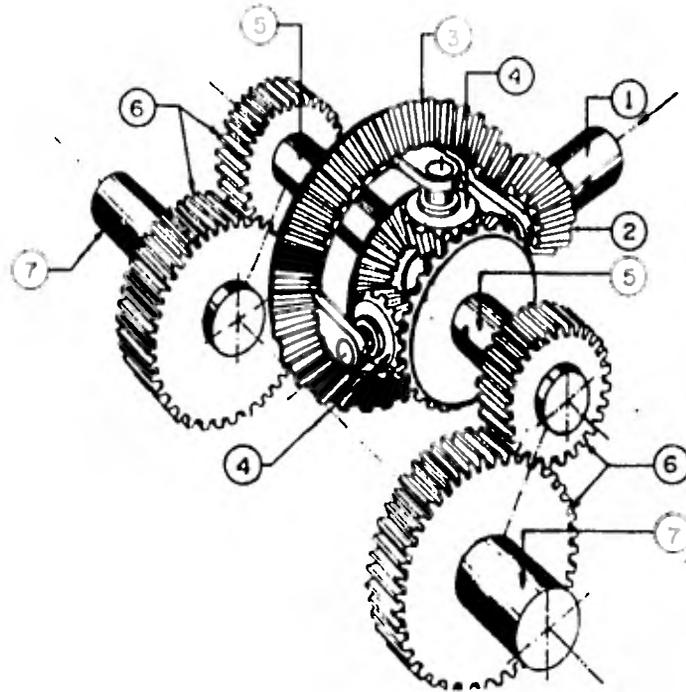


Fig. 11-9 El diferencial.

Los frenos del diferencial.- En cada uno de los semi-ejes va un freno. La función de estos frenos es disminuir o detener - independientemente uno de los semi-ejes. Al conectar los pedales, el operador puede detener el tractor mismo.

1) Dos platos de fricción montados sobre el semi-eje por medio de estrías. Por consiguiente, giran con este eje como una sola pieza. (Ver figura 11-10)

2) Caja del freno, rígidamente montada al chasis.

3) Dos platos de presión con bolas entre ellos para separarlos.

4) Mecanismo del freno.

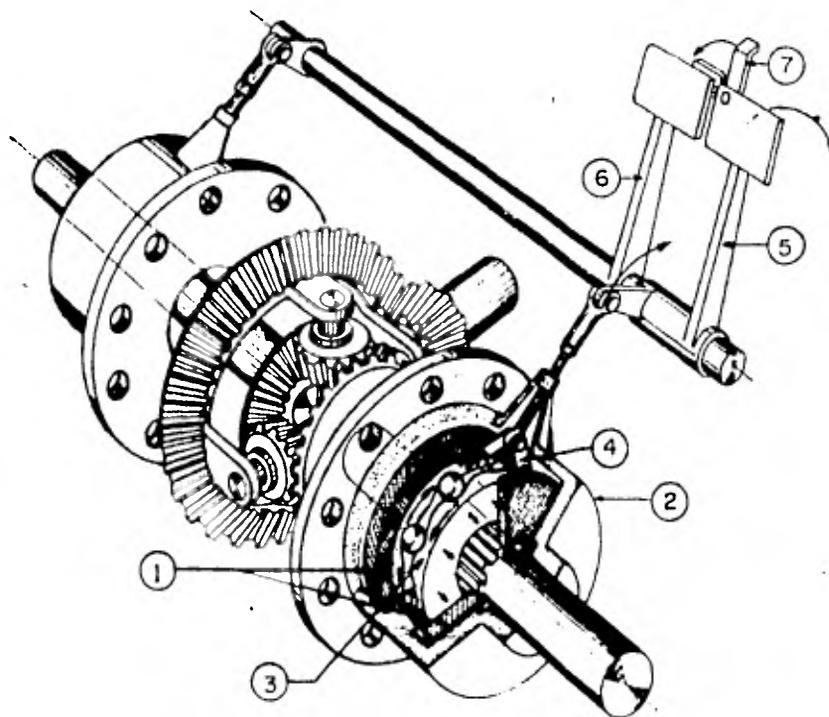


Fig. 11-10 Freno del diferencial.

5) Pedal de control del freno derecho.

6) Pedal de control del freno izquierdo.

7) Aditamento de acople de los dos frenos.

Los mandos finales.- En la figura 11-9 se encuentra un sistema de mandos finales que consiste en dos engranajes rectos. Esta construcción da una apreciable luz sobre el terreno. Tractores con grandes ruedas traseras no necesitan esta construcción y a menudo están equipados con mandos finales planetarios.

En la figura 11-11 podemos apreciar:

- 1) Corona del mecanismo planetario, rígidamente conectada al chasis del tractor.
- 2) Semi-eje con el engranaje central del mecanismo planetario que manda al sistema.
- 3) Eje de la rueda.
- 4) Soporte montado sobre el eje de la rueda.
- 5) Engranajes planetarios o satélites montados sobre ejes del soporte.

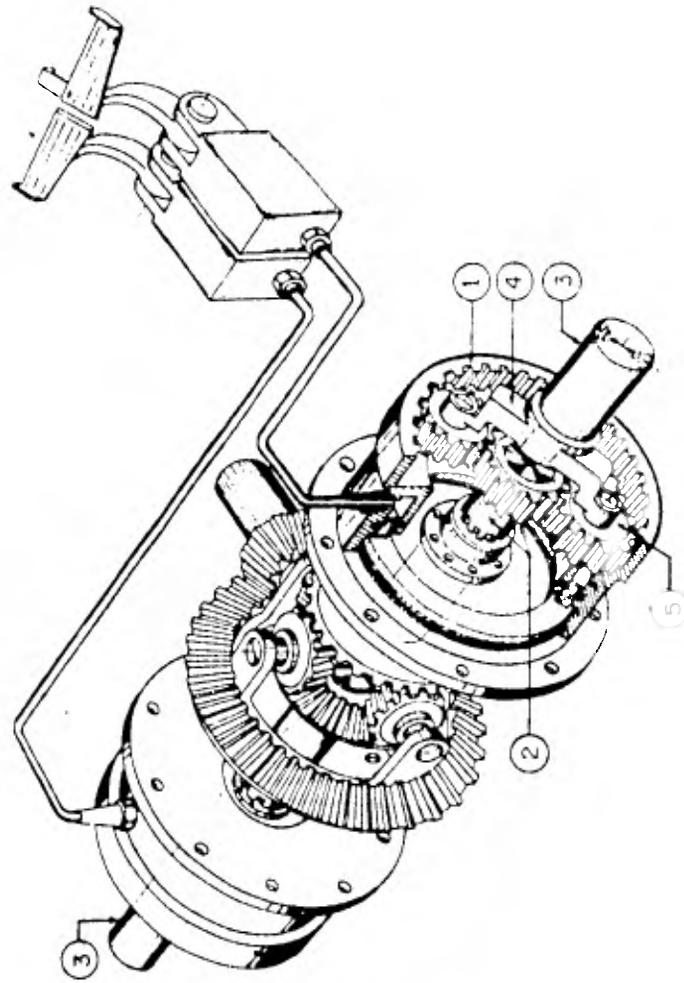


Fig. 11-11 Los mandos finales.

Ruedas.

Las ruedas comprenden el sistema de rodadura de los tractores, que cumple las siguientes funciones:

- Soportar al tractor
- Darle propulsión al tractor mismo.
- Hacer posible la dirección del tractor.
- Desarrollar tracción a la barra de tiro.

Eje delantero y mecanismo de dirección.- El eje delantero está conectado al chasis del tractor por medio de un pivote central. De esta manera permite a las ruedas delanteras seguir las irregularidades de la superficie del campo.

Se muestra en la figura 11-12 lo siguiente:

- 1) Parte central del eje delantero, con su pivote central montado al chasis del tractor.
- 2) Partes ajustables del eje delantero que llevan las ruedas. Son montadas al eje central por medio de pernos y tuercas.
- 3) Las ruedas delanteras extendidas para mayor trocha.
- 4) Pivotes que permiten el giro de las ruedas.
- 5) Brazos de acoplamiento de los pivotes con la barra de la dirección.

6) Barra de dirección, ajustable en su longitud para diferentes trochas.

7) Palanca de ataque para girar las ruedas.

8) Biela de dirección entre el mecanismo del volante y la palanca de ataque.

