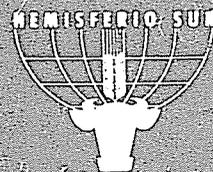


COLECCION DE TEXTOS  
DE AGRONOMIA Y VETERINARIA

TECNOLOGIA DE LOS PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS DE PESCADOS, MARISCOS Y CRUSTACEOS. V. Bertullo  
MANUAL DE MALEZAS. A. Marzocca, O. J. Mársico y O. Del Puerto  
ELEMENTOS DE ECOLOGIA. S. R. Olivier  
CRUZAMIENTO EN GANADO VAGUNO DE CARNE. M. Koger, T. J. Cunha y A. C. Warnick  
TECNOLOGIA DE LA FORESTACION EN ARGENTINA Y AMERICA LATINA. D. Cozzo  
ECONOMIA AGRARIA. A. Coscia  
EL ARTE DE HERRAR. G. A. Toucedo  
MANEJO DE HARAS. Problemas y soluciones. R. Buide  
COSTOS Y ADMINISTRACION DE LA MAQUINARIA AGRICOLA. R. G. Frank  
UNA INTERPRETACION SOBRE EL DESARROLLO AGROPECUARIO DE LA ARGENTINA. N. Ras  
CATALOGO DE INSECTOS PERJUDICIALES EN CULTIVOS DE LA ARGENTINA. H. F. Rizzo  
CONTABILIDAD AGROPECUARIA. F. Hareau  
CURSO DE ESTADISTICA EXPERIMENTAL. F. Pimentel Gomes  
MANUAL DE MADERAS COMERCIALES. Tuset & Durán  
CIENCIA Y TECNOLOGIA DE LA ALFALFA. G. H. Hanson (comp.)  
FUNDAMENTOS DE EDAFOLOGIA PARA LA AGRICULTURA. E. Bañera  
CONSTRUCCIONES E INSTALACIONES RURALES. J. A. Estrada  
FISIOLOGIA DE LOS ANIMALES DOMESTICOS. G. Wittke  
ENDOCRINOLOGIA. Bioquímica y fisiología de las hormonas. H. von Faber y H. Haid  
COMERCIALIZACION DE PRODUCTOS AGROPECUARIOS. A. A. Coscia  
MEDICINA PRACTICA EN EL HARAS. P. D. Rossdale y S. W. Ricketts  
INICIACION A LA ESTADISTICA EXPERIMENTAL. F. Pimentel Gomes  
BOTANICA. Morfología de las plantas superiores. J. J. Valla.



MANUAL PRACTICO  
DE MAQUINAS  
PARA LA  
LABRANZA

J. R. Maroni  
R. Medera

editorial hemisferio sur

Agrónomo J.R.MARONI  
Agrónomo R. MEDERA

# MANUAL PRACTICO DE MAQUINAS PARA LA LABRANZA



## PROLOGO

Desde las últimas décadas del siglo pasado cuando comenzó su expansión como industria madre, la Agricultura Argentina se ha caracterizado por un grado creciente de mecanización. Este empleo generalizado de las máquinas tiene incidencia en todos los aspectos de la producción agropecuaria: técnicos, económicos y sociales.

Dado que una parte importante de la cosecha se destina a la exportación, es necesario un ajuste permanente de los costos de producción para mantener la competitividad en los mercados internacionales. Ello implica una continua incorporación de tecnología, lo que a su vez aumenta la complejidad de los trabajos agropecuarios.

Las máquinas agrícolas se vuelven más grandes y más especializadas y por lo tanto se requieren mayores conocimientos para efectuar su correcto enganche, alistamiento, regulación, mantenimiento y reparación.

La bibliografía existente no es muy pródiga en estos temas: no siempre proporciona consejos específicos, muchas veces no es actualizada o no está escrita en idioma castellano.

Por todo lo dicho considero bienvenida a la obra de los Agrónomos MARONI y MEDERA pues significa un aporte importante a la literatura sobre las máquinas para labranza.

Los autores han reunido una experiencia muy valiosa, ya que en su actividad profesional participan en la programación, diseño y ensayo de estas máquinas, en la extensión del uso de las mismas y en la enseñanza profesional de la especialidad.

Este libro está concebido como un instrumento útil pues describe a las máquinas en sus aspectos conceptuales y suministra las normas para su empleo correcto. El matiz didáctico se refuerza con abundantes ilustraciones y cuadros de especificaciones, de inconvenientes y soluciones que contribuyen a aumentar lo práctico de su uso. Todo ello con un lenguaje sencillo, al alcance del lector no especializado.

Considero que este aporte a la bibliografía de la maquinaria agrícola es particularmente valioso y me complazco en desearle el éxito que merece, medido por la difusión que no dudo alcanzará en el medio rural.

Buenos Aires, diciembre de 1988

*Alfredo A. Colombino*

PROFESOR TITULAR DE MAQUINARIA AGRICOLA,  
FACULTAD DE AGRONOMIA, UBA

*Título:* MANUAL PRACTICO DE MAQUINAS PARA LA LABRANZA

*Autores:* JORGE RAUL MARONI, Agrónomo

Técnico de empresa privada fabricante de maquinaria agrícola.  
Profesor adjunto de la Cátedra de Máquinas Agrícolas,  
Facultad de Agronomía de Rosario, UNR.

RICARDO MEDERA, Agrónomo

Técnico de empresa privada fabricante de maquinaria agrícola.

© EDITORIAL HEMISFERIO SUR S.A.  
Primera edición, 1989

Reservados todos los derechos de la presente edición para todos los países. Este libro no se podrá reproducir total o parcialmente por ningún método gráfico, electrónico, mecánico o cualquier otro, incluyendo los sistemas de fotocopia y fotoduplicación, registro magnetofónico o de alimentación de datos, sin expreso consentimiento de la Editorial.

Hecho el depósito que prevé la ley 11.723.

EDITORIAL HEMISFERIO SUR S.A.  
Pasteur 743 - 1028 Buenos Aires - Argentina

IMPRESO EN ARGENTINA  
PRINTED IN ARGENTINA

ISBN 950-504-428-4 - Editorial Hemisferio Sur S.A.

## PREFACIO

El presente texto ha sido escrito con una entrañable vocación por la agronomía. Es el fruto de trabajar alrededor de veinte años en el área de la maquinaria agrícola.

Actividades muy variadas, tales como demostraciones de campo, ensayos experimentales, asistencia a cursos en el país y en el exterior, dictado de conferencias, múltiples trabajos de extensión y docencia, nos han permitido acumular una abundante información y experiencia sobre la problemática del productor agropecuario y de los estudiantes de agronomía acerca de la maquinaria agrícola y su uso.

También es una forma de reconocimiento a aquellos que supieron enseñarnos muchos de sus secretos. A gente de campo, a tractoristas, a técnicos de diversas instituciones y empresas; a la gente mayor y "conocedora" que manejan "al detalle" las pequeñas-grandes cosas que hacen al equipo agrícola. A todos ellos nuestro agradecimiento.

Por eso este manual. Es una forma de transmitir las alternativas vividas durante largo tiempo en esta especialidad. Una forma de aportar conocimientos a los más jóvenes y a todos aquellos que se interesan por la maquinaria agrícola. En definitiva, aspiramos a ser útiles. Esta será nuestra mayor satisfacción.

## LOS AUTORES

## ABREVIATURAS utilizadas en el texto

cm	= centímetro
cm <sup>2</sup>	= centímetro cuadrado
CV	= Caballo vapor.
ha	= hectárea
HP	= Del inglés Horse Power, caballos de potencia.
kg	= kilogramo, kilo.
km	= kilómetro
km/h	= kilómetros por hora
m	= metro
mm	= milímetro
pulg o "	= pulgada
SAE	= Sociedad de Ingenieros de Automóviles (E.U.A.). Produce normas y especificaciones para componentes de automóviles y maquinaria agrícola.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su sincero agradecimiento a las empresas que facilitaron el material que ilustra el presente manual. Ellas son:

- Apache S.A.
- E. Gherardi e hijos S.A.
- Giorgi S.A.
- Dancar S.A.
- Industrias Chiapano S.A.
- Metaltécnica S.A.
- Templar S.A.

## CONTENIDO

PROLOGO.....	III
PREFACIO.....	IV
ABREVIATURAS UTILIZADAS EN EL TEXTO.....	V
AGRADECIMIENTOS.....	VI
Capítulo 1. EL SUELO Y LAS LABRANZAS.....	1
El suelo agrícola.....	1
Algunos conceptos básicos.....	1
- Textura.....	1
- Estructura.....	4
- La "materia orgánica" del suelo.....	4
- "Aireación del suelo".....	5
- "Agua del suelo".....	5
La estructura del suelo y las labranzas.....	6
La fertilidad.....	8
Los horizontes del suelo.....	8
El suelo, la agricultura y las labranzas.....	9
Las labranzas.....	10
Acciones de la labranza.....	11
Principales objetivos de la labranza.....	12
Clasificación de las labranzas.....	13
a) Labranzas extraordinarias.....	14
b) Labranzas ordinarias.....	14
Capítulo 2. EL ARADO DE REJAS Y VERTEDERAS.....	16
Cómo trabaja el arado de rejas.....	17
Otros aspectos relacionados con la arada.....	19
- Desterronamiento.....	19
- Restos vegetales.....	22
El cuerpo del arado. Partes que lo componen.....	22
Reja.....	23
- a) Rejas para afilar.....	24
- b) Rejas acorazadas.....	24
Vertedera.....	27
Costanera.....	27
Montante.....	29

Timón . . . . .	29
Cuchilla circular . . . . .	32
Tipos de arados . . . . .	34
Arados de arrastre . . . . .	34
Tamaño . . . . .	34
Rodados y mecanismos conexos . . . . .	35
– Rueda de surco . . . . .	35
– Rueda de rastrojo . . . . .	38
– Rueda de cola . . . . .	41
– Rueda accesoria para control de profundidad . . . . .	42
Arados montados . . . . .	44
Componentes del enganche hidráulico de tres puntos . . . . .	45
– Brazos . . . . .	45
– Torre y eje de acople del arado montado . . . . .	49
– Rueda accesoria posterior (de cola) . . . . .	50
<b>Capítulo 3. REGULACION Y PUESTA A PUNTO DE LOS ARADOS DE REJAS . . . . .</b>	<b>51</b>
Arados de arrastre . . . . .	51
Enganche al tractor. Principios básicos . . . . .	51
Centro de tiro del tractor . . . . .	52
Centro de resistencia del arado . . . . .	53
Línea de tracción . . . . .	55
Ubicación del tractor durante la arada . . . . .	57
Ancho de corte de la primera reja . . . . .	57
Ubicación del tractor y arado para trabajar terrenos surcados . . . . .	58
Equipos de gran ancho de labor . . . . .	59
Enganche de arados en tándem . . . . .	59
Enganche de arados articulados . . . . .	60
Nivelación . . . . .	60
Patín deslizante del último cuerpo . . . . .	64
Regulación de la cuchilla circular . . . . .	66
Puesta a punto "a campo" . . . . .	66
a) Preparación del tractor . . . . .	66
b) Preparación del arado . . . . .	68
c) Regulaciones . . . . .	69
Puesta a punto de los arados de rejadas montados . . . . .	72
Enganche al tractor . . . . .	72
Nivelación . . . . .	73
Desviaciones . . . . .	74
<b>Capítulo 4. EL ARADO DE DISCOS . . . . .</b>	<b>76</b>
Cómo trabaja el arado de discos . . . . .	77
Influencia de la velocidad de avance . . . . .	78
Profundidad. Angulo frontal de los discos . . . . .	79

Discos . . . . .	80
Plato portadiscos . . . . .	81
Maza . . . . .	82
Timón . . . . .	82
Accesorios . . . . .	83
Tipos de arados . . . . .	84
Arados de arrastre . . . . .	85
Rodados y mecanismos conexos . . . . .	85
– Rueda de surco . . . . .	86
– Rueda de cola . . . . .	86
– Rueda de rastrojo . . . . .	86
Arados montados sobre enganche hidráulico de tres puntos . . . . .	87
Rueda para control de profundidad . . . . .	89
Regulación y puesta a punto del arado de discos de arrastre . . . . .	89
Enganche al tractor . . . . .	89
Centro de resistencia del arado . . . . .	89
Línea de tracción . . . . .	89
Tractor-trocha . . . . .	90
Ancho de corte del primer disco . . . . .	90
Ancho total de corte del arado . . . . .	90
Variación del ángulo frontal y vertical de cada disco . . . . .	93
Posición de las ruedas . . . . .	94
Enganche de arados en tándem . . . . .	94
Nivelación . . . . .	94
Puesta a punto "a campo" . . . . .	96
a) Preparación del tractor . . . . .	96
b) Preparación del arado . . . . .	96
c) Regulaciones . . . . .	96
Regulación y puesta a punto de los arados de discos montados . . . . .	98
Ancho de corte del primer disco . . . . .	98
Desviaciones . . . . .	99
<b>Capítulo 5. EL ARADO-RASTRA (MULTIPLE) . . . . .</b>	<b>100</b>
Generalidades . . . . .	100
El tren de discos. Partes que lo componen . . . . .	102
Tipos de arados . . . . .	105
Arados de arrastre . . . . .	105
Accesorios para la siembra . . . . .	107
Regulación y puesta a punto de arado rastra . . . . .	111
<b>Capítulo 6. LAS RASTRAS DE DISCOS . . . . .</b>	<b>113</b>
Generalidades . . . . .	113

El peso por disco. . . . .	115
La separación entre discos. . . . .	116
La forma y diámetro de los discos. . . . .	117
El ángulo de trabajo. . . . .	119
Rastras de discos de doble acción . . . . .	121
Tipos. Partes que la componen. . . . .	121
Rastras de tracción libre . . . . .	121
– Bastidor . . . . .	121
– Lanza. . . . .	123
– Rodados. . . . .	125
– Tren de discos . . . . .	125
– Disposición del tren de discos. . . . .	129
Regulación y puesta a punto de la rastra de discos de doble acción de arrastre. . . . .	130
Enganche al tractor. Línea de tracción. . . . .	130
Angulo de cruce de los trenes de discos . . . . .	130
– Desplazamiento lateral de los paquetes de discos posteriores . . . . .	132
Puesta a punto "a campo" . . . . .	133
a) Preparación del tractor . . . . .	133
b) Preparación de la rastra. . . . .	133
c) Regulaciones. . . . .	135
Rastra de discos de doble acción montada . . . . .	135
Regulación y puesta a punto . . . . .	135
Rastras de discos de tiro excéntrico. . . . .	137
Tipos. Partes que la componen. . . . .	137
Rastras de tracción libre . . . . .	137
– Bastidor. Lanza . . . . .	138
– Rodados. . . . .	138
– Tren de discos . . . . .	138
– Disposición del tren de discos. . . . .	139
– Rueda estabilizadora. . . . .	139
Conceptos generales sobre puesta a punto . . . . .	140
– Enganche al tractor. Línea de tracción . . . . .	141
– Variación del ángulo de los trenes de discos. . . . .	143
– Desplazamiento lateral de los trenes de discos. . . . .	143
Rastras de discos de tiro excéntrico montadas. . . . .	145
Regulación y puesta a punto . . . . .	146
Aspectos específicos de la puesta a punto. . . . .	146
Capítulo 7. LA LABRANZA VERTICAL . . . . .	148
Arado de cinceles . . . . .	148
Efecto del cincel en la preparación del suelo. . . . .	150
Velocidad de trabajo . . . . .	151
Potencia de tracción. . . . .	151

Control de malezas durante el laboreo . . . . .	152
Laboreo del suelo con obstáculos . . . . .	152
Resumen de la labranza con arado de cinceles. . . . .	152
Cultivador de campo . . . . .	153
Vibrocultor . . . . .	154
Arado de cinceles. Partes que lo componen. . . . .	155
Bastidor y lanza . . . . .	155
Rodados . . . . .	157
Organo activo . . . . .	157
Púas . . . . .	159
– Púas helicoidales . . . . .	159
– Reja "pata de ganso" . . . . .	160
– Púas para praderas . . . . .	160
Distancia entre órganos activos. . . . .	161
Fijación del órgano activo al bastidor . . . . .	161
Accesorios . . . . .	164
– Cuchillas. . . . .	164
– Discos cóncavos . . . . .	166
– Rejas desmalezadoras . . . . .	166
– Rastra peine . . . . .	167
Tipos de arados de cinceles . . . . .	167
Regulación y puesta a punto de los arados de cinceles de arrastre . . . . .	169
– Enganche al tractor. . . . .	169
– Nivelación. . . . .	169
Regulación y puesta a punto de los arados de cinceles montados. . . . .	170
Cultivadores de campo. Partes que lo componen . . . . .	170
Bastidor y lanza . . . . .	170
Rodados . . . . .	171
Organo activo . . . . .	171
Accesorios . . . . .	172
Tipos de cultivador de campo . . . . .	174
– Regulación y puesta a punto. . . . .	174
Vibrocultivador. Partes que lo componen. . . . .	175
Bastidor y lanza . . . . .	175
Rodados . . . . .	175
Organo activo . . . . .	175
Accesorio. . . . .	176
– a) Rabasto nivelador. . . . .	176
– b) Rolos compactadores y rastras de dientes vibrato- rios (peine) . . . . .	178
Tipos de vibrocultores . . . . .	178
Regulación y puesta a punto . . . . .	178

APENDICE .....	179
Unidades del sistema internacional (SI) .....	179
Algunas unidades fuera del SI .....	180
Algunas conversiones .....	180
Potencia de tracción .....	182
BIBLIOGRAFIA .....	187

# 1. EL SUELO Y LAS LABRANZAS

Si bien el objetivo del presente manual es el tratamiento de los temas inherentes al uso de equipos para labranzas, la relación directa entre las mismas, las máquinas agrícolas y el suelo hace necesario incluir nociones breves sobre el suelo agrícola, sus características y propiedades.

En el suelo, las plantas encuentran nutrientes, oxígeno, agua y soporte para sus raíces. Muchas veces, la poca disponibilidad de aire o agua, o la carencia de elementos nutritivos, afectan el rendimiento de los cultivos. Un manejo adecuado de los suelos a través de las labranzas puede mejorar sensiblemente su capacidad de producción.