9) Al dar la vuelta, la rueda interior debe describir un círculo más angosto, lo cual se obtiene por la posición de los pivotes que son dirigidos hacia el centro del eje posterior del tractor.

10) Convergencia de las ruedas delanteras. Al avanzar las ruedas posteriores empujan a las ruedas delanteras hacia adelante. Por esto, las ruedas delanteras se encuentran bajo una fuerza de resistencia a la rodadura. Debido a esto, deben ser ajustadas de manera que la distancia entre los bordes de la parte delantera de las ruedas sea un poco menor que la distancia entre los bordes de la parte posterior de ellas. Este ajuste se denomina el ajuste de la convergencia.

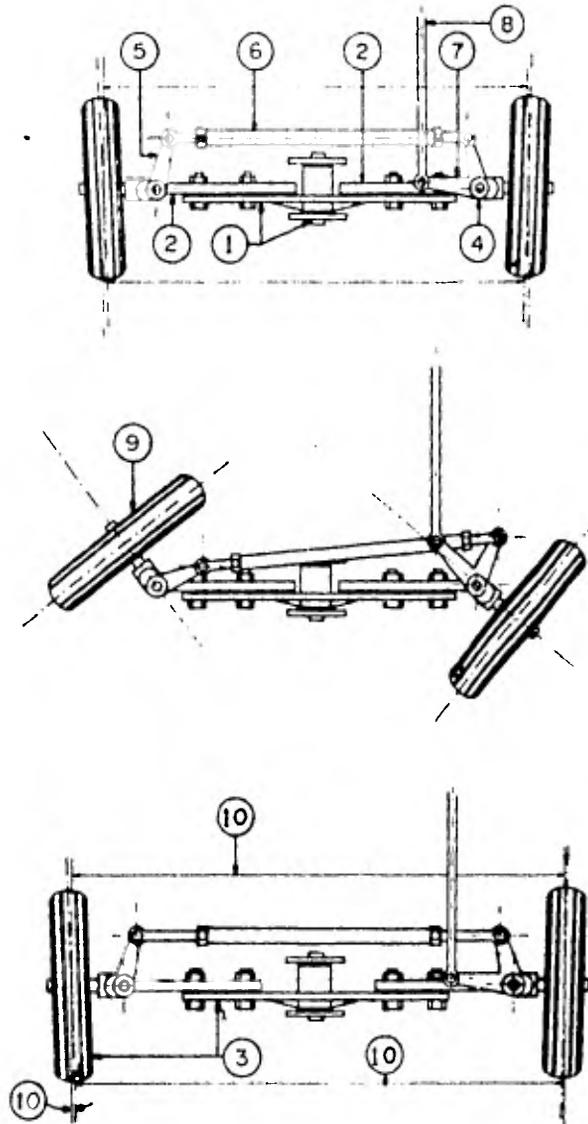


Fig. 11-12 Eje delantero y mecanismo de dirección.

Sistema hidráulico.

Los tractores agrícolas están equipados con un sistema -- hidráulico con el cual se puede usar la energía mecánica del motor en diferentes lugares sin necesidad de transmisiones --- mecánicas. La energía se transfiere hasta estos lugares por medio de un flujo de aceite bajo alta presión.

Sistema abierto y sistema cerrado.- En caso que el sistema - cumpla una sola función, por ejemplo, el levante de implemen-- tos montados, la bomba es de tipo abierto. Pero si debe cum-- plir diferentes funciones es de tipo cerrado.

En la figura 11-13 se aprecian las principales partes y - posiciones de esta bomba:

- 1) Depósito de aceite.
- 2) Bomba de engranajes, adecuado para sistemas abiertos.
- 3) Válvula de control para sistemas abiertos.
- 4) Línea de presión y retorno.
- 5) Cilindro hidráulico.
- 6) Línea de retorno y presión.
- 7) Válvula de control en la posición de bajada de la carga.

Nótese el flujo de aceite.

8) Válvula de control en la posición fija. El pistón del ci-- lindro con la carga no se mueve siendo que el aceite en el cir-- cuito del cilindro queda atrapado. La bomba continúa bombean-

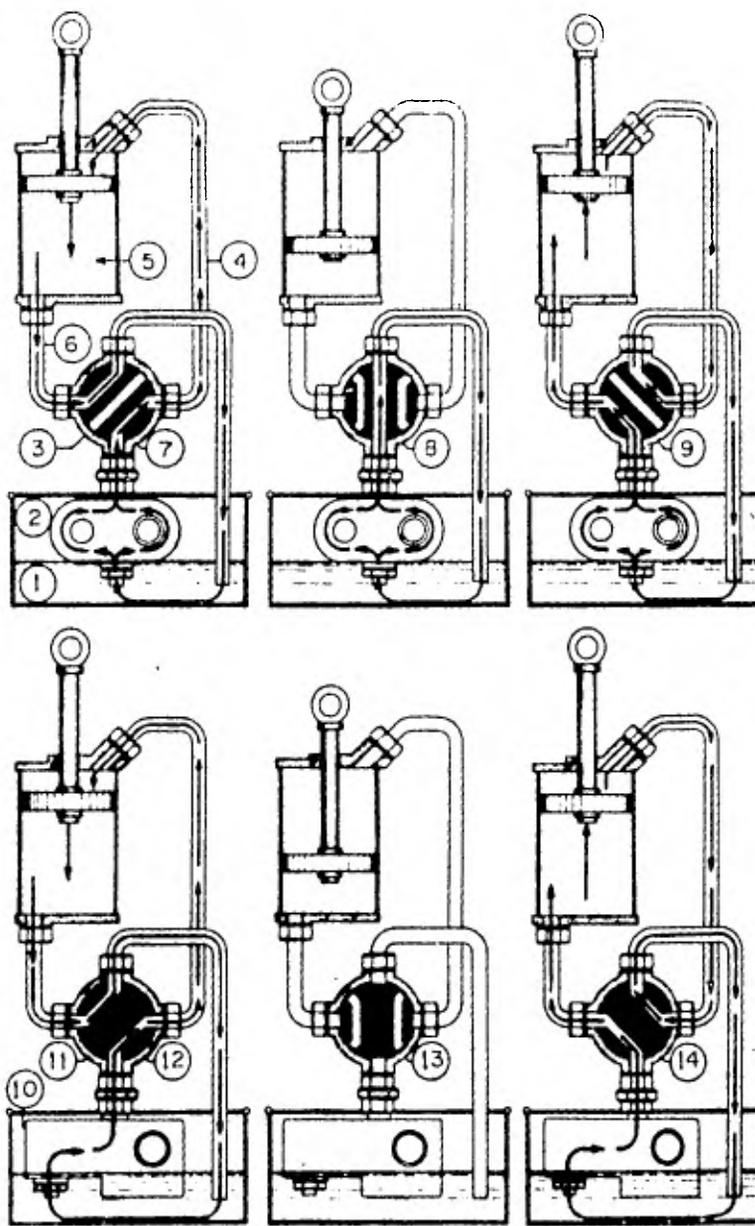


Fig. 11-13 Sistema abierto y sistema cerrado.

do el aceite sin efectuar trabajo.

9) Válvula de control en la posición de levante de la carga. Se ha invertido el sentido de flujo de aceite en el circuito - del cilindro.

10) Bomba de pistón, adecuado para sistemas cerrados.

11) Válvula de control para sistemas cerrados. Nótese que no tiene un canal central.

12) Válvula de control en la posición de bajada.

13) Válvula de control en la posición fija. En esta posición la bomba no puede circular aceite. Su construcción incluye un dispositivo que permite parar el flujo cuando no se le necesita.

14) Válvula de control en la posición de levante de la carga. Al abrir la válvula, la bomba comienza nuevamente a circular - el aceite.

El sistema cerrado permite la conexión de varios cilindros hidráulicos, porque al cerrar una de las válvulas en posición fija, se puede abrir otra. El sistema bierto no lo permite porque la válvula sólo cierra el circuito del cilindro, pero no el de la bomba. La bomba del sistema cerrado es, sin embargo, de una construcción más complicada.