## EL SUELO AGRICOLA

Se entiende por suelo a la capa superior de la tierra, de espesor variable, resultante de la transformación de la roca madre bajo la influencia de diversos procesos físicos, químicos y biológicos, que constituye el medio natural para el desarrollo de las plantas.

A esta definición simple, cabe agregar que el suelo agrícola, donde las plantas crecen, se diferencia del material geológico ya que en dicho suelo interviene como componente indispensable la *materia orgánica*, fuente de nitrógeno, nutriente vital para el crecimiento y desarrollo de los vegetales.

### Algunos conceptos básicos

#### Textura

La textura de un suelo define el tamaño de las partículas minerales que lo integran y la proporción en que se encuentran cada una de ellas.

Desde el punto de vista físico, los componentes minerales son: arena, limo y arcilla.

Las partículas de arena son las de mayor tamaño y por lo general

se observan a simple vista. Los suelos con alto porcentaje de arena, son caracterizados como sueltos, tienen poca capacidad de retención de agua y bajo nivel nutritivo. Debido al tamaño de las partículas se incrementa el espacio poroso facilitando el movimiento del aire y agua.

Las partículas de limo son fracciones de tamaño menor, intermedio entre la arena y la arcilla. Su presencia mejora la capacidad de almacenar agua disponible para las plantas.

La arcilla, es la fracción mineral de menor tamaño. Su participación en la composición textural del suelo significa el aumento en la capacidad de retención del agua aunque ésta no es cedida con facilidad (o en totalidad) a las plantas.

Cuadro 1. Tamaño de las partículas del suelo.

Partícula	Tamaño (mm)	Superficie expuesta en 1 g (cm <sup>2</sup> )
Arena muy gruesa	2-1	11
Arena gruesa	1-0,5	23
Arena media	0,5-0,25	45
Arena fina	0,25-0,10	91
Arena muy fina	0,10-0,05	227
Limo	0,05-0,002	454
Arcilla	Menos de 0,002	8.000.000

Las partículas mayores de 2 mm no se consideran en la determinación de los porcentajes de una muestra. Las medidas mínimas y máximas de cada una de las fracciones pueden variar ligeramente para su clasificación según la fuente que originó el estudio respectivo.

Las partículas que contiene un suelo se encuentran en distintas proporciones determinando variadas clases de suelo. Así se tendrán suelos arenosos, arcillosos, limosos y sus combinaciones entre sí (arcillo-limoso, arcillo-arenoso). Un suelo se denomina "franco" cuando la fracción arena interviene aproximadamente en un 50% del peso el otro 50% está representado por el limo y la arcilla en conjunto. Las tres fracciones manifiestan sus propiedades sin predominio de ninguna de ellas.

Una forma generalizada de denominar a los suelos según su textura es en función de la resistencia que ofrecen al laboreo. Los suelos

Cuadro 2. Guía para la clasificación de la textura de suelos "a campo"\*

Tipo textural	Tacto entre los dedos	Aspecto a la lupa	Aspecto en seco	Aspecto en húmedo	Amasamiento	Textura final
Arcilla Suelos arcillosos	Polvo fino y homogéneo	Ausencia de granos de arena	Muy compacto. Terrones agredos muy fuertes	Muy plástico y adherente. Da superficies brillantes	Da con facilidad cilindros largos y forma anillos	Arcilloso o franco arcilloso
Tierras francas	Polvo no homogéneo	Granos de arena visibles	Medianamente compacto. Terrones firmes pero no muy fuertes	Medianamente plástico y adherente	Forma cilindros pero no llega a formar anillos	Franco
Tierras arenosas	Heterogéneo. Mezcla de arena y tierra	Parte de arcilla en mezcla con arena	Suelo y terrones poco compactos	Poco plástico y adherente	Cuesta formar cilindros	Franco-arenoso
Tierras muy arenosas	Predominancia de arena y se nota un poco de arcilla	de las partículas de arcilla un poco de arcilla	Terrones y suelo sin compactación ni firmeza y desintegrables	Sin plasticidad ni adherencia	No forma cilindros ni anillos	Arenoso a franco-arenoso
Arena	Granos de arena exclusivamente					Arenoso
Arenas arcillosas	Mezcla definida de arenas y arcillas Tacto de arenas		Puede ser compacto o suelto	Poco plástico pero adherente		Areno-arcilloso o arcillo-arenoso
Tierras limosas	De harina. Polvo talcoso	Gránulos muy finos	Suelos y terrones poco firmes sin mayor consistencia	Algo plástico y poco adherente Da superficie brillante	Puede llegar a formar cilindros	Limoso o franco-limoso

\* Fuente: Laboratorio de Física de Suelos del Instituto de Suelos y Agrotecnia. Ligeramente revisado por el Ing. Carlos A. Puricelli, 1960.

con predominio de arena suelen llamarse "livianos"; "medios" a los francos y "pesados" a los arcillosos.

### Estructura

Se refiere a la disposición de las partículas del suelo en grupos o agregados. Como responsables de la formación de estos agregados o granulación del suelo debe mencionarse a la actividad física de las raíces y los animales del suelo, a las heladas, al humedecimiento, al secado y al laboreo del suelo. La estabilidad de esa granulación está relacionada con la presencia de ciertos agentes cohesionantes, como por ejemplo la materia orgánica.

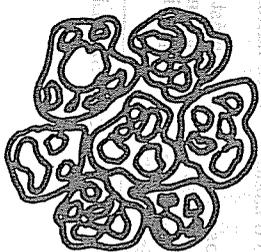


Figura 1. Suelo bien estructurado. Las partículas están cohesionadas por la presencia de materia orgánica.

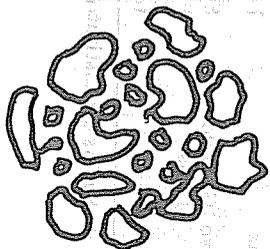


Figura 2. Suelo mal estructurado. No existe agrupación de las partículas.

### La "materia orgánica" del suelo

Es el mayor agente en la producción de gránulos, ya que posibilita la porosidad característica de los suelos. Tiende a aumentar la capacidad de retención del agua y es la principal fuente de energía para la actividad biológica (microorganismos). La materia orgánica deriva de los tejidos vegetales que se incorporan al suelo. Los residuos de las cosechas descompuestos constituyen su principal aporte.

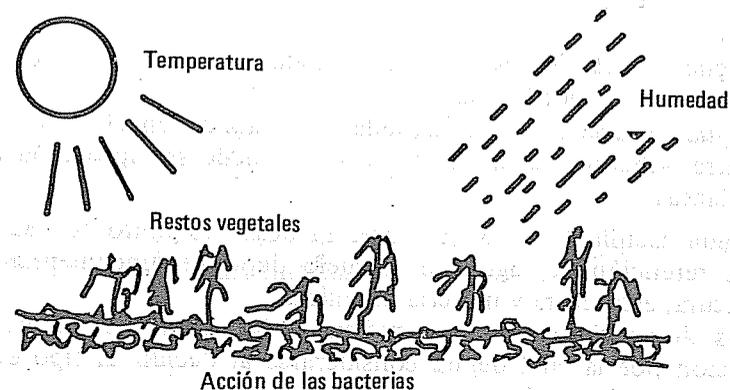


Figura 3. La incorporación de materia orgánica al suelo mejora su estructura.

### "Aireación del suelo"

Los poros formados entre los terrones del suelo, contienen aire o agua. La proporción que ocupa cada elemento depende de las características del suelo, del manejo que se haga de él y del aporte en mayor o menor medida de agua por lluvias.

Con respecto a la aireación, el estado óptimo es aquel donde los gases son aprovechables para el crecimiento de las plantas. Una aireación pobre disminuye el coeficiente de oxidación de la materia orgánica. Los microorganismos también son afectados. El crecimiento de las raíces puede verse comprometido. El intercambio gaseoso en el suelo también depende de su estructura que como ya se vio anteriormente es afectada por el laboreo.

### "Agua del suelo"

Grandes cantidades de agua deben ser almacenadas para satisfacer las necesidades del desarrollo de las plantas. La forma en que el agua cae y es recibida por el suelo, influye sobre los procesos de erosión.

No toda el agua presente en el suelo, es utilizada por las plantas. Por tal razón, puede hacerse una división según la forma en que se encuentre presente en el mismo.

a) *Agua superflua*: es el agua que excede de la capacidad de retención del suelo. Los efectos desfavorables son: poca aireación para

las raíces de las plantas y afecta la actividad bacteriana y la nitrificación.

b) *Agua asimilable*: es el agua retenida en el suelo y que puede ser aprovechada por las plantas.

c) *Agua no asimilable*: es aquella que estando en el suelo, se encuentra adherida de tal forma que no puede ser aprovechada por las plantas.

El agua asimilable es la que interesa desde el punto de vista agrícola. La retención del agua en el suelo depende fundamentalmente de la textura, estructura y materia orgánica.

Estos dos últimos factores sufren la influencia del laboreo del suelo, razón por la cual deben considerarse al decidir el tipo de manejo que se efectúe en el mismo.

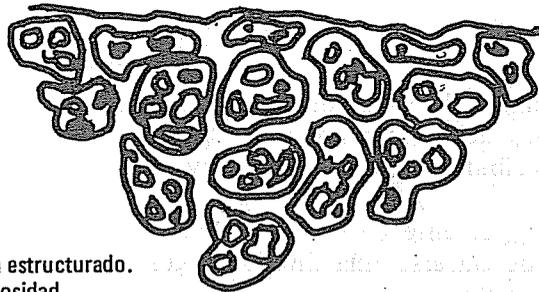
### LA ESTRUCTURA DEL SUELO Y LAS LABRANZAS

Como se definió al comienzo, la estructura del suelo está relacionada con la presencia de materia orgánica y los agregados que se originan.

La importancia de una buena estructura radica en que los agregados permiten la formación de espacios más grandes que cuando las partículas están sueltas. Esto permite un mejor crecimiento de las raíces, existe un intercambio o renovación de gases adecuado, con la presencia del oxígeno que las raíces necesitan. Asimismo, este oxí-

El oxígeno penetra y circula

El dióxido de carbono sale al exterior



Existe actividad en las raíces y bacterias del suelo.

Suelo bien estructurado.  
Buena porosidad.

Figura 4. Intercambio gaseoso en el suelo.

geno es necesario para la actividad microbiana, en la cual las bacterias de tipo "aeróbicas" tienen un papel destacado (ver más adelante fertilidad).

Estas mismas bacterias son las encargadas de la descomposición de la materia orgánica y la formación de aglutinantes que mejoran en definitiva la estructura.

Finalmente, un suelo de estructura deficiente tiene tendencia a compactarse, formar pisos de arado y encostrarse ante lluvias torrenciales.

El laboreo puede producir efectos inmediatos favorables o desfavorables sobre los gránulos (estructura) del suelo.

Todo dependerá del manejo que se efectúe en cada caso.

Laboreos escasos en determinados suelos pueden afectar su aireación y sus procesos naturales. Laboreos excesivos afectan a la estructura. En los manejos con espíritu conservacionista se busca mantener o mejorar la granulación del suelo. Los agregados del suelo, cuando son estables, limitan considerablemente la gravedad de la erosión.

En el caso de la erosión producida por el viento (eólica) se producen dos efectos: a) separación de los materiales del suelo, b) transporte de dichos materiales.



Figura 5. Erosión eólica.

Influye la velocidad del viento, las características del suelo, el contenido de humedad y muy especialmente la condición de la superficie y la estabilidad de los terrones, que son consecuencia del laboreo que se efectúe.

En el caso de la erosión hídrica (producida por el agua), también se produce la separación de partículas y su transporte, debiéndose agregar que los impactos de las gotas de agua tienden a destruir la granulación. Aquí también el laboreo adecuado es de fundamental importancia para disminuir estos efectos perjudiciales.

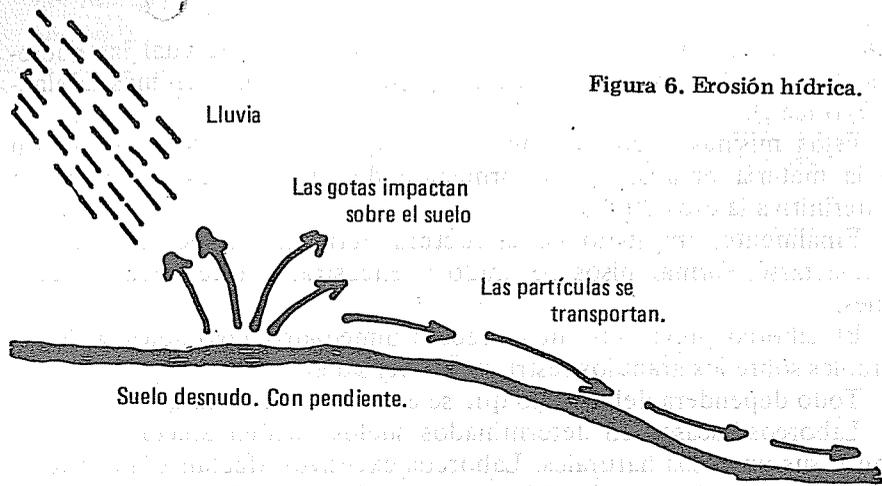


Figura 6. Erosión hídrica.

### La fertilidad

De los tres elementos principales para la alimentación de las plantas: nitrógeno (N) fósforo (P) y potasio (K), el primero de ellos (N) no se encuentra en las rocas ni en los minerales primarios de la corteza terrestre. Gran parte del nitrógeno del suelo proviene de la descomposición de la materia orgánica.

Las plantas lo aprovechan bajo la forma de nitratos. Al descomponerse la materia orgánica, se libera nitrógeno asimilable (nitratos). Esta acción se cumple con la participación de bacterias aeróbicas.

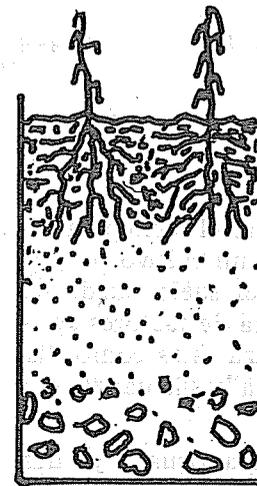
Según las características del laboreo, puede favorecerse la aireación equilibrada del suelo, y con el tiempo el incremento del nitrógeno potencial del mismo que deriva en definitiva en mayor fertilidad.

### Los horizontes del suelo

Si se realiza un corte vertical del suelo, podrán definirse distintas capas u horizontes con características disímiles entre sí.

En un perfil del suelo, de arriba hacia abajo, se puede encontrar:

- *Horizonte A*, es la capa superficial que posee generalmente mayor contenido de materia orgánica.
- *Horizonte B*, la capa siguiente, comúnmente más densa, con mayor



A. Zona de desarrollo de cultivos.  
Mayor contenido de materia orgánica.

B. Mayor predominio de la arcilla.

C. Material primario.

Figura 7. Los horizontes del suelo.

predominio de arcilla. También se denomina a este horizonte: subsuelo.

*Horizonte C*, por debajo de los horizontes A y B, constituye el material primario.

El grado de desarrollo de un suelo está dado por la acumulación de materia orgánica en el horizonte superior. Según el tipo de suelo, el subsuelo contendrá arcilla en mayor o menor proporción. El espesor de estas capas y su conocimiento son importantes para definir las profundidades de las labranzas y la máquina a utilizar.

### El suelo, la agricultura y las labranzas

Del análisis sintético de algunos aspectos del suelo, se desprende que en él ocurren procesos físicos, químicos y biológicos constantes y complejos.

Sin la intervención del hombre sobre la corteza terrestre, existe cierto equilibrio en la relación suelo-vegetación. La agricultura consiste en la participación del hombre modificando la situación natural para lograr implantar cultivos que son de su propio interés. Se hace necesario entonces labrar el suelo para ponerlo en condiciones de recibir las semillas alterando el equilibrio natural.

Dada la importancia que reviste el suelo en el proceso productivo, resulta indispensable que todo análisis de la maquinaria agrícola com-

prenda también un estudio de su uso en relación con los efectos que produce sobre dicho suelo.

## LAS LABRANZAS

Se entiende por *labranza* la operación de preparar el suelo para ponerlo en condiciones de realizar la implantación de un cultivo. El grado de remoción o movimiento que se opere en el suelo puede ser distinto según el equipo utilizado (lo que dependerá de factores agronómicos), originando así distintos tipos de labranza tales como "labranza tradicional"; "labranza reducida o mínima"; "labranza vertical"; etcétera.

El aflojamiento del suelo es la operación más antigua y ya desde la época prehistórica el hombre recurría al uso de algún elemento (herramientas rudimentarias) que le permitiera efectuar la remoción, aunque fuera parcial, del lugar donde colocaría las semillas para su germinación.

Los estudios históricos indican que miles de años antes de Cristo ya existía algún tipo de arado. El arado de madera, posteriormente mejorado mediante el agregado de una punta o reja metálica, es probablemente la máquina agrícola más antigua.

Desde aquellos dibujos egipcios (6.000 años antes de Cristo) que muestran horquetas usadas como azadones, hasta nuestros días, los cambios más notables se han producido en los últimos 250 años.

Así, en 1730 el arado romano es llevado al norte de Europa. En 1760 aparecía la vertedera curva. En 1798 Thomas Jefferson diseña un arado de rejas y vertederas mediante el uso de cálculos matemáticos.

En 1847 se patenta el arado de discos, en 1856 un cultivador traccionado por caballos y en 1877 la rastra de *discos cóncavos*.

En el período 1914-1918, durante la Primera Guerra Mundial, la demanda de alimentos aceleró el proceso de mecanización en países de agricultura más evolucionada.

En Argentina las corrientes inmigratorias llegadas hacia fines del siglo XIX aportaron no sólo mano de obra sino también conocimientos e ideas que luego originaron el desarrollo de pequeños talleres de campaña dedicados a la reparación de máquinas agrícolas de origen importado.

Posteriormente la Segunda Guerra Mundial obligó a la fabricación en pequeña escala de equipos nacionales. Habiendo comenzado

anteriormente en 1875 Schneider en Esperanza, Provincia de Santa Fe, para seguir luego Istilart en 1898, en la Provincia de Buenos Aires.

Hacia 1930 comienza la tractorización en Argentina, mientras en Inglaterra Ferguson desarrollaba el primer *enganche hidráulico* de tres puntos para introducirlo posteriormente en E.U.A.