Depósito de aceite.- El depósito de aceite se muestra en la figura 11-14 y consta de los siguientes elementos:

- 1) El tanque de aceite.
- 2) El tapón de llenado.
- 3) Orificio de respiración.
- 4) El tapón de vaciado o drenaje.
- 5) Indicador del nivel de aceite. El tanque debe ser llenado hasta la marca.
- 6) Pantalla de separación. Sirve para evitar que se mezcle directamente el aceite de retorno con el aceite que aspira la - bomba. La separación da tiempo a que se sedimenten las impurezas.
- 7) Filtro de malla de la boca de aspiración.
- 8) Línea de succión hacia la bomba
- 9) Conexión a la entrada de la bomba.
- 10) Tubería de retorno de aceite.

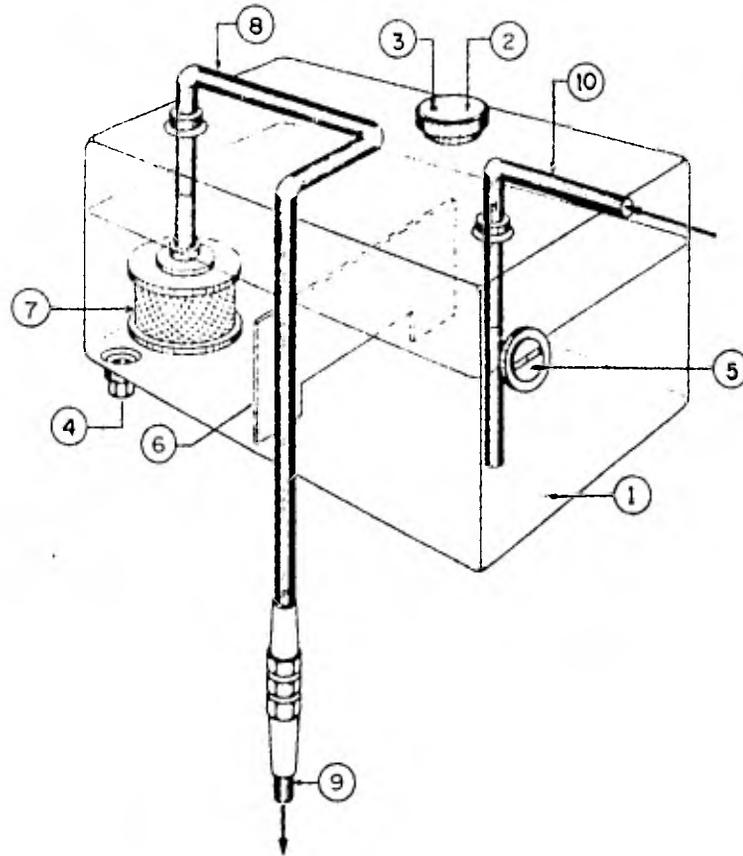


Fig. 11-14 Depósito de aceite.

Bomba de engranajes internos.- Consta de dos engranajes. Uno gira en el otro. En el espacio que hay entre los dos se encuentra un separador, tal y como se aprecia en la figura 11-15.

- 1) Al girar, el engranaje recto se separa de la corona y se succiona el aceite a través de la entrada en la cámara de succión de la bomba.
- 2) El separador.
- 3) El aceite se lleva en los espacios entre los dientes del engranaje y de la corona, a ambos lados del separador hacia la cámara de compresión de la bomba.
- 4) Luego los engranajes se engranan y empujan el aceite hacia afuera por la salida.

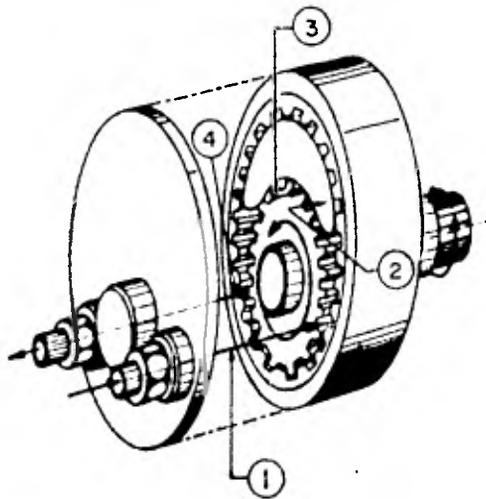


Fig. 11-15 Bomba de engranaje interno.

Bomba de engranajes externos.- Consta de dos engranajes similares. El principio de funcionamiento es igual al de la bomba de engranajes internos. En la figura 11-16 se puede apreciar lo siguiente de acuerdo a la numeración:

- 5) Cámara de succión en donde entra el aceite.
- 6) Entre los dientes de los engranajes se desplaza el aceite de la cámara de succión hacia el otro lado, entrando en la cámara de compresión.
- 7) Cámara de compresión. Cuando los dientes se engranan, el aceite está empujado hacia afuera por la salida de la bomba.

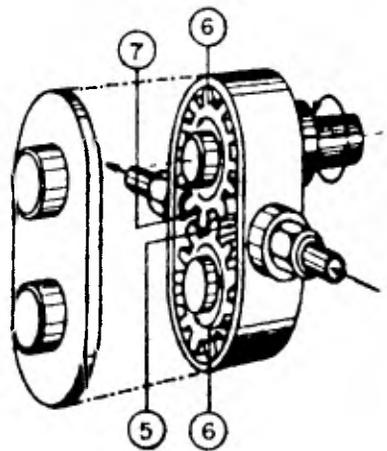


Fig. 11-16 Bomba de engranajes externos.

Válvulas de presión.- Son la válvula de seguridad o sobrecarga, y la válvula de descarga automática.

La válvula de sobrecarga va montada en la línea de alta presión de la bomba. Sirve para evitar sobre presión en el sistema.

- 1) Normalmente cerrada. (Ver figura 11-17)
- 2) En caso de que la presión sobrepase su límite, la válvula se abre contra la fuerza del resorte y el aceite retorna al depósito.

La válvula de descarga automática está igualmente montada en la línea de alta presión de la bomba. Sirve para conectar la salida de la bomba con la línea de retorno en caso que las válvulas de control estén cerradas y para conectar la bomba con la línea de consumidores al momento que el operador abra una o más de las válvulas de control.

- 3) Posición de la válvula cuando una o más de las válvulas de control están abiertas.
- 4) Cuando se cierran las válvulas de control, la presión aumenta, y el conjunto de dos émbolos está empujado hacia arriba.

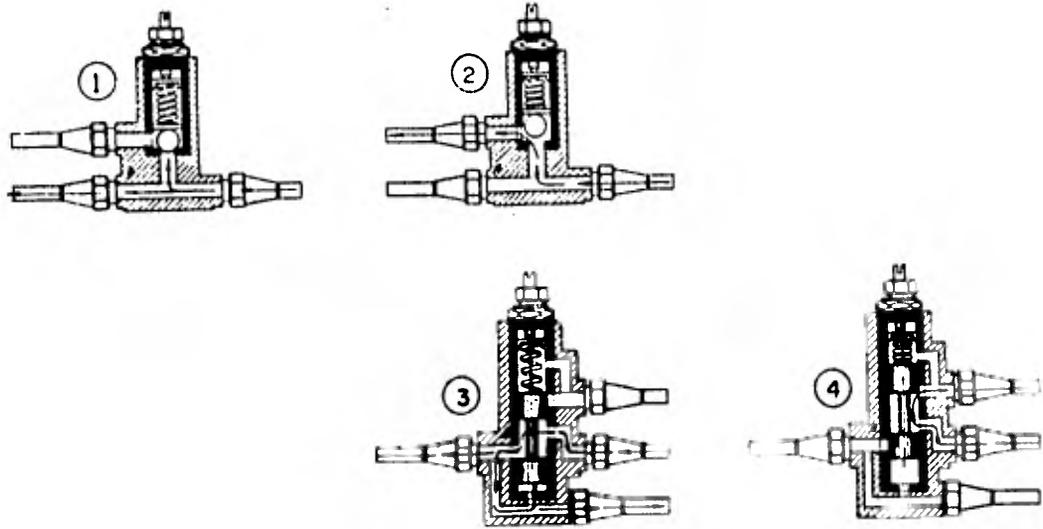


Fig. 11- Válvulas de presión.

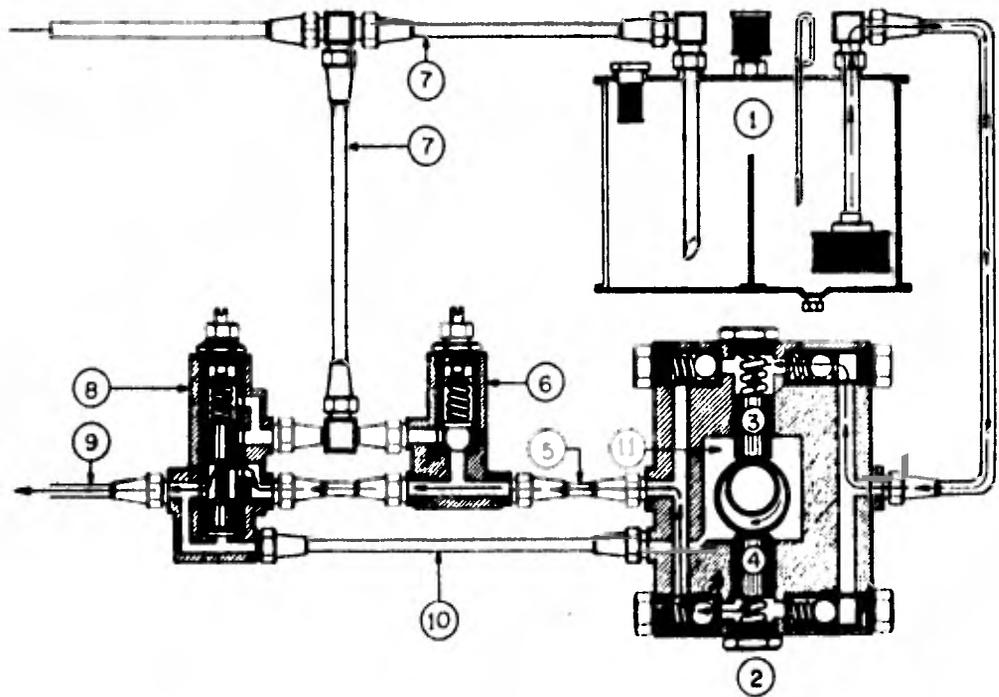


Fig. 11-18 Conjunto de bomba y válvulas de presión.

El conjunto de bomba y válvula de presión.- El conjunto tiene la siguiente construcción. (Figura 11-18)

- 1) El depósito de aceite hidráulico.
- 2) La bomba de pistones. En este caso se dibujan sólo dos pistones.
- 3) Este pistón está en su carrera de admisión, succionando aceite a través de la válvula de admisión.
- 4) El otro pistón está empujando el aceite a través de la válvula de salida.
- 5) Línea de salida, o línea de alta presión.
- 6) La válvula de sobrecarga.
- 7) La línea de retorno al depósito.
- 8) La válvula de descarga automática.
- 9) La línea hacia las válvulas de control y los consumidores (Cilindros hidráulicos).
- 10) La línea de conexión entre la línea de consumidores y la cámara de la leva de la bomba.

Cilindros hidráulicos.- Existen cilindros de simple acción, cilindros de doble acción y cilindros de doble acción con control de posición.

Los cilindros de simple acción actúan en una sólo dirección. Vuelven a su posición original bajo el peso de la carga movida.

- 1) El cilindro. (Ver figura 11-19)
- 2) El pistón con su biela.
- 3) La conexión a la línea de la válvula de control.

Los cilindros de doble acción actúan en ambas direcciones.

- 4) Las conexiones de las dos líneas de la válvula de control.
(Fig. 11-19)
- 5) Placa de control de posición, que se puede ajustar a lo largo de la biela para elegir la posición deseada.
- 6) Válvula de control de posición.

Válvulas de control de los cilindros hidráulicos.- Cada tipo de cilindro requiere su propia válvula de control manual. La válvula de control de cilindro de simple acción en la figura 11-20 se ve en los números 1, 2 y 3.

La válvula de control de cilindros de doble acción son los números 4, 5 y 6.

La válvula de control de cilindro de doble acción en los números 7, 8, 9 y 10.

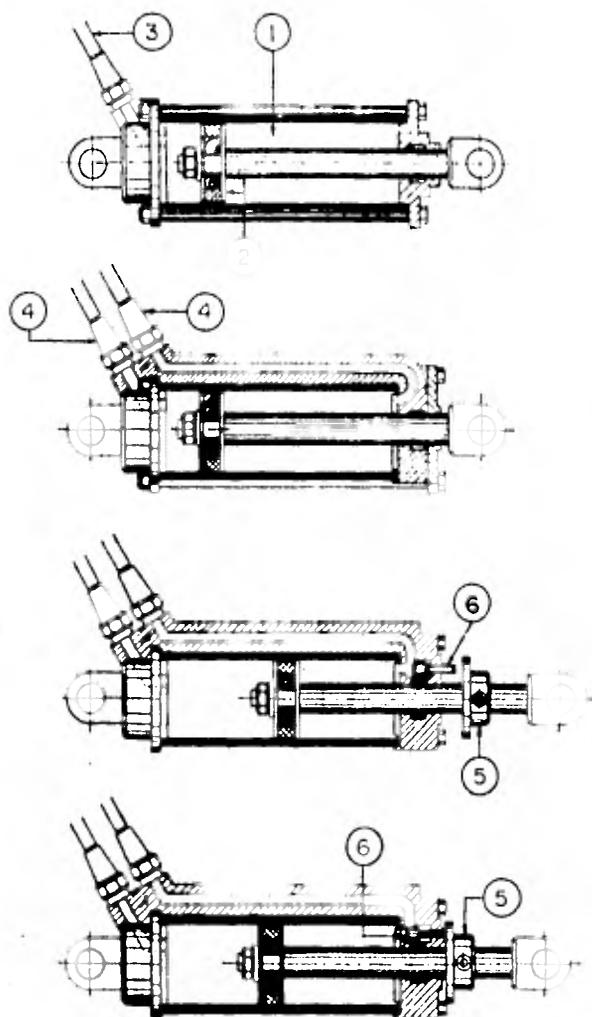


Fig. 11-19 Cilindros hidráulicos.

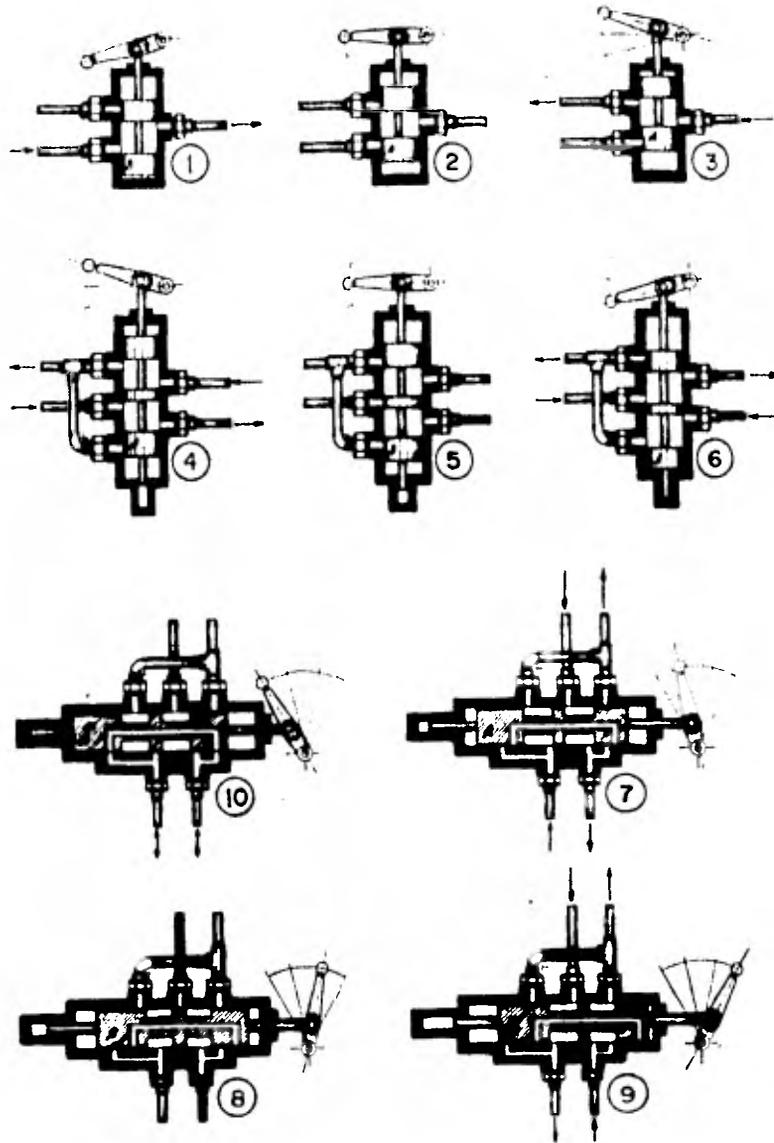


Fig. 11-20 Válvulas de control de los cilindros hidráulicos.