Durante la década de 1930 a 1940 se afianzó la fabricación nacional de maquinaria. Se lograron importantes avances en el desarrollo de las cosechadoras destacándose Berini y Senor entre otros. También se produjo la aparición de nuevas fábricas tales como Mainero, Gherardi, Maracó, Agrometal y Vasalli.

En 1941, en E.U.A. se introdujeron los mecanismos hidráulicos de elevación por medio de cilindros de control remoto.

Desde 1940 en adelante aparecen nuevas empresas en Argentina especialmente radicadas en la Zona Pampeana que junto a las mencionadas anteriormente constituyen el pilar de la Industria de la Maquinaria Agrícola actual.

## Acciones de la labranza

Se entiende por labranza a una serie de acciones mecánicas que se efectúan en el suelo con vistas a prepararlo para la siembra, cuidando simultáneamente las características físico-químicas de dicho suelo.

Con respecto a la recepción de la semilla, distintos tipos de suelo requerirán diversos métodos de preparación. Así será necesario que la semilla encuentre condiciones adecuadas de temperatura y humedad para su germinación. El equilibrio entre los poros del suelo que contienen agua y aire dependerá del laboreo a que se someta dicho suelo.

Cada suelo presenta características físicas y/o químicas en particular que obligan a compatibilizar la adecuada creación de condiciones para la germinación con su conservación.

Los suelos pesados necesitan de un laboreo intenso para un refinamiento adecuado; sin embargo si están sujetos a riesgos de erosión hídrica deberá seleccionarse adecuadamente el equipo mecánico y el método de labranza para evitar el proceso erosivo.

Los suelos sueltos, livianos, pueden estar bajo riesgo de erosión eólica y las labranzas deben ser mínimas. Sin embargo, desde un punto de vista químico (fertilidad) a veces se recurre a labores intensos. Cabe entonces aquí también la necesidad de una elección acertada de la máquina a utilizar para minimizar el riesgo de erosión.

## Principales objetivos de la labranza

- Proporcionar una cama de siembra para recibir la semilla.
  - \* El manejo de las labores anteriores a la siembra permitirán acumular humedad en el perfil del suelo (barbecho).
  - \* Al momento de colocar la semilla en el suelo, el laboreo permitirá un contacto íntimo entre el grano y la humedad del suelo.
- Proporcionar un estrato de suelo para el desarrollo del cultivo.
  - \* Superada la etapa de germinación (3-10 días) gran parte de la *masa de raíces* se desarrollará en la capa labrada. Por lo tanto, las labranzas previas o las que puedan efectuarse durante el transcurso del ciclo de cultivo, influirán en forma directa sobre el equilibrio aire-agua, la disponibilidad de nutrientes, la posibilidad de penetración de las raíces a las capas inferiores, el control de malezas.
- Manejo del rastrojo.
  - \* Los restos vegetales aportan materia orgánica y fertilidad. Podrán ser incorporados, entremezclados o dejados en superficie. Los riesgos de erosión, el cultivo a implantar y las características ecológicas de la zona determinarán el manejo que se hará de los mismos.  
Por otra parte, la condición superficial en que quede el suelo no deberá entorpecer el normal funcionamiento de los equipos de siembra o subsiguientes.
- Control de malezas.
  - \* Las labranzas, según el tipo y momento, proporcionarán el control de las malezas presentes o bien evitarán el desarrollo de futuras ya sea enterrando semillas o exponiendo a condiciones climáticas adversas rizomas, raíces, etcétera.  
Además, la labranza puede combinarse con controles químicos o contribuir a la incorporación de herbicidas en el suelo.
- Manejo del aire y el agua.
  - \* Los espacios entre terrones pueden aumentarse o disminuirse en función del laboreo mecánico.  
Una aireación adecuada permitirá la descomposición de los restos vegetales aportando materia orgánica y favoreciendo la actividad microbiana. Contrariamente, excesivos espacios

entre terrones significarán pérdida de humedad y deficiencia en la germinación y arraigo de las plantas.

Con respecto al agua, el escurrimiento se verá disminuido en función del acondicionamiento superficial que se efectúe. Puede mejorarse la permeabilidad evitando encharcamientos y por otra parte la ruptura de capas endurecidas superficiales evitará pérdidas de humedad por capilaridad.

- Control de la actividad biológica.
  - \* La remoción del suelo favorece la actividad de los microorganismos de interés directo en la fertilidad final.
  - \* A través de las labranzas puede evitarse la proliferación de insectos perjudiciales y enfermedades.

De este breve análisis, es fácil deducir que las operaciones mecanizadas requieren del apoyo de los conocimientos agronómicos dado las implicancias que las mismas tienen sobre el suelo, su estado físico, químico y biológico.

## CLASIFICACION DE LAS LABRANZAS

Pueden efectuarse diversas clasificaciones según el objetivo agronómico buscado:

Así entonces, según la profundidad, las labranzas serán:

- de desfonde (más de 35 cm de profundidad),
- profundas (25-30 cm de profundidad),
- medias (18-25 cm de profundidad),
- superficiales (10-12 cm de profundidad).

Según como quede la superficie serán:

- de suelo desnudo (inversión total del pan de tierra),
- de semienterrado (inversión parcial del pan de tierra),
- subsuperficial o bajo cubierta (permanencia de restos vegetales en la superficie).

Según la época del año serán:

- de otoño,
- de invierno,
- de primavera,
- de verano.

Según la intensidad serán:

- intensiva (sucesión de labores, con máquinas por lo general de alto grado de agresividad),
- mínima o reducida (bajo número de pasadas en el campo, generalmente se hacen varias labores en forma simultánea).

Según el origen será:

- labranza tradicional (basada en costumbres transmitidas de generación en generación, con un criterio productivista),
- labranza conservacionista (basada en un fundamento de tipo ecológico, con sólidos principios científicos donde se considera no sólo la producción en sí misma sino también la conservación del suelo).

Con el propósito de relacionar las labranzas con la máquina utilizada, generalmente se prefiere clasificarlas teniendo en cuenta la secuencia de trabajos que se efectúan hasta la implantación del cultivo.

#### a) Labranzas extraordinarias

Son aquellas que se efectúan por única vez para poner un terreno en condiciones de hacer agricultura (desmonte) o bien esporádicamente para obtener efectos que se prolongarán durante varios ciclos (ejemplo subsolado).

#### b) Labranzas ordinarias

Estas labranzas son las que se efectúan cíclicamente, previas a la implantación de cada cultivo. Se subdividen en:

- b-1) **PRIMARIAS O PRINCIPALES:** es la primera etapa de la remoción del suelo, que es invertido total o parcialmente. Es una operación medianamente profunda, generalmente agresiva, que deja la superficie rugosa y en condiciones no aptas para recibir la semilla.
- b-2) **SECUNDARIAS O COMPLEMENTARIAS:** suceden a la labranza primaria. La profundidad es menor, desterronan el suelo, tienden a emparejarlo y nivelarlo. Son particularmente importantes por su acción de "sellado" del suelo, eliminando bolsones de aire o macroporos y evitando pérdidas excesivas de humedad. Eventualmente pueden estar dirigidas a un control de malezas incipientes.

La sucesión de estas labores culmina con la preparación final del suelo, apto para recibir las semillas.

Cuadro 3. Relación labranza-máquinas que se tratan en el presente manual.

Tipo de labranza	Máquina	Efecto en el suelo	Representación gráfica
PRIMARIA Profundidad hasta 30 cm aproximadamente	Arado de rejas y vertederas	Inversión total del pan de tierra. Corte horizontal neto de la capa arable. Control máximo de las malezas presentes	
	Arado de discos	Inversión casi total del pan de tierra. Fondo del surco con crestas. Control de malezas relativamente inferior al arado de rejas.	
	Arado de cinceles	Corte vertical. Inversión casi nula del suelo. En condiciones de suelo seco y duro, fondo agrietado. Control parcial de malezas	
	Rastra de discos, tiro excéntrico pesada	Entremezclado de las capas superiores. Desterronado parcial simultáneo. Control medio de malezas	
	Arado-rastra (múltiple)	Entremezclado de las capas superiores. Desterronado parcial (ligeramente inferior a la rastra de tiro excéntrico). Control medio de malezas	
SECUNDARIA Profundidad hasta 15 cm	Cultivador de campo	Corte vertical y/o subsuperficial. Desterronado. Compactación mínima. Mantiene residuos en la superficie	
	Rastras de discos de doble acción o de tiro excéntrico livianas o medianas	Corte y entremezclado de restos vegetales. Desterronado. Compactación en profundidad	
	Vibrocultores	Trabajo superficial. Estratificación de terrones según tamaño. Desterronado final para cama de siembra	

## 2. EL ARADO DE REJAS Y VERTEDERAS

Esta máquina no es sólo una de las más antiguas utilizadas por el hombre sino también la de mayor difusión en la agricultura mundial.

A pesar de las permanentes críticas que sobre su efecto perjudicial se hacen, su utilización tiene aún plena vigencia.

Es necesario aclarar que dentro del paquete de labores que se aplican a un suelo y en función de la toma de conciencia por parte de los agricultores de la importancia de la conservación, se ha modificado la intensidad de uso del arado de rejas.



Figura 8. Arado de rejas tipo articulado.

Por otra parte, se ha producido una evolución en los diseños del cuerpo de arado de forma tal que el grado de "volteo" del pan de tierra es algo menor que antaño. Esta concepción no sólo implica algunas diferencias sobre el aspecto final de la superficie arada, sino también un ahorro de energía utilizada.

### COMO TRABAJA EL ARADO DE REJAS

El cuerpo de arado, constituido por el cuerpo propiamente dicho y la cuchilla circular, origina un corte horizontal y vertical del suelo, dando lugar a la formación de un pan de tierra o "gleba" que luego es elevada por la reja y volcada o "torsionada" por la vertedera. De esta forma se le asigna a esta máquina una alta capacidad de inversión del pan de tierra.

Obviamente, distintos diseños del cuerpo de arado producirán diferentes grados de inversión del suelo. No obstante, es generalmente aceptado que para aradas de una profundidad media los panes de tierra queden con una inclinación de aproximadamente 45-50°. Este ángulo será función de las siguientes variables:

- diseño de la vertedera,
- velocidad de avance,
- relación entre el ancho de corte de la reja y la profundidad.

Con respecto al diseño de la vertedera, éstas varían según los tipos de suelos y el propósito de uso aunque en la actualidad predominan las llamadas de "propósito general" o "alta velocidad". Cada fabricante trata de obtener la forma más adecuada para un mínimo esfuerzo de tracción y que al trabajar en suelos adherentes no se peguen en su superficie.

La velocidad de avance influye sobre el grado de desterronamiento y el rebatimiento de la gleba, debiéndose considerar que en la actualidad son normales velocidades de 7 a 9 km por hora.

La relación ancho de corte-profundidad reviste entonces importancia singular desde el punto de vista de la calidad de la aradura. Es así como panes de tierra que son volteados aproximadamente con un ángulo de 45° conforman entre pan y pan espacios porosos de un volumen (teóricamente) óptimo.

En términos generales, una relación donde la profundidad de arada varía entre el 50% y el 75% del ancho de corte de cada reja, provee el tipo de aradura explicada anteriormente.

Cuadro 4. Relación ancho de corte-profundidad.

Ancho de corte de una reja (cm)	Ancho de corte de una reja (pulgadas)	Profundidad (cm)	
		50%	75%
30,5	12	15,2	22,8
35,5	14	17,7	26,6
40,6	16	20,3	30,4
45,7	18	22,8	34,3

Considerando las características de los suelos argentinos, donde la capa arable es de profundidad relativamente escasa, del cuadro 4 se deduce el porqué del predominio de los arados con rejas de 35,5 cm (14 pulgadas) de corte. En efecto, dado la inversión del suelo que producen los arados de rejas, no resultan convenientes las aradas profundas ya que las partículas de arcillas contenidas en alto porcentaje en los horizontes inferiores, serán llevadas hacia arriba afectando las características superficiales.

Para un mismo tipo de vertedera e igual velocidad de avance, las distintas relaciones entre el ancho de corte de la reja y la profundidad influirán de la manera mostrada en la figura 9.

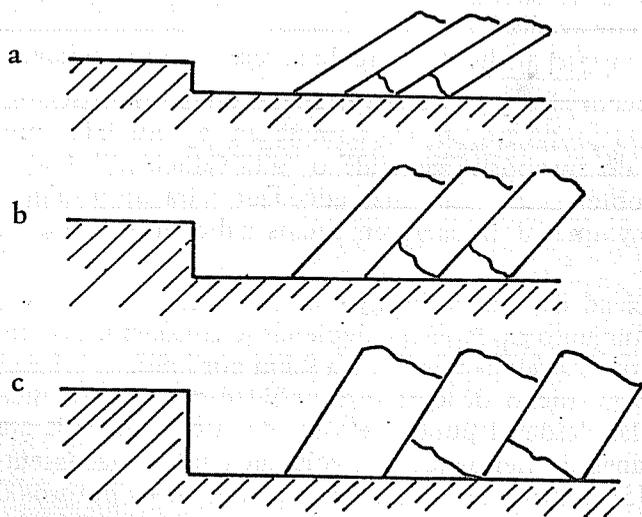


Figura 9. Relaciones entre el ancho de corte de la reja y la profundidad: a) vuelco excesivo; poca profundidad en relación al ancho de corte; b) vuelco óptimo; relación adecuada entre la profundidad y el ancho de corte; c) vuelco deficiente; mucha profundidad en relación al ancho de corte.

## Otros aspectos relacionados con la arada

### Desterronamiento

Un buen desmenuzamiento proveerá un equilibrio adecuado de los espacios entre terrones y reducirá el número de labores secundarias. Influirán sobre este aspecto las siguientes variables:

- textura y estructura del suelo,
- grados de compactación,
- tapiz vegetal existente (presencia o no de malezas rizomatosas),
- diseño del cuerpo de arado,
- humedad del suelo,
- velocidad de avance.

Estos dos últimos factores deben ser tenidos en cuenta al decidir el trabajo de arada.

Con respecto a la humedad, desde un punto de vista estrictamente teórico, cuanto mayor es el porcentaje de ésta, menor resistencia al corte y a la adhesión ofrecerá el suelo. Sin embargo, el momento de arada dependerá de las condiciones agronómicas a obtener, objetivo este que se cumple cuando el suelo está "friable".

Los suelos muy húmedos originarán superficies brillantes en la cara de la gleba que se deslizó sobre la vertedera. El desecamiento posterior y endurecimiento obligará a realizar labores más intensas para completar la preparación del suelo.

Si, por el contrario, se labran suelos secos (según textura) los terrones formados exigirán también tareas adicionales para su desmenuzamiento.

El estado de suelo "friable", que es aquel donde el mismo se desmenuza con facilidad, simplifica el trabajo de arada y las labores posteriores. No resulta sencillo de establecer por medio de parámetros concretos. En general, la experiencia del agricultor indica el momento adecuado. Tratando de relacionar el porcentaje de humedad del suelo, con la textura del mismo y esta condición de "friable", se incluye a continuación una guía práctica de campo, para juzgar el estado del terreno (cuadro 5).

En cuanto a la velocidad de avance, ésta deberá ser relacionada con la curvatura de la vertedera. En la actualidad, la mayoría de los diseños responden a vertederas para velocidades de 6,5 a 9,5 km/hora aproximadamente.

Cuadro 5. Guía para juzgar la humedad del suelo y decidir su arada.

Estado de humedad del suelo	Aspecto y tacto del suelo según la textura	
	Textura gruesa (arenoso, areno-franco)	Textura fina (arcillo-limoso, franco-arcilloso, arcilloso)
<b>SECO</b>	Seco suelto. Los gránulos se escurren entre los dedos.	Polvo seco; a veces ligeramente "costroso"; se rompe fácilmente pasando a polvo.
A		Dejará una capa de polvo entre los dedos al ser disgregado.
<b>MEDIANAMENTE SECO</b>	Aparentemente seco; no forma una bolita al ser firmemente apretado entre los dedos.	Algo terroso pero los agregados se mantienen unidos al ser presionados.
<b>OPTIMO, FRILABLE</b>	Aparentemente seco, no forma una bolita al ser firmemente apretado entre los dedos.	Forma bolitas, a veces plásticas. A veces tenderán a resbalar entre los dedos al ser apretadas.
A		Forma una bolita y cilindros al ser apretado entre el pulgar y el índice.
<b>MEDIANAMENTE HUMEDO</b>	Tiende a ser algo pegajoso, a veces forma bolitas muy débiles al ser presionados.	Forma fácilmente cilindros entre los dedos, es resbaloso al tacto.
<b>HUMEDO</b>	Al ser apretado no aparece agua libre, pero tiende a humedecer la mano al formarse la bolita.	Pegajoso entre los dedos.
A		
<b>MUY HUMEDO</b>	Aparece agua libre cuando la bolita es golpeada entre las manos.	Aparece agua libre presionando la bolita. Suelo lodoso.

Basado en tablas para la determinación del agua útil del suelo, recopiladas por el Ing. Agr. Carlos Puricelli (1966). El trazo grueso indica la zona aproximada donde el suelo está en condiciones óptimas de humedad para ser arado. Lógicamente existen zonas intermedias según la textura y el grado de humedad.

Las velocidades muy bajas no permitirán un vuelco adecuado y buen desmenuzamiento. Las velocidades altas arrojarán la tierra demasiado lejos y la potencia de tracción se verá incrementada innecesariamente. Además, el desmenuzamiento de la parte inferior de la capa arada puede ser menor a pesar de que en la superficie se observan terrones más pequeños. Si esta pulverización superficial es excesiva, las lluvias posteriores pueden producir encostramientos que impedirán el intercambio gaseoso.



Figura 10. Suelo sin cobertura vegetal de protección y planchado por una lluvia torrencial.

## Restos vegetales

En la mayoría de los casos, uno de los objetivos de arar con reja y vertedera es el cubrimiento total de los restos vegetales existentes en la superficie. Sin embargo, a los efectos agronómicos es deseable que los residuos no queden en la parte inferior de la gleba, sino ubicados entre dos panes de tierra sucesivos (vuelco ligeramente menor al tradicional).