El sistema hidráulico en su conjunto.- Numeración que corresponde a la figura 11-21:

- 1) Depósito de aceite.
- 2) Línea de alimentación o succión de la bomba.
- 3) Bomba de pistones de caudal variable.
- 4) Válvula de sobrecarga.
- 5) Válvula de descarga automática.
- 7) Línea de alta presión de la bomba.
- 6) Línea de presión para parar el funcionamiento de la bomba.
- 8) Líneas de retorno de aceite hacia el depósito.
- 9) Válvula de control del cilindro de simple acción. Está en un sistema con control automático de profundidad de equipo de montaje al tractor en el enganche en tres puntos.
- 10) Válvula de control del cilindro de doble acción.
- 11) Válvula de control del cilindro de simple acción.
- 12) Válvula de control de un cilindro de doble acción, con posición flotante.
- 13) Cilindro de doble acción, de control remoto, con dispositivo para ajustar la longitud de la carrera.
- 14) Conexión para frenos hidráulicos.
- 15) Conexión para la dirección hidráulica.
- 16) Conexión para otros accesorios hidráulicos.

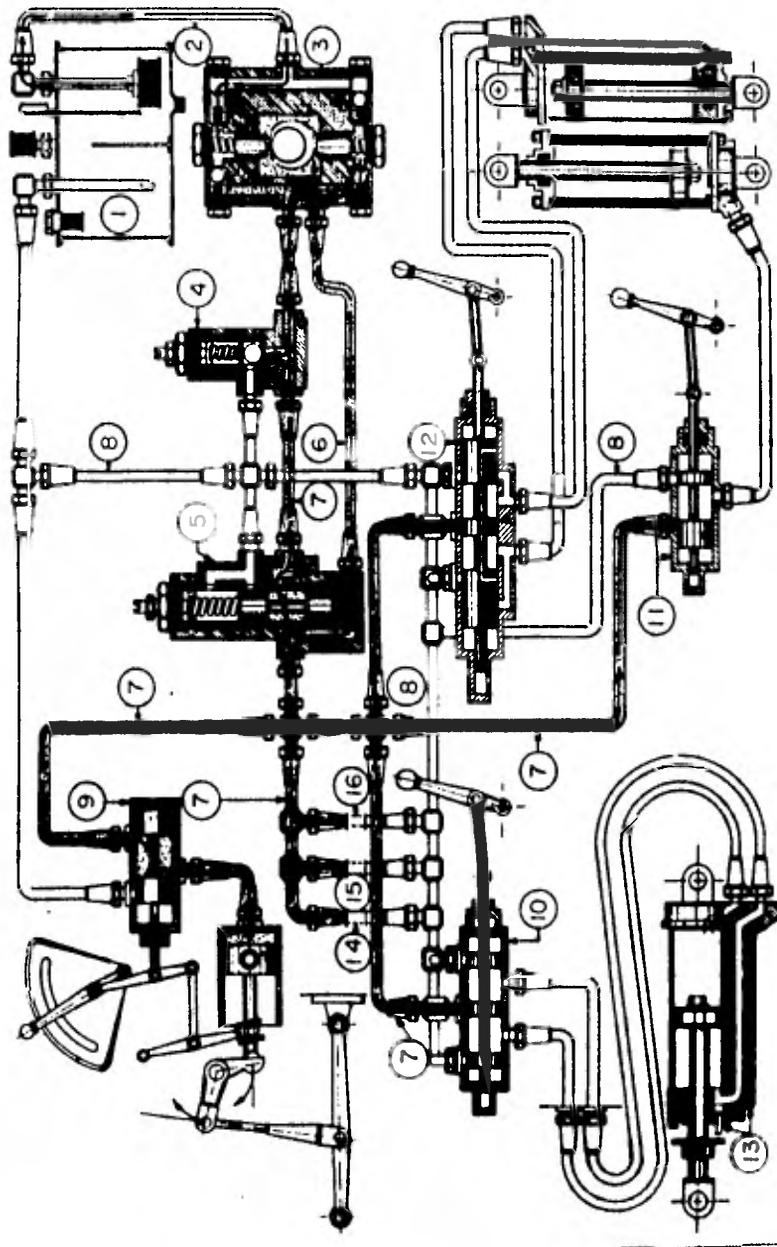


Fig. 11-21 Sistema hidráulico en su conjunto.

ACOPLAMIENTO ENTRE TRACTOR Y EQUIPO

El tractor agrícola se usa principalmente para jalar y empujar equipos agrícolas. Al respecto es importante un eficiente sistema de acoplamiento. Sin embargo, cualquiera que sea el sistema de acoplamiento, es importante que se pueda realizar rápidamente, de manera segura, sin afectar la dirección del tractor y asimismo pueda desarrollar una fuerza máxima de tracción bajo las condiciones existentes.

Barras de tiro y ganchos.

Existe gran variedad de barras de tiro y de ganchos. Entre las más importantes se encuentran las siguientes que se muestran en la figura 11-22:

- 1) Barra de tiro tipo standard.- Son barras fijas, perforadas en uno de cuyos huecos se coloca un perno que sirve para unir el tractor con el tiro del implemento.
- 2) Barra de tiro oscilante.- Estas tienen un movimiento libre de oscilación lateral a lo largo de un brazo guía. La barra es conectada en un punto por debajo del chasis, delante del eje posterior.
- 3) Ganchos de tiro.- Son montados al chasis en su parte posterior. En general pueden ser ajustados verticalmente.

4) **Ganchos de empuje.**- Son montados en la parte delantera del chasis. Sirven para empujar remolques.

5) **Enganche en tres puntos.**- Es usado para el enganche de los llamados implementos integrales o de montaje al tractor. El sistema consiste de dos barras de acople inferiores y de una barra de acople superior. Las barras inferiores pueden ser movidas verticalmente mediante las dos barras de levante conectadas con los brazos del sistema hidráulico del tractor.