Esta ubicación de los residuos permitirá un mejor intercambio de agua y aire favoreciendo la descomposición de la materia orgánica. Por el contrario, restos que se encuentran ubicados en la capa inferior permanecerán largo tiempo sin ser sometidos a los procesos biológicos de descomposición.

### EL CUERPO DEL ARADO PARTES QUE LO COMPONEN

El *órgano* activo o cuerpo de arado está integrado por los siguientes elementos (fig. 11):

- reja,
- vertedera,
- costanera,
- montante (también llamado "bota"),
- timón,
- cuchilla circular.

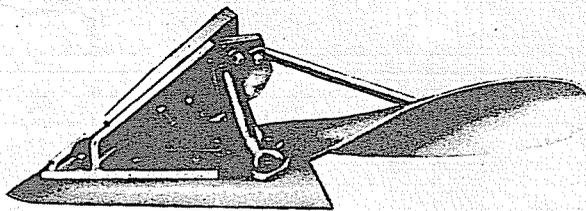


Figura 11. Vista inferior de un cuerpo de arado. Se observan: la reja, la vertedera, la costanera y el montante (bota).

## Reja

Es la encargada de efectuar el corte horizontal del pan de tierra e iniciar la elevación del mismo rotándolo ligeramente.

Por su posición origina la penetración del arado (efecto de cuña-succión) y está sometida a un desgaste notable por abrasión y fricción. Como dato ilustrativo, una reja de 35,5 cm de corte debe recorrer 28 km para arar una hectárea. Si tomamos 100 ha, según el número de rejas del arado, los kilómetros a recorrer son:

- |                      |        |                 |
|----------------------|--------|-----------------|
| - 4 rejas de 35,5 cm | 100 ha | 700 km por reja |
| - 6 rejas de 35,5 cm | 100 ha | 466 km por reja |
| - 8 rejas de 35,5 cm | 100 ha | 350 km por reja |

Como se observa, estos elementos deben reunir condiciones de resistencia máxima a la abrasión y la fricción.

Los tipos de rejas más usuales son dos: a) rejas para afilar (o picar), b) rejas acorazadas (con filo protegido).

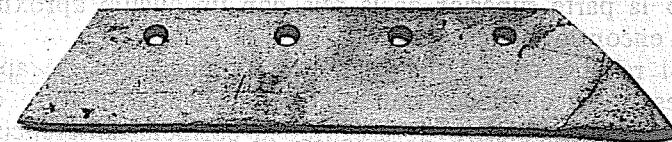
A



B



C



D

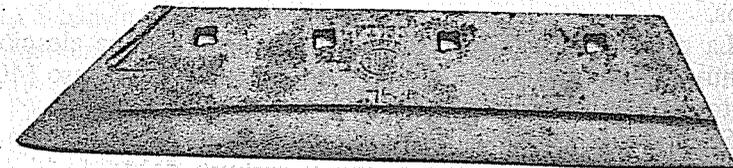


Figura 12. A) Reja para afilar. B) Reja acorazada, cara inferior. Filo protegido con material de aporte. C) Reja acorazada, cara superior. Puntera protegida con material de aporte. D) Reja preparada para acorazar. Cara inferior.

### a) Rejas para afilar

Se construyen en material de acero al carbono, SAE 1085, con una dureza aproximada de 280 unidades Brinnell.

#### *Cuidados y mantenimiento*

Al producirse el desgaste de este tipo de rejas, se debe proceder a restituir su forma y su filo originales mediante el estirado del material por forjado en caliente.

Es fundamental mantener los ángulos de las rejas tal como fueron construidos para obtener el mismo grado de penetración del arado.

Asimismo estas rejas no deben cementarse (acorar) ya que su alto contenido de carbono las torna muy quebradizas al realizar esta operación.

### b) Rejas acorazadas

Construidas en material de acero al carbono SAE 1060, con estructura específicamente apropiada para su acorazado. Posee alrededor de 210-230 unidades Brinnell de dureza.

La protección de la reja (acorazado) se realiza a lo largo de la parte inferior del filo, en un ancho de 25 X 1-2 mm de espesor en un tramo del lado superior de la puntera y 3-5 mm de refuerzo en los contornos de la punta y la cabeza. El afilado final se realiza amolando la parte superior de la reja con un ángulo aproximado de 30° hasta encontrar el material duro.

El relleno con el material duro (cementado), se aplicará por el proceso oxiacetilénico, con precalentamiento de todo el cuerpo de la reja con el objetivo de asegurar la correcta adherencia y una suficiente fluidez del material para facilitar la máxima formación de carburos.

La calidad de este material duro de aporte es una aleación ferrosa de muy alto contenido de cromo-carbono más manganeso (40% de elementos de aleación total).

Se presentan en varillas tubulares, que al ser correctamente aplicadas producen carburo de cromo y carburo doble de hierro de extraordinaria resistencia al desgaste por abrasión.

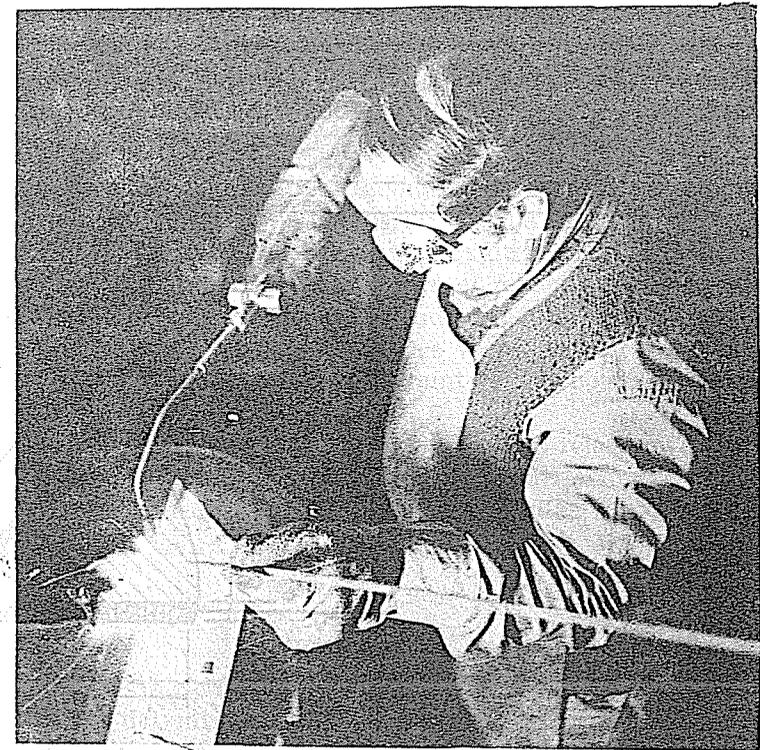


Figura 13. Acorazado de rejas. Proceso oxiacetilénico de aporte de material de gran dureza.

#### *Cuidados y mantenimiento*

En primer lugar, debe destacarse que estas rejas *no admiten* su reafilado *mediante forjado* (picado) sobre el mismo material de relleno por cuanto éste es muy duro y quebradizo.

Es sumamente *importante proceder al acondicionamiento de las rejas cuando se observa el comienzo del desgaste en las punteras de las mismas*. Este es el momento adecuado de proceder a reintegrar el material de aporte en esta zona, sin necesidad de hacerlo en todo el filo. Con este procedimiento se aumentará considerablemente el rendimiento de las rejas acorazadas.

Es evidente de que al no tener esta precaución, se producirá un de-

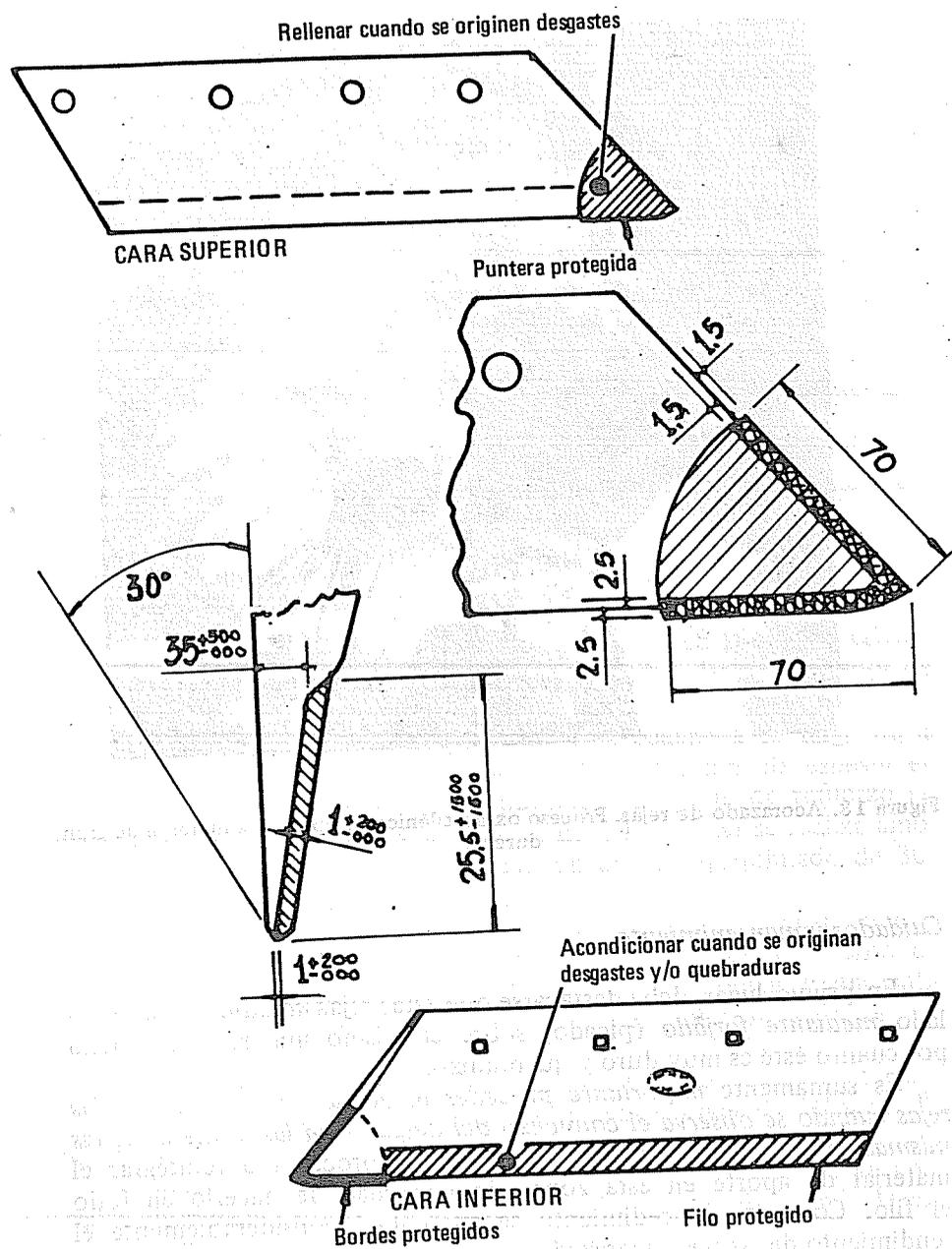


Figura 14. Mantenimiento de las rejas.

terio excesivo de la puntera y la inutilización progresiva y prematura del filo, llegando a la destrucción total de la reja. Asimismo, el desgaste de la puntera no corregido a tiempo, origina desgastes en la vertedera formándose canales profundos que obligan luego el recambio de este elemento.

Por otra parte, cuando deba acondicionarse toda la reja, deben eliminarse en forma total, los restos de la capa dura, para luego proceder a un forjado en caliente a los efectos de restituir la forma original de la reja. Finalmente se emparejará el rebaje de alojamiento del material de aporte y se procederá al nuevo acorazado. Esta práctica puede repetirse normalmente hasta tres veces, siempre que se haya mantenido en buenas condiciones la puntera, tal como se indicó anteriormente.

Con respecto al tamaño y a la forma de las rejas, en los últimos tiempos se ha producido una especie de estandarización con predominio de las denominadas tipo angosto, con puntas menos pronunciadas.

#### Vertedera

Es la responsable del vuelco del pan de tierra como también del desmenuzamiento del mismo. Su diseño es de fundamental importancia pues determinará el grado de vuelco que efectúe y el esfuerzo de tracción necesario para arrastrar el arado.

El rozamiento intenso entre la tierra y la superficie de la vertedera obligan no sólo a considerar su forma sino también la elección de materiales que sean de fácil pulimento y resistencia a la abrasión.

Diversas formas responden a distintos objetivos de la labranza, de tipos de suelos y de velocidades de trabajo. Las vertederas netamente cilíndricas y cortas fueron más utilizadas cuando las velocidades de trabajo eran menores que las actuales. Las de forma helicoidal son más aptas para suelos arcillosos y pesados, mientras que en la actualidad han tenido mayor difusión las vertederas que combinan las dos formas antes citadas adaptándose a las condiciones de alta velocidad (6,5/9 km/hora). Estas vertederas utilizadas a velocidades inferiores producen un rebatimiento menor del pan de tierra y el cubrimiento de los restos vegetales puede ser deficiente.

Si bien no es factible lograr un diseño que satisfaga totalmente los requerimientos de todas las zonas y suelos, en Argentina, con bastante éxito, se ha difundido el tipo de vertedera denominada de alta

velocidad, existiendo diferencias constructivas en el material utilizado en función de las características del suelo a arar.

Las vertederas conocidas como "comunes" se construyen por lo general, en material de chapa de acero SAE 1085. El tratamiento térmico a que se las somete, otorga una dureza aproximada de 40 Rockwell "C".

Son de una oxidación superficial relativamente rápida y los suelos de características adherentes, se pegan con facilidad, llegando en casos extremos a imposibilitar la arada.

Otro tipo de material utilizado es el acero denominado "triplex". Se trata de una chapa constituida por tres capas donde las dos exteriores poseen características distintas a la central (fig. 5).



Figura 15. Acero "triplex", constituido por: a y c) capa de acero con alto contenido de carbono; b) capa flexible. Las capas exteriores adquieren gran dureza mediante el tratamiento térmico, lo que les otorga mayor durabilidad y mejor superficie de pulido.

Las capas exteriores son de acero aleado con cromo, mientras que la interior es de hierro dulce, lo que otorga flexibilidad evitando roturas de la vertedera.

La calidad del acero de las capas exteriores permite un tratamiento térmico (temple) que asegura una dureza del orden de los 64 a 65 Rockwell "C".

La superficie obtenida es de naturaleza vítrea, mantiene un perfecto pulido "al espejo" y es de elevada resistencia al desgaste por fricción y abrasión. Esta condición permite trabajar en zonas donde los suelos por sus características texturales, son de gran adherencia.

#### Costanera

Es una placa en posición vertical que está adosada en la parte lateral izquierda del cuerpo de arado y absorbe la componente lateral originada por la presión de la tierra, apoyando contra la pared del surco. Generalmente se las construye en acero SAE 1045.

En los arados modernos, diseñados para alta velocidad se suele agregar una sobrecostanera de alta resistencia al desgaste, preferentemente construida en acero SAE 1085.

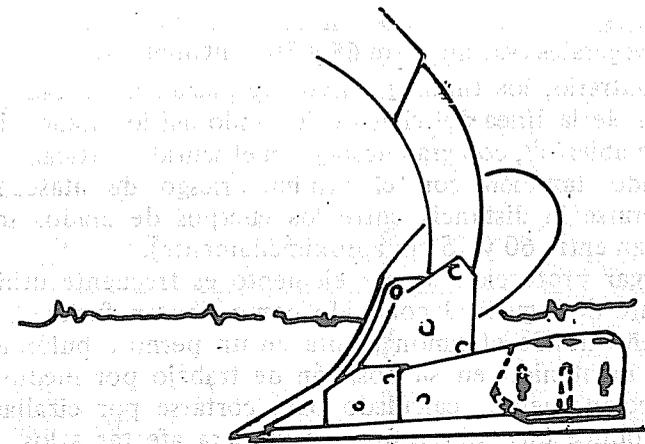


Figura 16. Patín deslizante colocado en la costanera del último cuerpo de arado.

En el último cuerpo de arado, la costanera presenta un largo mayor asegurando la estabilidad del arado y evitando que éste se cruce con respecto al sentido de marcha y manteniendo el ancho de corte correcto.

Finalmente, en muchos modelos se incluye también un talón o patín deslizante que en posición horizontal se apoya ocasionalmente en el fondo del surco (fig. 16). Este patín otorga estabilidad en el sentido vertical y es regulable en altura con relación a la costanera.

#### Montante

Complementa el conjunto reja-vertedera-costanera y sirve para unir a estos elementos conformando el cuerpo de arado.

#### Timón

Es el encargado de unir el cuerpo de arado al bastidor o chasis de la máquina.

Resulta de particular importancia la resistencia de esta pieza pues soporta todos los esfuerzos que se aplican sobre el cuerpo del arado.

Básicamente existen dos tipos: a) rectos, b) curvos.

Los primeros ubican el cuerpo debajo del bastidor del arado, resultando importante la distancia entre la punta de la reja y la parte inferior del chasis (luz o despeje) pues a mayor espacio existen meno-

res posibilidades de atascamientos en terrenos con volúmenes elevados de restos vegetales (varían entre 65 a 80 centímetros).

Por el contrario, los timones curvos desplazan al cuerpo del arado por detrás de la línea del chasis originando así los arados denominados "a cielo abierto", con gran despeje en el sentido vertical.

Relacionado también con el mínimo riesgo de atascamientos debe considerarse la distancia entre los cuerpos de arados sobre el bastidor (varían entre 60 y 75 cm aproximadamente).

Para otorgar protección a este elemento es frecuente utilizar un sistema de zafe de seguridad conocido como "bulón fusible". Se trata de un diseño donde el timón pivota en un perno o bulón de gran sección y es mantenido en su posición de trabajo por medio de un bulón de sección menor, calculado para cortarse por cizallamiento cuando se produce una sobrecarga que pudiera afectar a los componentes del cuerpo de arado.

La ubicación del centro de pivotamiento del timón reviste importancia para el funcionamiento del sistema. Cuando este centro no se encuentra sobre la línea vertical que pasa por la punta de la reja, al producirse el zafe, el cuerpo de arado se desplaza describiendo un radio en el cual la punta de la reja pasa por debajo del nivel de las restantes, debiendo soportar por un momento gran parte del peso del arado (fig. 17A).