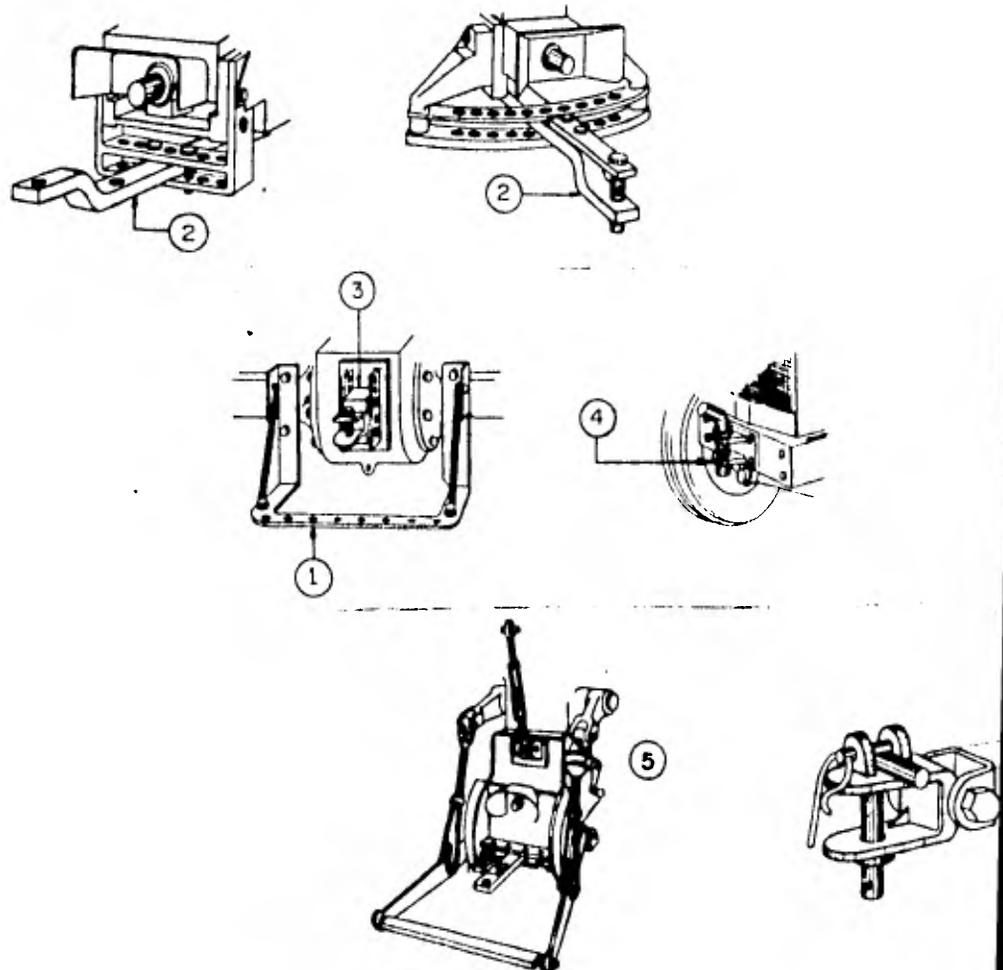


Fig. 11-22 Barras de tiro y ganchos; 1, tipo standard. 2, oscilante. 3, gancho de tiro. 4, gancho de empuje. 5, enganche en tres puntos.

Sistema de enganche con control hidráulico.

Este sistema comprende el enganche en tres puntos y un mecanismo hidráulico para controlarlo. Ver figura 11-23.

- 1) Barras de acople inferiores.
- 2) Barra de acople superior, ajustable en su longitud para nivelar la máquina longitudinalmente.
- 3) Barras de levante. La barra derecha está provista de un mecanismo para el ajuste rápido de su longitud. Sirve para nivelar la máquina transversalmente.
- 4) Líneas de alta presión y retorno del sistema hidráulico,
- 5) Válvula de control del sistema hidráulico.
- 6) Palanca de control manual.
- 7) Cilindro hidráulico que controla la posición de los brazos de levante.
- 8) Brazos de levante.
- 9) Mecanismo de control de la posición.
- 10) Mecanismo de control de tiro o profundidad.
- 11) Palanca para seleccionar control de posición, de profundidad, o la combinación de ellas.

El sistema está controlado por medio del sistema hidráulico, para el levante, la bajada, control automático de posición y control automático de la profundidad de trabajo y control a

mático combinado de posición y de profundidad.

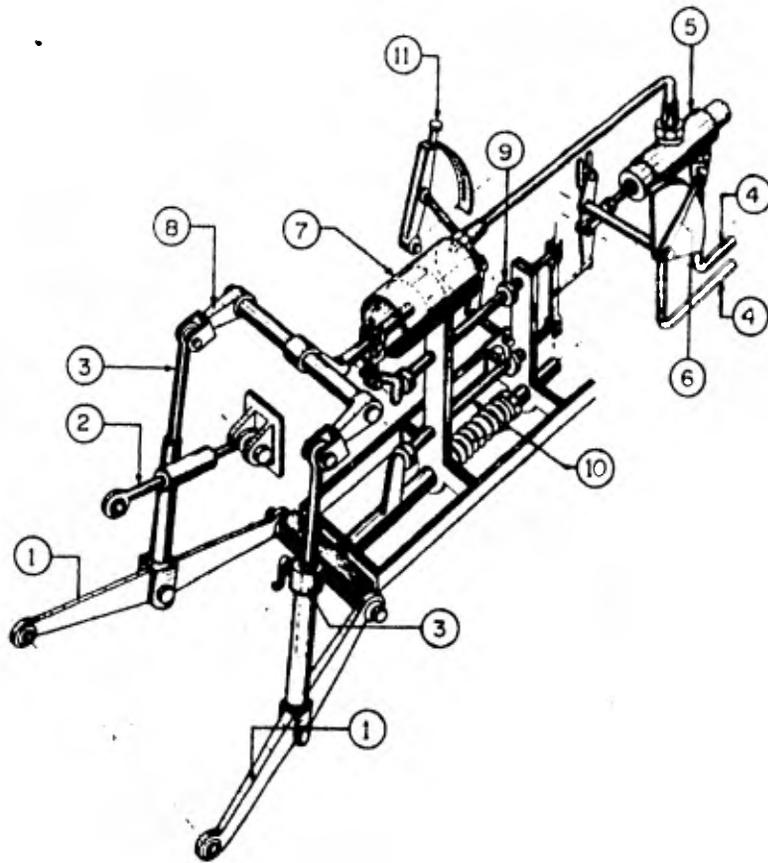


Fig. 11-23 Sistema de enganche con control hidráulico.

MANDO DE MAQUINAS POR EL TRACTOR

El tractor agrícola está equipado con una polea y un eje de toma de fuerza para dar mando a mecanismos de maquinaria agrícola.

La polea sirve para accionar mecanismos de máquinas estacionarias, tales como bombas de riego, molinos y trilladoras.

La transmisión de potencia del tractor hacia la máquina se efectúa en este caso por medio de una correa plana que va sobre la polea del tractor y la máquina.

La transmisión o mando por la toma de fuerza es empleada para dar movimiento a los mecanismos de máquina que son jalados por el mismo tractor.

Mando por la polea del tractor.

La construcción de la polea y su mando por el eje del embrague son como sigue:

- 1) Mando por el eje de embrague. (Fig. 11-24)
- 2) Par de engranajes cónicos.
- 3) Acoplamiento de estrías.

4) La polea. Su cara es ligeramente curvada para mantener la correa plana en el centro.

Mando por la toma de fuerza.

La toma de fuerza es estandarizada en lo que se refiere a su diámetro y a su velocidad de rotación. En la figura 11-24 se muestra lo siguiente:

- 5) Eje primario entre el embrague y la caja de cambios.
- 6) Eje intermediario de la caja de cambios.
- 7) Eje secundario de la caja de cambios que da mando al diferencial y los mandos finales.
- 8) Eje de mando de la toma de fuerza. En el caso de un embrague de doble acción, el mando se efectúa en forma separada del eje primario de la caja de cambios.
- 9) Engranajes de mando del eje de la toma de fuerza.
- 10) Eje de la toma de fuerza.
- 11) Terminal del eje de toma de fuerza, ubicado debajo del tractor, en su centro.
- 12) Terminal del eje de toma de fuerza, ubicado en la parte posterior del tractor.

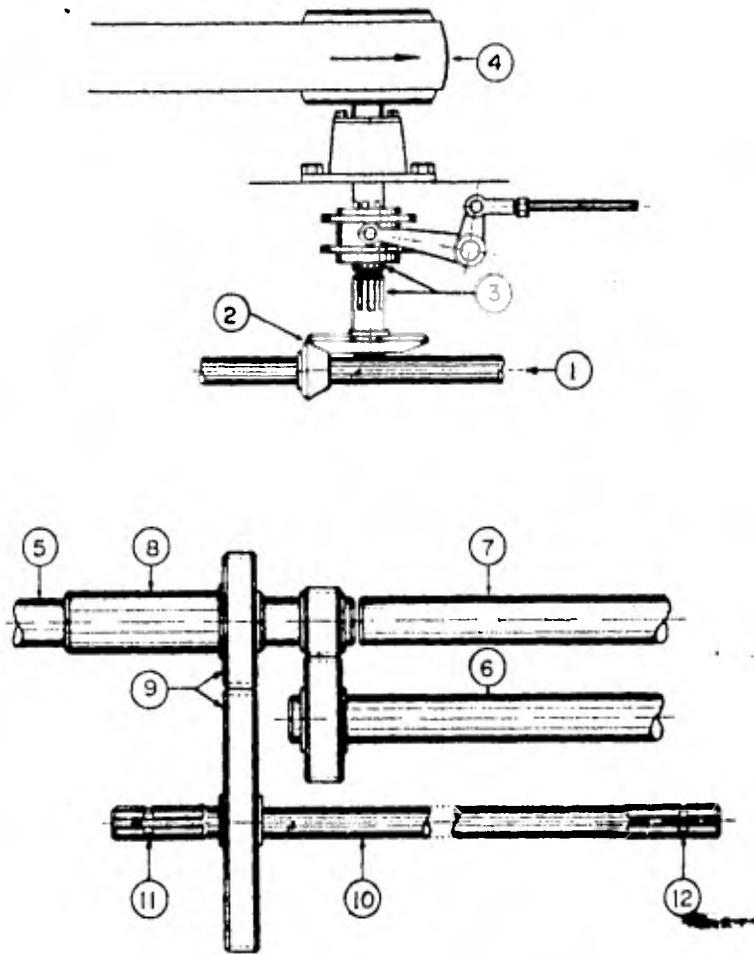


Fig. 11-24 Mando por la polea del tractor y por la toma de fuerza.