En condiciones de suelos duros y/o arados de gran tamaño generalmente se producen roturas o deformaciones de algunos de los componentes de ese cuerpo.

En los diseños donde el centro de pivotamiento coincide con la vertical que pasa por la punta de la reja (fig. 17B), el cuerpo de arado se desplaza hacia atrás y hacia arriba evitando sobrecargas.

Cuando se produce el corte de uno de estos bulones se lo debe restituir luego de colocar el cuerpo del arado en su posición normal de trabajo. Ello significa que estos sistemas son de protección para obstáculos o sobrecargas eventuales que accidentalmente pudieran encontrarse en el terreno.

Contrariamente, cuando se trata de terrenos con obstáculos de presencia frecuente (piedras, raíces, etc.) es necesario recurrir al uso de mecanismos de zafe con reingreso automático (fig. 18).

Estos mecanismos están diseñados para retornar, sin intervención del operador, a su posición normal de trabajo una vez superado el obstáculo que produjo el zafe. En estos sistemas también es válida la consideración referente a la posición del centro de pivote con la punta de la reja.

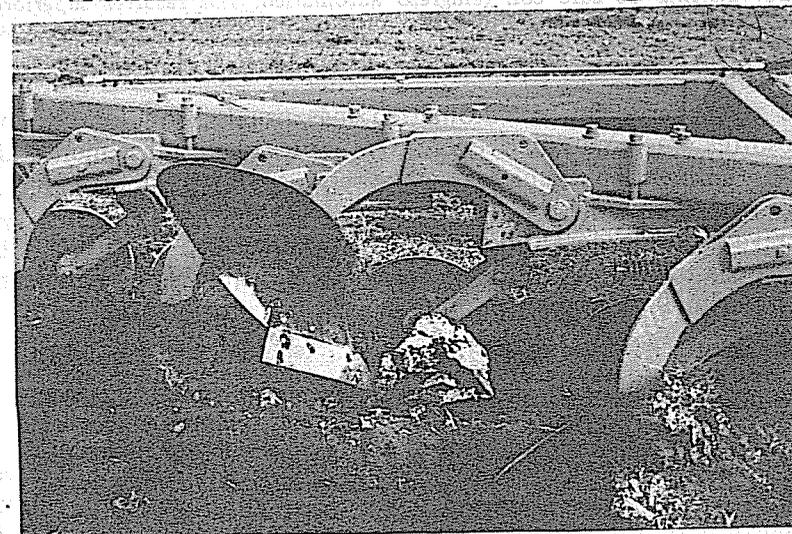
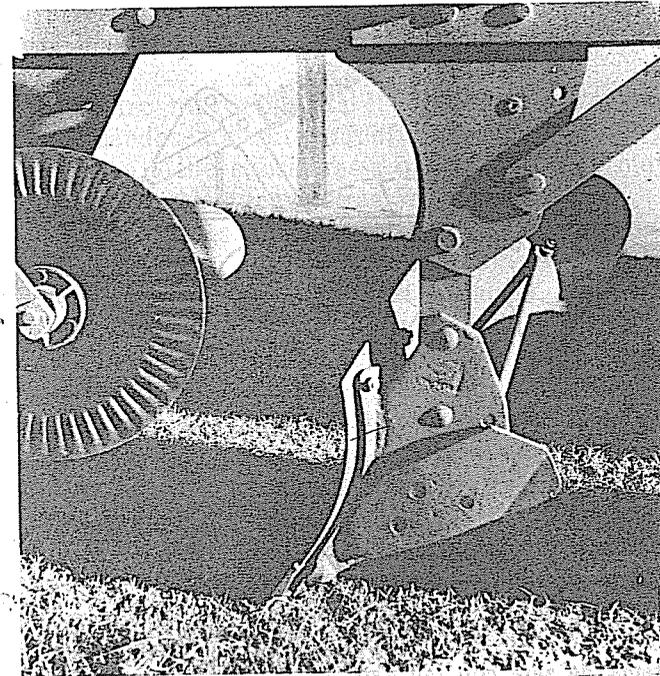


Figura 17. Cuerpo de arado con bulón fusible de seguridad. A) El centro de pivotamiento del timón está ubicado detrás de la línea vertical que pasa por la punta de la reja. B) El centro de pivotamiento del timón está ubicado sobre la línea vertical que pasa por la punta de la reja. El cuerpo se mueve hacia arriba y atrás.

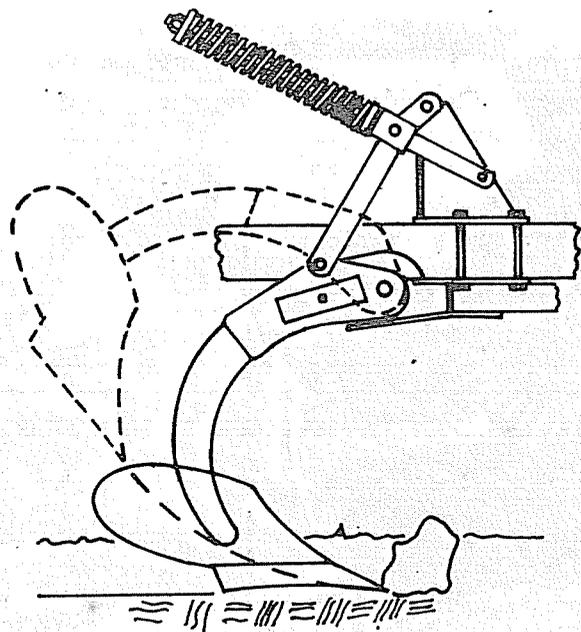


Figura 18. Sistema de zafe con reingreso automático. Los resortes superiores, comprimidos al elevarse el cuerpo de arado, producen el retorno a su posición normal, una vez superado el obstáculo.

Los zafes de reingreso automático más usuales son los que poseen resortes que acumulan energía durante el desplazamiento del cuerpo y aprovechan dicha carga para retornarlo a su posición de trabajo.

Una variante de desarrollo más reciente es el uso de sistemas hidráulicos combinados con un reservorio de gas que al ser comprimido acumula una carga que permite el retorno una vez superado el obstáculo.

#### Cuchilla circular

Complementan la labor del cuerpo de arado, efectuando el corte vertical del pan de tierra. Son de particular importancia para producir un corte limpio de la pared del surco, evitar desgastes excesivos de la vertedera y disminuir los riesgos de atascamientos en terrenos con abundante rastrojo.

Tradicionalmente las cuchillas circulares eran de un diámetro de

457 mm (18 pulgadas) pero en la actualidad se han difundido las de 508 mm (20 pulgadas) y en menor medida las de 609 mm (24 pulgadas).

Este diámetro mayor facilita el comportamiento en terrenos con rastrojo obteniéndose un corte más eficiente de los mismos.

Sin embargo, debe considerarse que cuchillas de mayor diámetro poseen menor capacidad de penetración.

Con respecto a la superficie de las cuchillas, ésta puede ser lisa u ondulada. En el primer caso se obtiene una penetración óptima mientras que en el segundo, dado la forma ondulada, la superficie se afirma con el suelo asegurando el giro de la cuchilla y un corte eficiente de los rastrojos. Asimismo; por su característica constructiva se produce un autoafilado durante el avance en el terreno. No obstante, su capacidad de penetración puede verse comprometida en suelos duros.

Una variante aún no utilizada en Argentina es la cuchilla cóncava (fig. 19A) que por su forma invierte parcialmente el suelo mejorando la capacidad de cubrimiento del arado. Por otra parte debe considerarse que el esfuerzo de tracción se incrementa con este tipo de cuchillas.

La cuchilla está unida al bastidor por medio de un vástago con soporte de brazo único o doble. Este soporte puede ser fijo o articulado mediante el agregado de un resorte que permite a la cuchilla oscilaciones en sentido vertical.

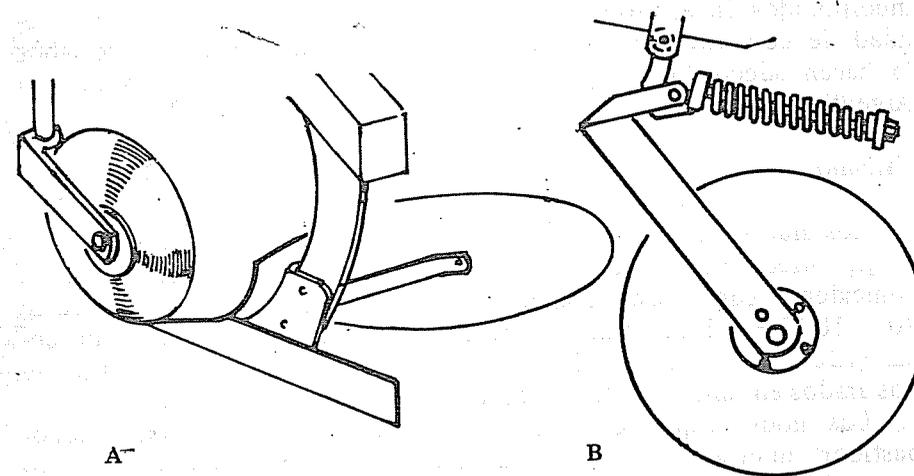


Figura 19. A) Cuchilla cóncava. B) Cuchilla circular dotada de un sistema de resorte que permite su elevación parcial cuando es sometida a una sobrecarga.

Esta condición es de importancia en arados de gran tamaño y/o peso elevado puesto que en suelos duros la elevación de la cuchilla evitará esfuerzos perjudiciales sobre la misma (fig. 19B).

### TIPOS DE ARADOS

Teniendo en cuenta la forma en que el arado se acopla al tractor, distinguimos dos tipos de arados utilizados en Argentina:

- a) de tracción libre, también conocidos como "de arrastre",
- b) montados sobre enganche hidráulico de tres puntos, también denominados "integrales".

En el presente manual no se tratarán otras variantes que no sean de uso corriente en el país tales como los arados semimontados o semi-integrales, los reversibles o bidireccionales y los de ángulo variable (ancho de corte ajustable).

### ARADOS DE ARRASTRE

Son los de mayor difusión en el país. El acople se hace por medio de una barra de enganche a la barra de tiro del tractor. Contrariamente a lo que sucede en los arados montados, los mecanismos de elevación, control de profundidad, nivelación y transporte están incorporados en el propio arado lo que determina su mayor complejidad de construcción y costo. Sin embargo, su gran ancho de labor lo hacen adecuado al tipo de explotación extensiva que existen en Argentina.

#### Tamaño

Los arados de arrastre tienen de 4 a 18 cuerpos en Argentina. Existe gran predominio en el mercado de los modelos de 5, 6 y 7 cuerpos coincidente con la potencia media de los tractores que oscila entre 70 y 100 HP. El advenimiento reciente de tractores de mayor potencia (120-160 HP, eventualmente más de 200 HP) indujo al uso de dos arados en tándem o de arados articulados de hasta 18 cuerpos.

Los modelos que poseen entre 4 y 7 cuerpos son del tipo "monobastidor" mientras que los de mayor tamaño, se construyen en secciones articuladas de manera tal que las irregularidades del terreno son "copiadas" por el arado manteniéndose uniforme la profundidad de arada.

Cuadro 6. Tamaño de los arados de arrastre, indicando el número de cuerpos y el ancho de labor teórico.

Número de cuerpos	ANCHO DE LABOR		
	Rejas de 30,5 cm (12")	Rejas de 35,5 cm (14")	Rejas de 40,6 cm (16")
4	1,220 m	1,420 m	1,624 m
5	1,525 m	1,775 m	2,030 m
6	1,830 m	2,130 m	2,436 m
7	2,135 m	2,485 m	2,842 m
8	2,440 m	2,840 m	3,248 m
9	2,745 m	3,195 m	3,654 m
10	3,050 m	3,550 m	4,060 m
11	3,355 m	3,905 m	4,466 m
12	3,660 m	4,260 m	4,872 m
13	3,965 m	4,615 m	5,278 m
14	4,270 m	4,970 m	5,684 m
15	4,575 m	5,325 m	6,090 m
16	4,880 m	5,680 m	6,496 m
17	5,185 m	6,035 m	6,902 m
18	5,490 m	6,390 m	7,308 m

### Rodados y mecanismos conexos

Los arados se sustentan sobre tres puntos de apoyo que según su ubicación dan origen al nombre con que se designa a cada una de las ruedas del arado.

Así se tienen: a) rueda de surco, b) rueda de rastrojo y c) rueda de cola.

*Nota.* En algunos arados, un cuarto punto de apoyo puede constituirlo una rueda denominada "controladora de profundidad".

#### RUEDA DE SURCO

Es el apoyo delantero derecho del arado. Durante el trabajo avanza dentro del surco abierto por el arado en la pasada anterior.

La manera en que está montada al bastidor, determina tres posibilidades:

- a) Rueda de surco no orientable (comúnmente denominada "fija").

Esta rueda avanza paralela al sentido de marcha y no se orienta en el sentido de giro durante los virajes en cabeceras y transporte.

Debido a esta característica, los giros son dificultosos llegando a derrapar la rueda. Prácticamente ha caído en desuso y su aplicación se limita a arados de poco número de cuerpos.

- b) Rueda de surco orientable con la barra de enganche del arado (fig. 20). En este caso durante los giros del equipo tractor-arado, la rueda se orienta en el sentido respectivo merced a una barra de dirección que se une a la barra de enganche.

Toda vez que se cambie la posición de la barra de enganche del arado, la barra de dirección deberá alargarse o acortarse a los efectos de mantener el paralelismo de la rueda con la pared del surco (o sentido de marcha). Asimismo, la barra de enganche necesariamente deberá ubicarse sobre la línea recta imaginaria que une

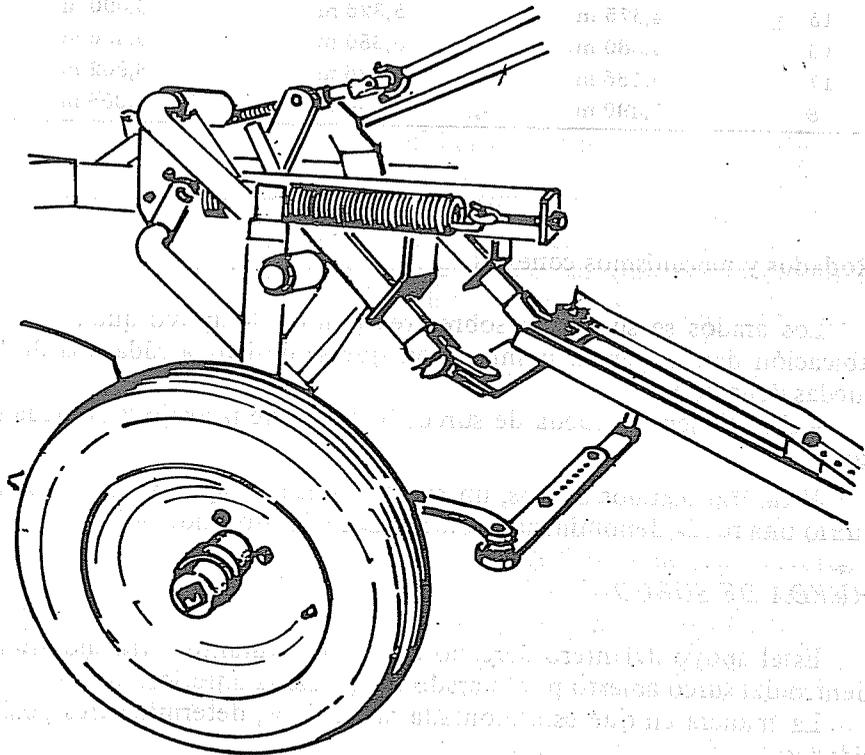


Figura 20. Rueda de surco orientable mediante la barra de enganche del arado.

el centro de tiro del tractor con el centro de resistencia del arado (ver más adelante enganche al tractor) a los efectos de que el movimiento de orientación de la rueda sea igual hacia la derecha o izquierda.

- c) Rueda de surco auto-orientable (fig. 21). En este sistema, de aplicación más reciente, la rueda se monta sobre un eje acodado que permite su auto-orientación. Direccionalmente puede girar 360° obteniéndose una gran maniobrabilidad incluyendo la posibilidad de retroceder con el equipo.



Figura 21. Rueda de surco auto-orientable; giro completo (360°).

A los efectos de subir o bajar el arado desde adelante, la rueda de surco está dotada de movimientos en el plano vertical. Esta variación de posición con respecto al bastidor se obtiene:

- 1) por su interconexión mediante sistemas de palancas con la rueda de rastreo (donde se ubica el mecanismo de levante),
- 2) por medio de un cilindro hidráulico de control remoto propio.

En el primer caso, un registro permite lograr la nivelación transversal del arado: mayor o menor profundidad en los cuerpos delanteros. Cuando se dispone de un cilindro hidráulico de control remoto (segundo) la nivelación se obtendrá variando el recorrido del cilindro o limitando el movimiento del sistema de rueda de surco.

### RUEDA DE RASTROJO

Se ubica aproximadamente en la parte central del arado y hacia la izquierda, avanzando sobre el suelo sin arar.

En los arados de hasta 7 cuerpos; se utiliza una sola rueda de rastrojo, mientras que en los de mayor número de cuerpos se aplican 2 ruedas que según su disposición pueden ser:

- duales o apareadas: incrementan la sustentación del arado, pero en terrenos de superficie irregular no aseguran la uniformidad en la arada,
- basculantes (fig. 22): están desencontradas entre sí y montadas sobre un sistema de balancín que permite un movimiento alternativo de las ruedas brindando uniformidad de arada aún en superficies relativamente irregulares.

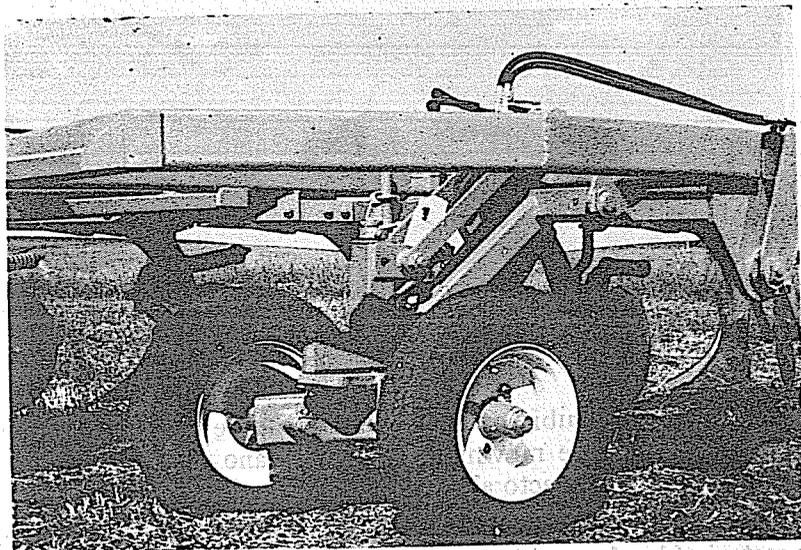


Figura 22. Ruedas de rastrojo tipo basculantes.

Las ruedas de rastrojo se orientan en el sentido de marcha no modificándose su posición. No obstante en los arados de gran ancho de trabajo puede recurrirse a un mecanismo que permita cambiar su posición a los efectos de orientar el equipo reduciendo su ancho total y facilitando el transporte:

### Mecanismos conexos

Esta rueda posee movimientos en el sentido vertical, obteniéndose así la elevación o el descenso del arado. En este sector se encuentra el sistema de levante general de la máquina y por ende el control de la profundidad de trabajo del equipo.

Los tipos de levante pueden ser dos: mecánico e hidráulico.

El levante *mecánico* necesita para su accionar de la rotación de la rueda (avance del arado en el terreno) y se opera desde el tractor mediante una cuerda (fig. 23).

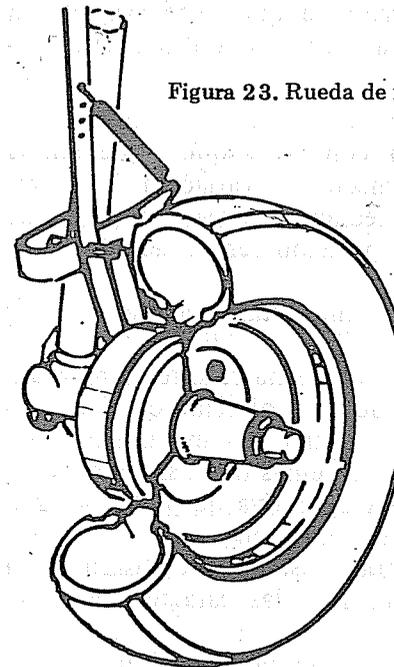


Figura 23. Rueda de rastrojo con mecanismo de levante mecánico.

Debido a que estos tipos de levante necesitan del avance del equipo para su funcionamiento, su principal limitación es la imposibilidad

de desclavar la máquina cuando se torna dificultoso el avance del tractor (patinamiento en sector anegado; atascamientos; potencia insuficiente; etcétera).

Existen dos tipos básicos:

- a) *en seco*, también llamado de media vuelta porque precisamente en ese recorrido de rueda completan su ciclo elevando o bajando la máquina. El descenso puede ser brusco, siendo necesario recurrir al agregado de resortes compensadores que amortiguan el efecto. Por otra parte, la energía cinética acumulada en estos resortes es aprovechada luego para elevar el arado impidiendo el arrastre de la rueda sobre el terreno (inversamente, los resortes con una tensión excesiva, originarán el arrastre de la rueda al clavar la máquina),
- b) *en baño de aceite o con retardo*: para cumplimentar su ciclo, necesitan de una vuelta completa de rueda, razón por la cual el ascenso y descenso de la máquina es más lento. Esta característica hace que en terrenos con abundante rastrojo, puedan originarse atascamientos al clavar el arado ya que debe avanzar un tramo equivalente al perímetro de la rueda para alcanzar su profundidad normal de trabajo.

Ambos sistemas mecánicos utilizan en la rueda de rastrojo cubiertas del tipo "pantaneras", es decir con tacos que aumentan la adherencia de la rueda en el suelo. Asimismo, la variación de la profundidad general de arada se controla mediante un registro que actúa sobre estos mecanismos modificando la posición (en el sentido vertical) de la rueda con respecto al bastidor.

Finalmente, es de señalar que estos sistemas están reemplazados por cilindros hidráulicos de control remoto.

En el caso del levante *hidráulico* se aprovecha el sistema hidráulico del tractor para instalar un cilindro de control remoto (el tractorista lo acciona desde el tractor) que produce los movimientos de elevación o descenso del arado (fig. 24). Además de la simplificación de los mecanismos, se obtiene la ventaja operativa de poder subir o bajar el arado sin necesidad de avanzar sobre el terreno.

Por otra parte, sin detenerse, el tractorista puede disminuir la profundidad de labor adecuando la misma a las características del trabajo.

El control general de la profundidad se efectúa directamente limitando el recorrido del vástago del cilindro.

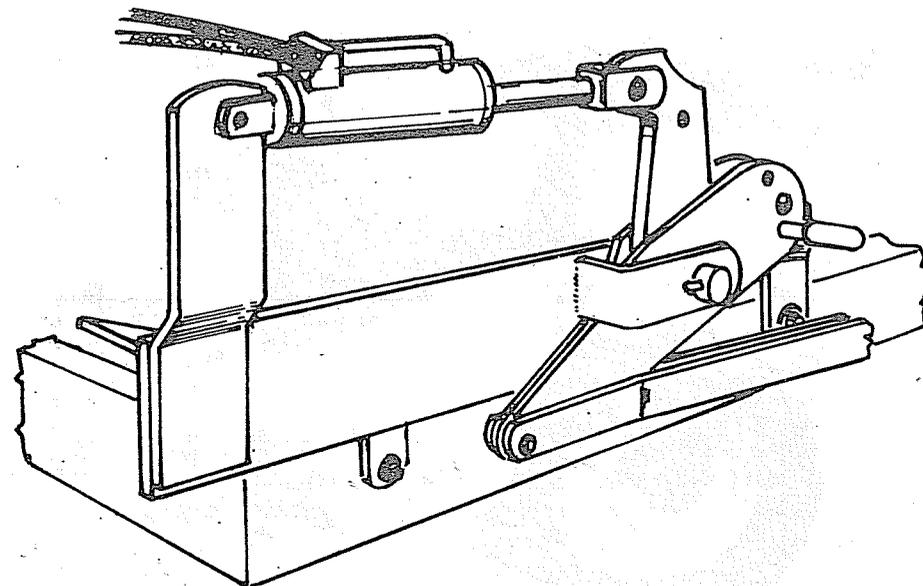


Figura 24. Mecanismo de levante por medio de un cilindro hidráulico de control remoto.

### RUEDA DE COLA

Como su nombre lo indica, se ubica en la parte posterior del arado, detrás del último cuerpo avanzando dentro del surco abierto por éste.

En la mayoría de los arados modernos esta rueda es auto-orientable en el sentido de avance y el diseño de su montante permite un giro completo de 360° para orientarse durante el retroceso (fig. 25).

Existe siempre algún mecanismo que permite variar la altura del arado desde atrás (nivelación longitudinal) aunque en la operación de puesta a punto esta regulación es utilizada esporádicamente.

No obstante, es de fundamental importancia la posición (en el sentido vertical) de esta rueda, ya que la misma soporta el peso del arado desde la parte posterior, actuando como un verdadero talón rotativo.

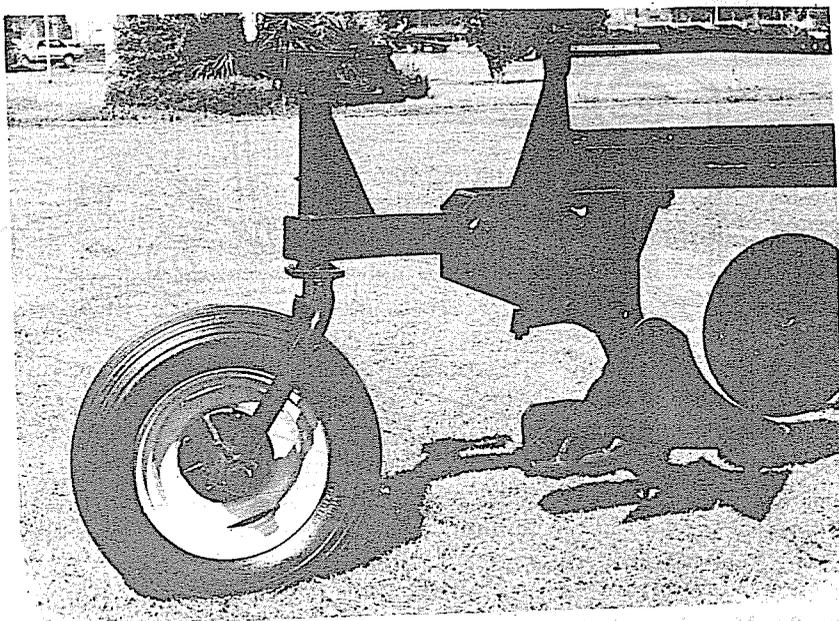


Figura 25. Rueda de cola auto-orientable, de giro completo (360°). Un mecanismo de traba del eje (parte superior) mantiene firmemente a la rueda en su posición durante el transporte en alta velocidad.

### Mecanismos conexos

En los arados con levante mecánico o de cilindro hidráulico único (ubicados en el sistema de la rueda de rastrojo) la rueda de cola se interconecta con estos mecanismos para elevar o bajar el arado desde la parte posterior.

Cuando se trata de arados con controles hidráulicos en sus tres ruedas, un cilindro instalado en el sistema de la rueda de cola controla este sector. Asimismo, la limitación del recorrido del vástago del cilindro o del mecanismo de la rueda provee la nivelación longitudinal del arado.

### RUEDA ACCESORIA PARA CONTROL DE PROFUNDIDAD

Esta rueda se aplica en casos de terrenos que por sus características ofrecen dificultades para una arada uniforme. Avanza sobre

la tierra sin arar y se ubica hacia la parte posterior del arado, cercana al último cuerpo.

Su función es limitar la penetración del arado cuando se produce una succión excesiva. Es frecuente este inconveniente en terrenos con malezas rizomatosas [gramón (*Cynodon dactylon*) o similares] donde el arado tiende a profundizarse aumentando el esfuerzo de tracción. Asimismo, en suelos extremadamente duros o con variaciones significativas en su resistencia a la penetración y corte esta rueda disminuye sensiblemente las variaciones de la profundidad.

Un mecanismo regulador de altura (fig. 26), permite ajustar esta rueda en forma tal que apoye ligeramente en el suelo (a la profundidad de arada), soportando parte del peso del arado cuando éste tiende a penetrar más de lo debido.

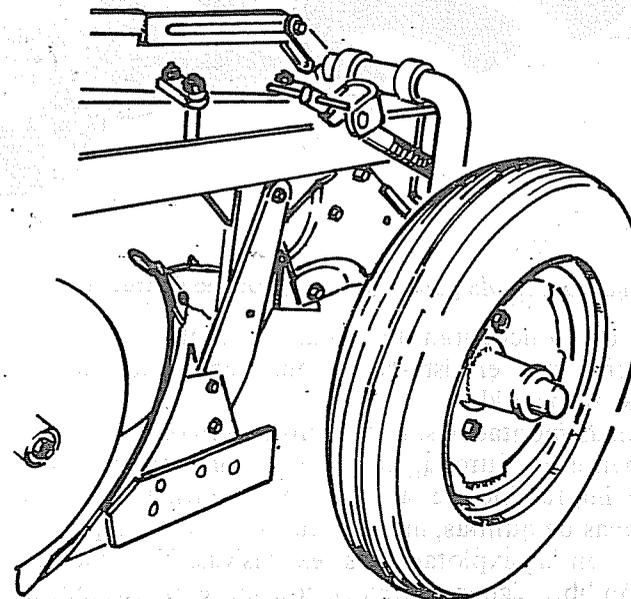


Figura 26. Rueda para control de la profundidad. Un registro roscado permite variar su posición para obtener las distintas profundidades de trabajo.

## ARADOS MONTADOS

Los arados montados también llamados de enganche hidráulico de tres puntos, se acoplan al tractor mediante dos brazos inferiores y un brazo superior (llamado tercer punto). El arado presenta una torre de acople, con un eje transversal inferior y un perno superior (fig. 27).

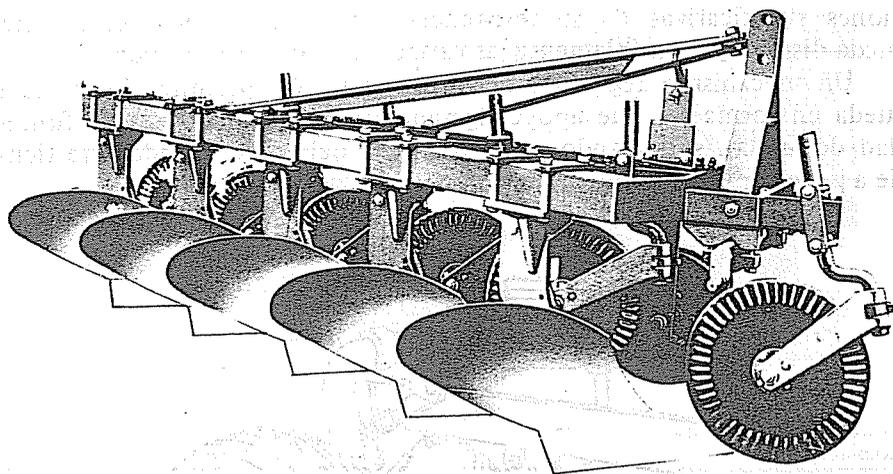


Figura 27. Arado para enganche hidráulico de tres puntos.

Estos arados no necesitan de ruedas y durante el transporte son elevados totalmente por el sistema de enganche hidráulico del tractor, manteniéndose suspendidos.

Las máquinas montadas son de utilización común en todo el mundo, especialmente en Europa, donde el tamaño pequeño de las explotaciones hace imprescindible su uso. En Argentina tienen mayor difusión en las zonas de quintas, montes frutales, etc., aunque también —en menor grado— en las explotaciones extensivas. No obstante, los sistemas de tracción libre siguen prevaleciendo sobre los equipos montados.

Si bien las máquinas de acople integral ofrecen ventajas considerables en lo que se refiere al mejor aprovechamiento de la potencia del tractor, no debe olvidarse que su reducido ancho de labor es una limitación de importancia para el tipo de explotación argentina. En efecto, los arados montados no sobrepasan los 5 cuerpos por razones de equilibrio anteroposterior del tractor y capacidad de elevación del sistema hidráulico.

Una variante que viene a solucionar este inconveniente son los equipos semimontados, en los que la parte posterior de la máquina permanece apoyada en el suelo (mediante una rueda) y permite así ampliar el número de cuerpos del arado. Por el momento, no están disponibles aún en Argentina.

Cuadro 7. Número de cuerpos y ancho de labor teórico de los arados montados.

Número de cuerpos	Ancho de labor teórico	
	Rejas de 30,5 cm (12")	Rejas de 35,5 cm (14")
3	0,915 m	1,065 m
4	1,220 m	1,420 m
5	1,525 m	1,775 m

### Componentes del enganche hidráulico de tres puntos

#### BRAZOS

La unión entre el tractor y la máquina se efectúa por intermedio de tres brazos del propio tractor. El brazo superior resiste la fuerza de empuje de la máquina y los dos inferiores ejercen la tracción del tractor a la máquina. Son encargados, además, de elevar el arado cuando el operador así lo "ordena" desde el comando que posee en el tractor.

Los brazos inferiores están limitados en su movimiento lateral por cadenas conectadas a la parte inferior del tractor. Esto impide que los brazos, especialmente en los giros, puedan tocar los neumáticos del mismo.

#### Categorías de enganche

La disposición de los brazos según lo mencionado anteriormente, fue adoptada por todos los fabricantes, siendo así posible lograr la intercambiabilidad de los equipos. En la medida que se desarrollaron máquinas y tractores más grandes, fue necesario aumentar las dimensiones del mecanismo. Los fabricantes han adoptado normas uniformes para las dimensiones y se establecieron tres grandes grupos, denominados categorías de enganche.

La *categoría I* responde a los mecanismos de tractores de baja potencia, la *categoría II* a los tractores medianos y la *categoría III* a los grandes. En Argentina predominan las categorías I y II.

Generalmente es posible intercambiar el uso de máquinas de una categoría con tractores de otra, pero es *importante* utilizar en esos casos los adaptadores correspondientes (cambio de pernos, bujes, etcétera).

#### *Accionamiento desde el tractor*

La forma de operar varía según el tipo de tractor, por lo tanto, deberá consultarse el manual correspondiente.

Por lo general, los controles poseen:

- a) Palanca de *subir-bajar*. Permite regular la profundidad de la máquina. Lleva un tope para limitar su recorrido, de forma tal que en las cabeceras se retorne fácilmente a la profundidad de trabajo.
- b) Palanca para accionar o anular el sistema de control de la tracción. Permite seleccionar la forma de operar del sistema. Lleva distintas posiciones denominadas "Control de Carga", "Esfuerzo Controlado", "Control de Profundidad", "Profundidad Constante" o "Control de Posición". Todas estas alternativas varían según el diseño del tractor, pero pueden resumirse en dos ideas básicas:
  - b.1) Esfuerzo controlado. En esta posición, el sistema elevará el arado en forma automática toda vez que haya un aumento del esfuerzo de tracción por una irregularidad en el terreno. Esta disminución de la profundidad restablece la carga en el motor. Una vez pasada la zona de terreno que exigía mayor esfuerzo, el arado recupera su profundidad normal. Es posible controlar (mediante la puesta a punto correcta del equipo) la "*sensibilidad*" con que reacciona el sistema (ver más adelante).
  - b.2) Profundidad constante. En esta posición el sistema *no es sensible* a los cambios en el esfuerzo de tracción y por lo tanto no se producen variaciones en la profundidad en forma automática.
- c) Palanca para variar la velocidad de subir-bajar el equipo. En algunos tractores por medio de un tornillo especial de ajuste, en otros una palanca al efecto, etc. En todos los casos permite que la máquina baje o suba con mayor o menor velocidad. En equipos más pesados por ejemplo, se utiliza una velocidad de accionamiento menor para evitar caídas bruscas.