C A P I T U L O X I I

CONSECUENCIAS SOCIOECONOMICAS DEL USO DE LA MAQUINARIA AGRICOLA

El desarrollo económico del país, con su correspondiente proceso de urbanización y modificación de los hábitos alimenticios, tanto en el sector urbano como en el rural, impone la necesidad de una mayor producción de bienes alimenticios con algún tipo de procesamientos. Estas tendencias se reflejan en - que la producción agropecuaria directa (producción de la tierra) es un eslabón cada vez más pequeño en términos de participación en el valor agregado del producto final de consumo y está sometido cada vez más al desarrollo agro-industrial. Todo esto tiende a producir cambios y diferentes tipos de relaciones, tanto a nivel de las unidades económicas del campo, así - como una creciente diferenciación social en la población rural.

Los efectos de este fenómeno hacen percibir a los productores agrícolas que para cumplir su función económica y retener una parte importante del excedente, no basta poseer o usufructar la tierra; es necesario, además, organizarse y organizar diferentes funciones y factores económicos como insumos, - almacenajes, transformaciones, comercialización, investigación

y desarrollo.

Aprender y responder a los requerimientos de esta realidad es básico para solucionar los problemas agrícolas. Esta tendencia a la interacción creciente adquiere una connotación especial en el caso de la producción de alimentos, debido a dos razones fundamentales;

- a) el carácter limitado e irreproducible del factor de producción tierra;
- b) las características de los insumos agropecuarios son diferentes de otros insumos que utilizan la industria; son de estación y variables.

El Estado, a través de sus numerosas instituciones, responsables de promover, coordinar, apoyar e intervenir directamente en la producción de alimentos, ha tenido una participación muy diferente en las distintas fases del proceso de producción de alimentos (insumos, producción agropecuaria, transformación y comercialización).

Así, por ejemplo, su política ha tenido una incidencia mayor en la fase de producción agropecuaria que en la de transformación de ésta; ello no obstante que los organismos públicos con incidencia en los sistemas agropecuarios son mayoritariamente de tipo crédito-financiero, y además, de que son muy pocos los que intervienen en la fase de producción estrictamen

te agropecuaria.

En cuanto a la acción del Estado, en el interior de cada fase, su preocupación o política ha tenido diferente peso relativo. Tal es el caso de la producción de bienes de capital en donde tiene mucha mayor incidencia la orientación y participación en la industria productora de maquinaria para industria procesadora.

Igualmente se presenta que la economía directa del Estado es muy diferente y de variable importancia, según los sistemas agroindustriales. Se tiene, por ejemplo, que el Estado participa con 27 instituciones en los cereales, siguiéndole las oleaginosas donde actúan 23, el azúcar con 22; la carne con 15, mientras que el sistema alimentos balanceados sólo intervienen 7 organismos.

La carencia de una visión global del proceso de producción de insumos intermedios y productos de consumo final de origen agropecuario por parte del Estado, ha impedido a éste orientar y delimitar su campo, así como ubicar su apoyo y acciones en las fases o agentes que le permitan mayor efectividad.

Reordenar en este marco la política agroindustrial su

delimitar dentro de la estrategia diseñada las áreas prioritarias donde el Estado deba actuar. En primer cuadro estaría el fenómeno o los sistemas que forman el cuadro básico para la autosuficiencia en alimentos; granos, oleaginosas, leche y carne. Los canales desarrollados por la Conasupo para este fin son el instrumento operativo de penetración que en muy corto plazo pueden extenderse y reforzarse.

El desarrollo de la industria de bienes de capital incide directamente en encontrar la posibilidad de una integración agroindustrial por la vía de la fabricación de maquinaria e implementos agrícolas y equipo para el procesamiento agroindustrial.

La forma de desarrollo económico adoptado por México ha contribuido en los últimos decenios a asignar mayor prioridad al fortalecimiento de las ramas industriales, estrechamente vinculadas al consumo final; de esta manera la industria metal mecánica que en 1950 representaba un 10% de la producción manufacturera, para 1974 alcanza una participación cercana al 20%.

Existe una infraestructura relativamente adecuada y posibilidades para ampliar la fabricación de bienes de capital en determinadas rubros, cuya selección derivará de la consideración de políticas externas e internas.

Dentro de este marco de referencia destaca la ponderación

que tiene el equipo de transporte en el valor bruto de la producción metalmeccánica (35.4), la fabricación de productos metálicos tiene su importancia dentro del sector con 31.7% del valor bruto. El tercer rubro en importancia concierne a la fabricación de maquinaria y equipo eléctrico con 20.8 del valor bruto. Finalmente la rama menos desarrollada de los bienes de capital es la fabricación de maquinaria y equipo no eléctrico, cuyo valor representa el 12% del total de la industria metalmeccánica.

La demanda interna de tractores se estima en algo más de 100 mil durante el periodo de 1977-1982.

En 1970 existían en el país 74 empresas dedicadas a la producción de maquinaria agrícola. De ellas sólo 5 ocupaban más de 200 personas, 4 tenían una producción de más de 35 millones de pesos, había 6 empresas grandes (4 productoras de tractores y 2 de implementos) y 18 empresas medianas que producían sólo implementos agrícolas. Las restantes eran definitivamente pequeñas.

En cuanto al grado de integración nacional de los tractores, la ley establece un mínimo de 60% según datos de las empresas, alcanzan un grado de integración que va del 60.2% al 67%.

La situación de los fabricantes de implementos agrícolas es diferente; aumenta en la medida en que crece la industria de tractores y esto les permite menor desperdicio de capacidad instalada y en virtud del mayor grado de intercambiabilidad del implemento, la variedad de modelos es algo menor por tipo de implementos. De la gama de implementos el 77% de la producción se concentra en 4 tipos: arados, rastras, sembradoras cultivadoras.

Dada la estrecha correlación entre la fabricación de tractores e implementos, ésta ha alcanzado recientemente un aumento del 15% en las últimas décadas y se ha reducido las importaciones alrededor del 20% de la demanda interna. Por el contrario, en el caso de las cosechadoras la totalidad son importaciones.

Si bien la fabricación de maquinaria agrícola se ha desarrollado favorablemente, falta mucho para alcanzar la situación que prevalece en otros países de similar desarrollo, que han alcanzado niveles de mecanización más elevados.

De acuerdo a cálculos realizados por Nacional Financiera se espera que para la década 1978-1987 la demanda total de maquinaria y equipo sea alrededor de los 940 mil millones de pesos. Dentro de esta cifra sobresale básicamente dos sectores.

que son: la procedente de Petróleos Mexicanos, alrededor del 20%; y la procedente de la generación de corriente eléctrica, por parte de CFE, con cerca del 17%. Con menor demanda están los siguientes sectores: agricultura, 13.6%; industria alimenticia, 6.4%; minería, 9.1%; construcción, 8.7%; telecomunicaciones, 7.7%. Conjuntamente agricultura e industria alimenticia, representan el 20%, cantidad que se asemeja prácticamente a la esperada por Petróleos Mexicanos.

Si se considera que la oferta global de maquinaria agrícola y agroindustrial fue en 1977 alrededor de 1000 millones de pesos y que serán promedio anual de 18,780 millones para los próximos años, es posible darse cuenta de la magnitud del esfuerzo que es necesario para atender la demanda futura.

Con respecto a esta afirmación cabe hacer dos consideraciones fundamentales; en primer término se trata de una demanda futura conforme al análisis que sobre el sector realizó la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos; de esta manera el crecimiento se sitúa entre un 4.5% y un 5% de promedio anual y se mejoran apreciablemente los niveles de mecanización al pasar de 238 en 1970 a 100 hectáreas por tractor. La otra consideración se deriva de situaciones muy diversas en cuanto a la utilización de la capacidad ociosa prevaeciente en las empresas dedicadas a producir maquinarias e implementos agrícolas. Con base en estas consideraciones se puede medir en términos

minos gruesos la magnitud de los esfuerzos a efectuar para frentar la demanda de tractores ligeros y medianos, que ser alrededor de 46 000 unidades. Desde el punto de vista de ducción de implementos agrícolas, la demanda esperada para será de 184 000 unidades, mientras que la manufactura actual alcanza completa utilización de la capacidad, alrededor de 56 000 unidades.