#### *Ventajas del sistema de enganche de tres puntos*

- Fácil traslado del equipo tractor-máquina.
- Rapidez para eliminar atascamientos, elevando el arado con el sistema hidráulico.
- Maniobrabilidad del equipo en giros, cabeceras, posibilidad de retroceso.
- Mínimo mantenimiento por poseer menor cantidad de elementos (ruedas, manivelas, etcétera).
- Simplicidad y menor costo.
- Posibilidad de "*transferir peso*" a las ruedas posteriores del tractor, obteniéndose adherencia extra, menor patinamiento y mejor aprovechamiento de la potencia. Por ser ésta la ventaja más sobresaliente y la que diferencia al sistema de los de tracción libre, nos extenderemos en particular.

#### *Transferencia de peso*

Se produce el efecto cuando el equipo opera en la posición de "*esfuerzo controlado*".

En la mayoría de los sistemas el efecto se produce porque ante un mayor esfuerzo de tracción, la máquina tiende a elevarse desde atrás, originando una fuerza de empuje en el brazo superior de acople (tercer punto). Este empuje acciona un mecanismo de palancas que a su vez acciona una válvula encargada de "dar la orden" de elevar la máquina. Es fácil comprender que ante esta situación, el peso del equipo acoplado es totalmente soportado por los brazos del hidráulico transfiriéndose así parte del peso a las ruedas posteriores del tractor lo que permite aumentar la adherencia de las ruedas, al mismo tiempo que disminuye la potencia necesaria para la tracción, porque se ha disminuido también la profundidad.

Esto implica que en suelos que presenten significativas diferencias de resistencia a la remoción, se originarán variaciones continuas de profundidad, que si son importantes afectarán la calidad de trabajo. Por lo tanto la "*sensibilidad*" con que reacciona el mecanismo debe ser controlada según las necesidades del trabajo a efectuar.

Existen dos formas de controlar la sensibilidad del sistema:

- a) Distintas posiciones en que se puede ubicar el brazo superior de acople en el tractor.

b) Mediante una válvula propia del levante hidráulico (ver manual del operador o manual del faller).

A los efectos de la puesta a punto de campo, interesa solamente la primera alternativa. Tal como se explicó anteriormente, la "orden" para levantar el equipo se origina cuando el brazo superior recibe un empuje accionando así un sistema de válvulas. Según la posición en que se encuentre este brazo en su conexión con el tractor, se obtendrán distintos grados de sensibilidad del sistema hidráulico (fig. 28). A los efectos de la puesta a punto, podrá modificarse entonces la posición del brazo superior, encontrándose para ello varias perforaciones en la palanca de conexión al tractor. Las oscilaciones de esta palanca (producidas por el mayor o menor empuje del brazo superior) actuarán sobre la válvula en cuestión. La palanca citada posee un punto de pivotamiento y perforaciones de conexión con el brazo. En la medida que se conecta en la perforación más alejada del punto de pivotamiento, mayor será la sensibilidad de reacción del hidráulico.

Como norma general se utiliza una sensibilidad baja con equipos

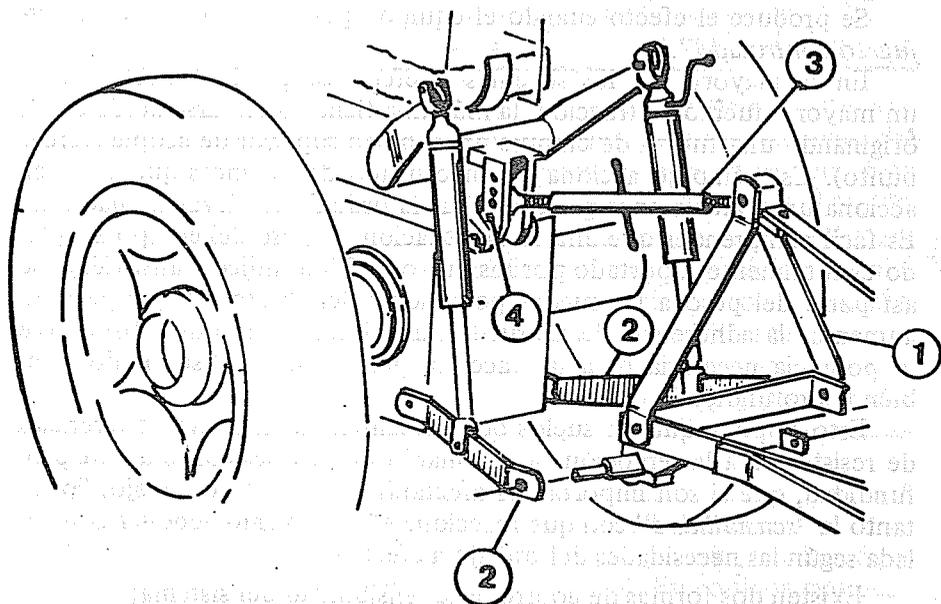


Figura 28. 1) Torre de acople del arado; 2) Brazos inferiores; 3) Brazo superior (tercer punto). 4) Distintas posiciones de acople para variar la "sensibilidad" de reacción del sistema.

que requieren elevados esfuerzos de tracción (caso arados) y en suelos muy duros.

*Nota.* A los efectos del presente trabajo se ha considerado el sistema de esfuerzo controlado por intermedio del brazo superior por ser el más difundido. No obstante, con el aumento del tamaño de los equipos, el peso sobrepasa la fuerza de empuje y hay menor sensibilidad en el sistema. Por esta razón, algunos fabricantes usan un sistema de sensibilidad a la tracción en los brazos inferiores como señal de control.

#### TORRE Y EJE DE ACOPLER DEL ARADO MONTADO

En la parte superior de la torre se acopla el brazo superior del enganche hidráulico del tractor (tercer punto). En los extremos del eje de acople se conectan los brazos inferiores del sistema.

Tanto los agujeros de la torre como los pernos de los extremos del eje de acople deberán estar dimensionados acorde con la categoría del enganche hidráulico del tractor. Las normas SAE establecen las medidas para cada categoría (cuadro 8).

Cuadro 8. Categorías para cada enganche hidráulico.

	Categoría I	Categoría II	Categoría III
Diámetro de los agujeros de la torre	19 mm	25 mm	32 mm
Diámetro de los pernos del eje de acople	22 mm	28 mm	36 mm
Separación entre las bases de los pernos	683 mm	825 mm	965 mm
Altura	44 mm	52 mm	52 mm

Los pernos de acople se fijan al eje en forma excéntrica (eje acodado). El eje se une al bastidor por medio de bridas que permiten girarlo o desplazarlo lateralmente para permitir ajustes en la puesta a punto del arado.

#### RUEDA ACCESORIA PARA CONTROL DE PROFUNDIDAD

Si bien el control de profundidad se efectúa a través del sistema hidráulico, en condiciones de extremas variaciones en la resistencia

que ofrece el suelo, el uso de esta rueda adicional permite disminuir las variaciones significativas en la profundidad (fig. 29 A).

### RUEDA ACCESORIA POSTERIOR (DE COLA)

Esta rueda cumple principalmente la función de talón rotativo evitando el apoyo ocasional de los talones en el fondo del surco (fig. 29 B).

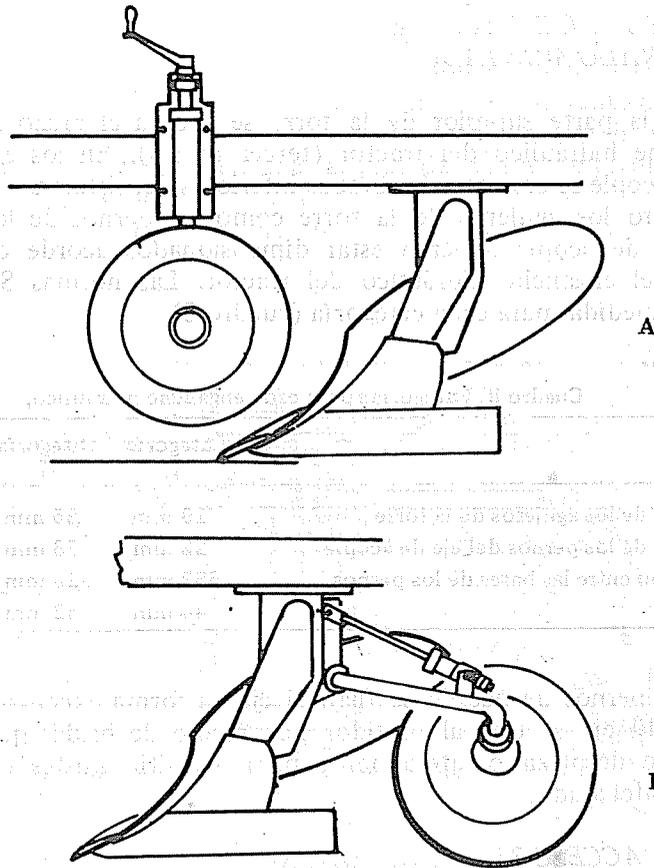


Figura 29. A) Rueda para control de profundidad. B) Rueda de cola.

## 3. REGULACION Y PUESTA A PUNTO DE LOS ARADOS DE REJA

### ARADOS DE ARRASTRE

#### Enganche al tractor. Principios básicos

Para comprender mejor el principio de enganche tractor-arado tomaremos como ejemplo la tracción de una placa rectangular, arrastrada mediante una cuerda (fig. 30).

#### Caso A

En éste caso, si traccionamos la placa enganchándola desde un punto (PE) que coincide con la línea imaginaria que une el centro

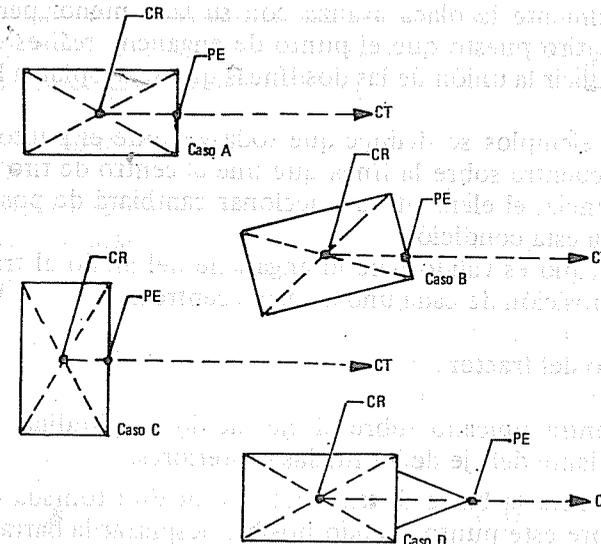


Figura 30. Distintos casos que se pueden presentar al efectuar el arrastre de una placa rectangular. Principios básicos del arado de arrastre.

de tiro (CT) con el centro de resistencia (CR), observaremos que la placa se desplaza con su lado menor perpendicular a la línea de tiro conformada por la línea que une el centro de tiro (CT) con el punto de enganche (PE) y el centro de resistencia (CR).

#### Caso B

Habiéndose cambiado la posición del punto de enganche (PE) el cuerpo o placa se desplaza (ubicándose en posición oblicua) para mantener sobre la línea de tracción los tres puntos (CT; PE; CR) en cuestión.

#### Caso C

Es similar al caso B, repitiéndose la alineación de los tres puntos sobre una misma línea recta (CT; PE; CR).

#### Caso D

En este caso, si bien la placa ha sido tomada desde dos puntos no coincidentes con la línea imaginaria que une el CT con el CR, se verifica que igualmente la placa avanza con su lado menor perpendicular a la línea de tiro puesto que el punto de enganche real es el señalado con PE, vale decir la unión de las dos líneas que se acoplan a la placa.

De estos ejemplos se deduce que toda vez que el punto de enganche no se encuentre sobre la línea que une el centro de tiro con el centro de resistencia, el elemento a traccionar cambiará de posición hasta que se cumpla esta condición.

Este principio es válido para el enganche del arado al tractor. Analizaremos la posición de cada uno de estos centros.

#### Centro de tiro del tractor

Se encuentra ubicado sobre el eje medio longitudinal del tractor y algo por delante del eje de las ruedas posteriores.

Generalmente la barra de tiro del tractor está tomada en su parte delantera sobre este punto, siendo posible desplazar la barra de izquierda o derecha desde su boca de enganche, pivotando sobre dicho punto. En algunos modelos, por razones constructivas, la barra de tiro es más corta no llegando a ser tomada de dicho punto. En este caso

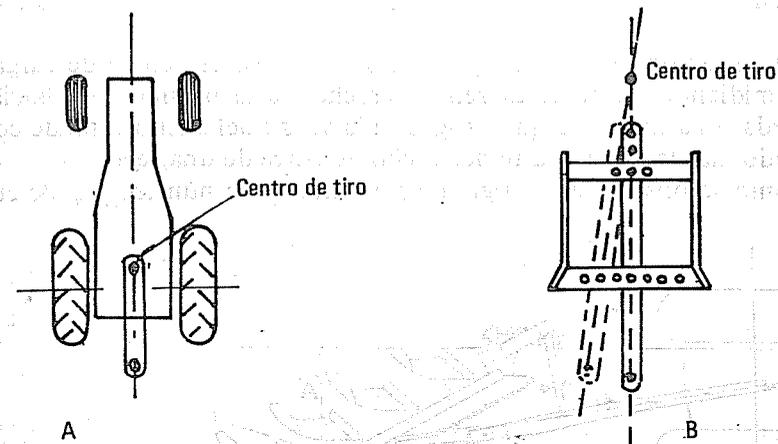


Figura 31. Centro de tiro. A) Barra de tracción tomada de dicho punto. B) Barra de tracción con desplazamiento delantero para permitir su alineación con la línea que pasa por el centro de tiro.

al desplazar la barra de derecha e izquierda debe recurrirse a un desplazamiento complementario en su parte delantera. Esto permitirá que en cualquier posición de la barra la línea de tracción pase por el citado centro de tiro. De no cumplirse esta condición, el tractor tenderá a cruzarse durante la tracción.

#### Centro de resistencia del arado

Es el punto teórico donde se debe aplicar la fuerza de tracción en el cuerpo de arado para hacer avanzar a éste en una posición correcta.

En un cuerpo de arado, el centro de resistencia o carga, se encuentra ubicado en sentido horizontal, a un cuarto del ancho de corte de la reja medida desde la costanera hacia la derecha.

En sentido vertical, se ubica a la mitad de la profundidad de arada aunque es generalmente aceptado indicar la unión reja-vertedera como línea de referencia para determinar la posición de dicho centro de carga. Ello ocurre porque la distancia desde el filo de la reja hasta la unión reja-vertedera es de aproximadamente 8-10 cm, lo que equivale a la mitad de las profundidades normales de arada de nuestros suelos.

No obstante, en profundidades de trabajo mayores, no se tendrá

en cuenta la unión reja-vertedera sino la *mitad* de la profundidad de arada.

En un arado compuesto por varios cuerpos, el centro de carga se ubica midiendo desde el extremo derecho de la primera reja hacia la izquierda, una distancia que es igual a la *mitad* del ancho total de corte del arado más la *cuarta* parte del ancho de corte de una reja.

Como se observa en la figura 32 en arados de número par de cuer-

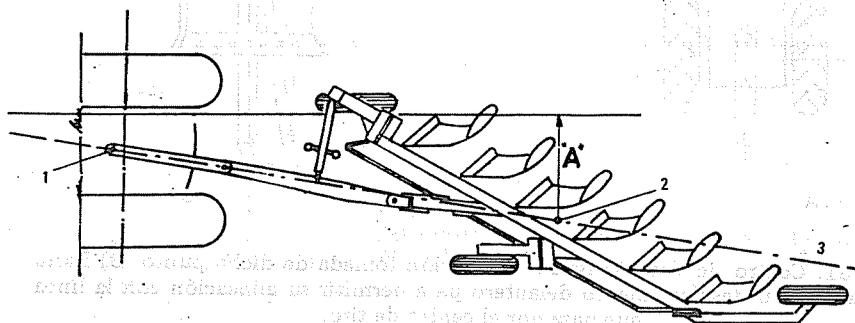


Figura 32. Ubicación del centro de resistencia o carga en un arado de número par de cuerpos. Tractor con rueda ubicada "dentro del surco": 1) centro de tiro; 2) centro de carga; 3) línea de tiro.

Cuadro 9. Ubicación del centro de carga para distintos arados.

Número de cuerpos	Distancia "A" (en centímetros)		
	Rejas de 30,5 cm (12")	Rejas de 35,5 cm (14")	Rejas de 40,6 cm (16")
4	68,6	79,8	91,3
5	83,8	97,6	111,6
6	99,1	115,3	131,9
7	114,3	133,1	152,2
8	129,6	150,8	172,5
9	144,8	168,6	192,8
10	160,1	186,3	213,1
11	175,3	204,1	233,4
12	190,6	221,8	253,7
13	205,8	239,6	274
14	221,1	257,3	294,3
15	236,3	275,1	314,6
16	251,6	292,8	334,9
17	266,8	310,6	355,2
18	282,1	328,3	375,5

pos el centro de carga se encuentra entre los dos cuerpos centrales, mientras que si el número es impar, será coincidente con el centro de carga del cuerpo central.

### Línea de tracción

Un enganche correcto del conjunto tractor-arado permitirá que los equipos rindan la eficiencia máxima. Tiene influencia directa sobre el patinamiento de las ruedas motrices del tractor, la calidad de la aradura, el consumo de combustible, el desgaste de partes vitales del arado y la potencia necesaria para la tracción.

Para su análisis, debe considerarse a esta línea en el plano horizontal (arado visto desde arriba) y en el plano vertical (arado visto lateralmente).

#### a) Línea de tracción en el plano horizontal

Se denomina así a la línea imaginaria que une el centro de carga del arado, el centro de tiro del tractor y el punto de enganche del arado en el tractor.