En México no se hace gran uso de la mano de obra, aunque una fracción muy grande de la fuerza laboral está asignada notablemente a las actividades de la agricultura, donde una porción importante de esta población llamada activa, no trabaja en absoluto.

La esperanza de incrementar la producción sólo puede hallarse en el cultivo más intensivo, mediante el uso de una tecnología avanzada y mecanizada.

Cuando los países pobres se quejan de que no reciben los más avanzados tecnología suficiente para salir del subrollo, soslaya la cuestión medular, pues en la producción ciertos bienes, lo conveniente sería que a partir de algún momento no recibieran ninguna tecnología, sino que la desarrollaran ellos mismos poniendo en juego su propio plantel técnico y usando los conocimientos científicos y tecnológicos de circulación. Esa sería la diferencia entre simple industrialización y el verdadero desarrollo.

Algunos diseñadores y tecnólogos muy creativos se muestran muy renuentes a hacer la parte que les corresponde en el arribo que del desarrollo, quizás porque temen que se les acuse de ser poco originales o por saber que esos diseños no impresionarán a los colegas extranjeros.

Los funcionarios gubernamentales no toman medidas concretas para promover la acción, quizás porque temen no contar con la infraestructura tecnológica necesaria o porque dudan de la capacidad organizadora de la industria o del propio gobierno. Los industriales se abstienen porque desconocen el terreno, en caso de encaminarse en esa dirección saben que la generación o adaptación de tecnología aún de tipo relativamente modesto entraña riesgos como los problemas de desarrollo, producción, conquista de mercados, requiriendo esfuerzo, organización, recursos y tiempo.

Hay que considerar que en México se cuenta con lo siguiente: en el aspecto económico hay infraestructura, mercado, recursos naturales, energéticos y comienza a haber capital; en el aspecto técnico y organizacional hay un número no despreciable de obreros calificados, técnicos e ingenieros, tanto actuantes como en formación; hay industria siderúrgica, grandes y pequeñas instalaciones metalmeccánicas y talleres de reparación; hay empresarios y administradores probados, hay gente con habilidad

financiera; en el aspecto de recursos científicos y tecnológicos, se cuenta con un sistema educativo de base amplísima de hay niveles universitarios, tecnológicos y centros de investigación.

Ante los datos de las Tablas I y II cabe comentar que la ingeniería mecánica de México carece de tradición y experiencia creativa, no hay razones objetivas para dudar de que ya está en condiciones de emprender en los renglones como el de la maquinaria agrícola proyectos serios que eviten pagar regalías onerosas por diseños que podían ser propios.

INSTITUCION	ACTIVIDADES PRINCIPALES	EQUIPO DISEÑADO O EN PROCESO
CENETI México, D.F.	Fabricación y prueba de prototipos; diseño.	•Motores •Descaradora de arroz
FACULTAD DE ARQUITECTURA UNAM México, D.F.	Diseño geométrico industrial.	
FACULTAD DE INGENIERIA (Univer- sidad Autónoma de Guanajuato) Salamanca, Gto.	Diseño y prueba de prototipos.	•Motocultor
INFOTEC (Servicio de Informa- ción Técnica del CONACYT) México, D.F.	Búsqueda y análisis de infor- mación tecnológica.	
INSTITUTO DE INGENIERIA UNAM México, D.F.	Investigación; diseño, prueba y desarrollo de prototipos; fabricación de piezas de prototipos.	•Tractor agrícola de bajo costo •Vehículos rurales •Motor rotatorio •Sistemas de transmisión •Rantera rotatoria •Desgranadora •Secadores de grano
INSTITUTO TECNOLOGICO DE MON- TERREY Monterrey, N.L.	Diseño, prueba y desarrollo de prototipos. Investigación.	•Sistemas de riego por goteo
UNAM-IZTAPALAPA México, D.F.	Investigación; diseño.	•Trapiche •Procesos para alimentos ganaderos
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHAPIN- GO Texcoco, Mex.	Técnicas de cultivo; prueba de campo de equipo agrícola.	

TABLA I. Algunas Instituciones de Investigación y Desarrollo con medios y experiencia en el ramo.

CAMPOS HERMANOS Tlalnepantla, Mex.	Discos para rastras y arados
COMMAG México, D.F.	Implementos
DINA Sahagún, Hgo.	Tractor Ford
IAMEX México, D.F.	Implementos
INDUSTRIAS CABRERA Guadalajara, Jal.	Discos, rejas y puntas
INDUSTRIAS NYLBO Naucalpan, Méx.	Aspersoras y fumigadoras
INGERSOLL PRODUCTS Santa Clara, Méx.	Discos para arados y rastras
INTERNATIONAL HARVESTER Saltillo, Coah.	Tractor de su marca
JOHN DEERE Monterrey, N.L.	Tractor de su marca
MACONSA Irapuato, Gto.	Implementos
MASSEY FERGUSON Querétaro, Qro.	Tractor de su marca
RAPID Lagos de Moreno, Jal.	Motosegadoras, guadañadoras, rastrillos y cose- chadoras de forrajes.

TABLA II. Algunas empresas de fabricación de maquinaria agrícola.

C O N C L U S I O N E S

El conocer las exigencias de las plantas para poder ser cultivadas, así como los múltiples factores que influyen para su buen desarrollo, como es la fertilidad del suelo y el clima de la región, es de gran importancia, pues evitan el error de cultivos inapropiados, y da al agricultor la facultad de sembrar los más adecuados, garantizando una alta producción.

El conocer el origen, propiedades y características del suelo agrícola es de gran importancia para el agricultor, para determinar las condiciones de cultivo.

Debido al avance tecnológico de la maquinaria agrícola y su utilización en la agricultura, disminuye considerablemente las horas de trabajo, aumentando con ello la producción.

Como el problema consiste en aumentar la producción agrícola mediante la elevación de rendimientos, la mecanización y la tecnología con que ésta se aplique, deberán ser suficiente en cantidad y calidad para que contribuyan al aumento de productividad.

Diseñar y producir en México maquinaria agrícola en gran escala tiene importantes atractivos: generar una industria de bienes de capital con un mercado nacional considerable; tendría efectos múltiples de amplios beneficios al demandar diseñadores, investigadores, ingenieros, técnicos en producción y mantenimiento, operadores, etc.

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

- Adams, James Jr. V-belt Design for Farm Machinery. Agr. -
Engin. 1960. 41(7) - 348.
- Anderson, K.W. New Horizont in Farm Machinery Development. -
Agr. Engin. 1953. 33(12) - 765.
- Clyde, A.M. Mechanics of Farm Machinery. Farm Impl. News.
1944.
- Confer, L.J. Standards for V-belt drivers on Farm Equipment.
Agr. Engin. 31(5) - 237. 1950.
- Dumond, T.C. Engineering Materials Mannual, Materials and -
Methods. Reinhold Publishing Corporation. New
York. 1951.
- Faires, Virgil M. y Robert M. Keown. Mechanism. McGraw Hill
Book Co. Inc. New York.
1960.
- Farm Machinery Lubrication Guides. The Texas Company.
- Farm Tire Handbook. Goodyear Tire and Rubber Company Inc. -
Akton, Ohio.
- Geiger, H.L. y H.W. Northrup. A new Metal For Farm Tool Compo
nents. Agr. Engin. 32(3) 143 -
147. 1951.

Jones F.P. Farm Gas Engines and Tractors. Cap. 23 Mc.graw --
Hill Book Company Inc. 1952

Relacion entre Suelo-Planta-Agua (Versión en Español. Servi-
cio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura
de E.U.A. Su edición, Feb. 1978.

Virtue, Byron. Application of Needle Bearing in Farm Machines.
Agr. Engin. 30(5) 229 - 232. 149.

Nota: Todas las fotografías, gráficas, dibujos y figuras en
general, fueron tomadas de la bibliografía consultada
y citada.