Según las distintas fuerzas que actúan sobre el cuerpo de arado, la dirección de la línea de tracción para obtener un avance correcto del mismo, debe adoptar una inclinación (con respecto al sentido de marcha) de aproximadamente 6 a 8° hacia la derecha. Estos valores pueden variar fundamentalmente en función del diseño del arado

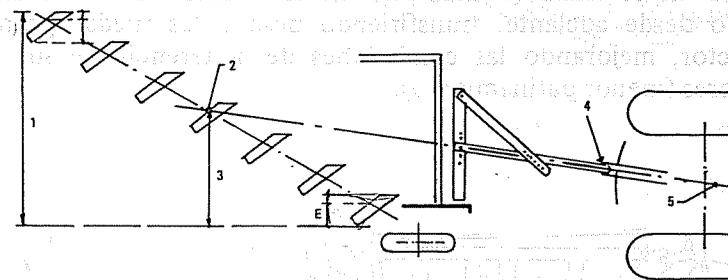


Figura 33. Ubicación del centro de carga en un arado de número impar de cuerpos: 1) ancho total de corte; 2) centro de carga; 3) medida para determinar el centro de carga; 4) punto de enganche; 5) centro de tiro del tractor; E) ancho de corte de una reja.

y de las características del suelo razón por la cual algunos autores citan valores de hasta 10-12°.

Dado que el arado debe avanzar detrás del tractor de forma tal que la primera reja corte un ancho correcto, en la práctica, la dirección de la línea de tracción es la resultante de la relación existente entre el ancho de labor del arado y la trocha del tractor.

La fuerza de la tierra ejercida sobre el cuerpo de arado tiende a desplazarlo hacia la izquierda, razón por la cual en la medida que la línea de tracción resultante se encuentre desplazada hacia la izquierda (no coincidente con la línea verdadera que posee un ángulo de 6-8°) aumentará considerablemente el rozamiento de las costaneras contra la pared del surco. Esta situación es más notable cuando se ubica al tractor en la posición "fuera del surco", especialmente si el arado utilizado es de poco ancho de labor. Contrariamente, si esta línea de tracción se encuentra desplazada excesivamente hacia la derecha, el arado cortará un ancho total inferior al teórico. Las costaneras se observarán separadas de la pared del surco.

#### b) Línea de tracción en el plano vertical

Es la línea imaginaria que une el centro de resistencia del arado con el punto de enganche en el tractor. El punto de acople de la lanza del arado en el mismo, debe estar aproximadamente sobre dicha línea. Si se encuentra por encima, el arado tenderá a alivianarse desde la cola y a clavarse desde adelante. Contrariamente, un enganche bajo en el arado (o más alto en el tractor) tenderá a alivianar el arado desde adelante, transfiriendo peso a las ruedas posteriores del tractor, mejorando las condiciones de adherencia de sus ruedas posteriores (menor patinamiento).

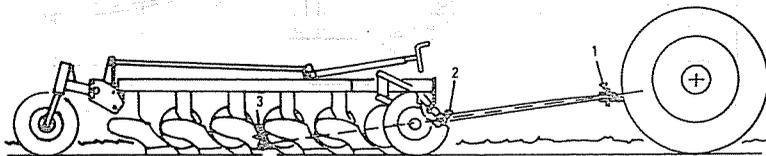


Figura 34. Línea de tracción en el plano vertical: 1) enganche en el tractor; 2) enganche en el arado; 3) centro de carga.

#### Ubicación del tractor durante la arada

El tractor se ubica por delante del arado en dos posiciones posibles:

- "dentro del surco", posición en la cual las ruedas derechas del tractor se colocan dentro del surco abierto en la pasada anterior, coincidentes con la rueda de surco del arado.
- "fuera del surco", donde la totalidad de las ruedas del tractor se ubican sobre el terreno sin arar.

El primer caso ha sido la modalidad más usual, hasta hace pocos años; continúa en vigencia cuando se utilizan arados de poco ancho de labor y/o tractores que poseen rodados de dimensiones que permiten adoptar esta posición.

Actualmente, con el advenimiento de tractores con ruedas más anchas o ruedas duales posteriores y con más potencia de tracción, se efectúan enganches donde el tractor trabaja "fuera del surco" (fig. 35). Debe sumarse a esta condición el uso de arados de mayor número de cuerpos o de dos arados en tándem; que posibilitan este tipo de acople.

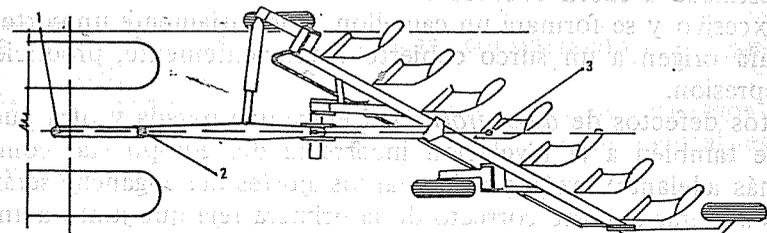


Figura 35. Ubicación del tractor "fuera del surco": 1) centro de tiro; 2) punto de enganche; 3) centro de resistencia.

#### Ancho de corte de la primera reja

Para una arada uniforme, el cuerpo de arado delantero debe cortar un ancho igual a los demás. Según la posición que adopte el arado detrás del tractor, en función del enganche efectuado, la primera reja puede cortar un pan de tierra de mayor o menor ancho originando una arada despareja.

Cuadro 10. Distintas consideraciones según donde se ubique el tractor.

UBICACION DEL TRACTOR	
Dentro del surco	Fuera del surco
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Según la trocha del tractor y el ancho del arado, pueden lograrse líneas de tracción que disminuyan el rozamiento de las costaneras contra la pared del surco.</li> <li>- Resulta más fácil la conducción del equipo conservando el ancho de corte adecuado de la primera reja.</li> <li>- Al no existir variaciones del corte de la primera reja originadas por la conducción del equipo, el cubrimiento del surco de la pasada anterior será más uniforme.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite utilizar tractores con cubiertas más anchas.</li> <li>- Permite utilizar tractores con rodados duales.</li> <li>- Se reduce la compactación del suelo ya que no pisa en el fondo del surco.</li> <li>- La posición de manejo del tractorista es más cómoda pues el asiento mantiene su horizontalidad.</li> <li>- Para mantener un corte uniforme de la primera reja, el tractorista debe prestar mayor atención a la conducción del equipo.</li> <li>- No existe rozamientos de la cara interna de la rueda derecha contra la pared del surco.</li> </ul>

Cuando la primera reja corta un ancho mayor, la porción de tierra (destinada a cubrir el surco de la pasada anterior) será de un volumen excesivo y se formará un camellón. Contrariamente un corte menor dará origen a un surco cubierto insuficientemente, produciendo una depresión.

Estos defectos de *desuniformidad* entre una pasada y otra pueden deberse también a la nivelación incorrecta del equipo (tal como se verá más adelante) razón por la cual los ajustes del enganche serán dirigidos a lograr el corte correcto de la primera reja que junto a una nivelación adecuada permitirán aradas uniformes.

#### Ubicación del tractor y arado para trabajar terrenos surcados

Se entiende por arada en terrenos surcados, al pasaje directo del arado sobre terrenos provenientes de un cultivo de escarda cuyo rastreo no ha sido roturado previamente.

En la actualidad se recurre al pasaje (previo a la arada) de rastras de discos o múltiples con el objeto de triturar los restos vegetales y emparejar el terreno, razón por la cual las aradas directas posteriores a la cosecha han caído en desuso. No obstante en circunstancias muy particulares puede ser necesario recurrir a una arada sobre un terreno

en el cual se encuentran surcos cuya separación es de 0,70 m entre sí. En tal caso la operación de arada exige el uso de equipos de número par de cuerpos y que corten un ancho de labor de 35,5 cm cada uno.

Para arados de poco ancho de labor, el tractor se ubicará en posición "dentro del surco", mientras que para arados con mayor número de cuerpos es posible ubicarlo "fuera de surco". En ambos casos la trocha del tractor deberá ser múltiplo de la distancia entre los surcos (0,70 metros).

#### Equipos de gran ancho de labor

El incremento de la potencia de los tractores hace necesario recurrir al uso de dos arados acoplados en tándem o bien de un arado compuesto por *módulos* articulados entre sí.

Es conveniente que cada arado de un equipo en *tándem* o cada módulo de un arado articulado no supere los 7 cuerpos, con el objeto de obtener un fiel copiado del terreno, lograr araduras uniformes y no originar variaciones considerables en el esfuerzo de tracción.

#### Enganche de arados en tándem

El centro de resistencia se ubicará considerando a ambos arados como una sola unidad.

Así, por ejemplo, en un tándem de un arado de 7 cuerpos y otro de 6, el centro de carga se encontrará en el cuerpo central, es decir el séptimo.

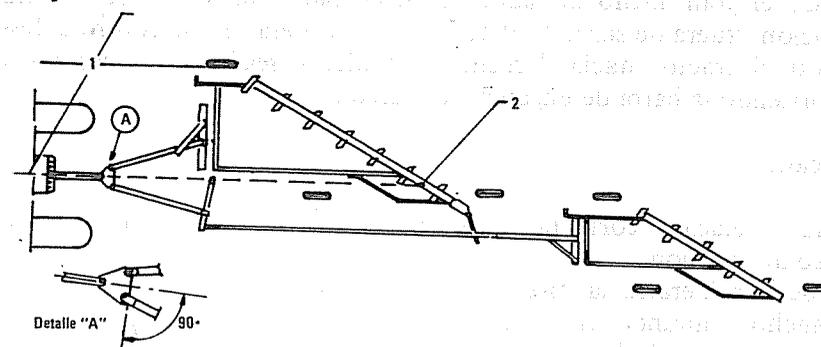


Figura 36. Enganche de dos arados en tándem. El centro de carga se determina considerando la totalidad de los cuerpos del equipo: 1) centro de tiro; 2) centro de carga de los arados.

El tractor trabajará en posición "fuera de surco", razón por la cual el arado delantero tenderá a incrementar el rozamiento de sus costaneras. Si el equipo está constituido por arados de distinto tamaño, será necesario colocar el arado de mayor número de cuerpos en primer lugar, con el objeto de disminuir el efecto citado.

El corte de la primera reja del arado delantero se controlará desplazando hacia la derecha o izquierda el tractor y/o la barra de enganche de dicho arado.

En el arado posterior la corrección del corte de la primera reja se puede efectuar con la barra de enganche del propio arado y/o desplazado el punto de acople de dicha barra en el soporte respectivo del tándem.

Preferentemente se actuará sobre este último punto con el objeto de lograr disminuir el rozamiento de las costaneras del arado delantero, pero cuidando de no incrementarlo en el arado posterior.

Como norma general, el rozamiento de las costaneras del arado delantero disminuirá a medida que el punto de acople del arado posterior se desplace hacia la izquierda. No obstante será necesario una aguda observación a campo para obtener la situación de equilibrio deseada.

Como se comprenderá, distintos tipos de suelos, trochas del tractor y combinaciones del número de cuerpos de los arados tendrán incidencia directa sobre el enganche a efectuar.

### Enganche de arados articulados

Dado el gran ancho de labor de estos arados, el tractor se ubicará en posición "fuera de surco". El corte de la primera reja se controla desplazando el tractor hacia derecha o izquierda según sea necesario o bien corriendo la barra de enganche del arado

### Nivelación

Una nivelación correcta asegurará aradas parejas y un mínimo esfuerzo de tracción.

Debe considerarse la nivelación desde dos sentidos: a) *transversal* (a lo ancho), mirando el arado desde atrás, b) *longitudinal* (a lo largo), mirando el arado lateralmente.

La *nivelación transversal* que se efectúa una vez abierta la amelga, elegida la profundidad de trabajo y con el arado con su rueda delantera dentro del surco. Se realiza actuando en los registros correspondientes de la rueda de surco.

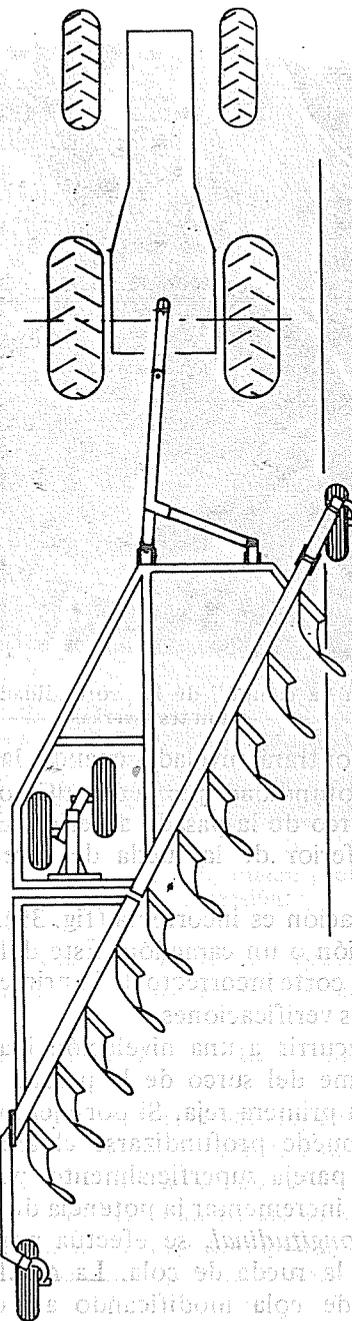


Figura 37. Arado articulado de 10 cuerpos con tractor fuera de surco.

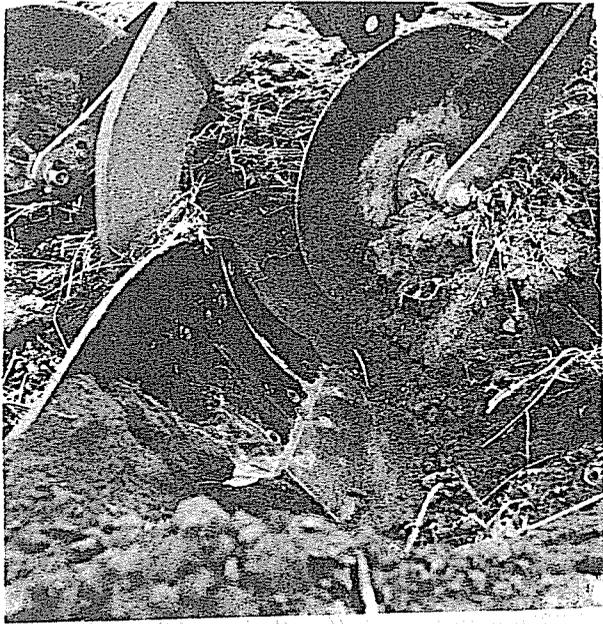


Figura 38. Verificación "a campo" de la profundidad de la primera reja (nivelación transversal).

El arado se encontrará nivelado cuando la reja del primer cuerpo corte a la misma profundidad que la del último, es decir al mismo nivel que el fondo del surco de la pasada anterior. En este caso el filo de la reja y el borde inferior de la rueda de surco se encuentran a igual nivel (fig. 38).

Cuando la nivelación es incorrecta (fig. 39), el primer cuerpo puede originar una depresión o un camellón. Este defecto también puede deberse a un ancho de corte incorrecto de la primera reja, razón por la cual deben hacerse ambas verificaciones.

Es frecuente recurrir a una nivelación inadecuada para lograr un cubrimiento uniforme del surco de la pasada anterior en lugar de corregir el corte de la primera reja. Si por ejemplo, la primera reja corta un ancho menor, puede profundizarse el arado desde adelante para obtener una arada pareja superficialmente, pero este error de puesta a punto conducirá a incrementar la potencia de tracción necesaria.

La *nivelación longitudinal*, se efectúa por medio de los registros correspondientes a la rueda de cola. La regulación permitirá subir o bajar el arado desde cola modificando así el ángulo de incidencia de los cuerpos de arado en el suelo.



Figura 39. Nivelación transversal incorrecta. La menor profundidad de la primera reja origina una depresión.

Un arado alto desde cola aumentará su capacidad de penetración pero una altura excesiva originará un fondo de surco irregular, de tipo escarpado o aspecto "picado".

Asimismo, en ciertas condiciones puede aumentar el esfuerzo de tracción.

Un arado bajo desde cola, tendrá poca capacidad de penetración y en casos extremos ésta será nula. Además, aumentará el rozamiento de los falones en el fondo del surco con el consiguiente desgaste prematuro de los mismos. También aumentará el esfuerzo de tracción.

La nivelación longitudinal óptima es aquella donde entre el fondo del surco y el talón exista una distancia aproximada de 1,5/2 cm (fig. 40).

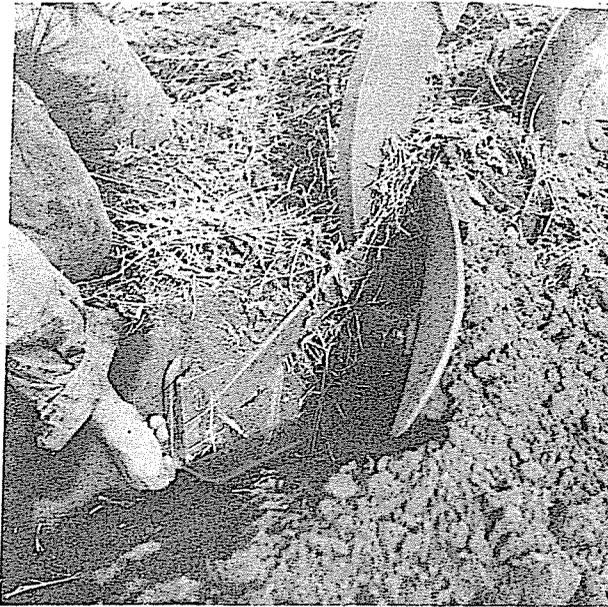


Figura 40. Nivelación longitudinal. Verificación que se efectúa en el último cuerpo del arado (distancia entre el talón y el fondo del surco).

### Patín deslizante del último cuerpo

Este elemento, de aplicación más reciente en los arados modernos cumple la función de patín estabilizador.

El incremento de las velocidades de trabajo y bajo determinadas condiciones de suelo, originan en el arado tendencias desestabilizadoras en el sentido vertical, produciendo un escarpado del fondo del surco que se repite toda vez que la rueda de cola (o en pasadas sucesivas, la rueda de surco) "copia" esta irregularidad.

El patín tiene por función servir de apoyo solamente cuando el arado tiende a desestabilizarse, razón por la cual se la regulará de forma tal que apoye ligeramente en el fondo del surco, estando el equipo detenido (fig. 41).

Durante el trabajo, el rozamiento de este patín deberá ser ocasional. Si por el contrario el rozamiento fuera excesivo y continuo, la penetración se vería dificultada.

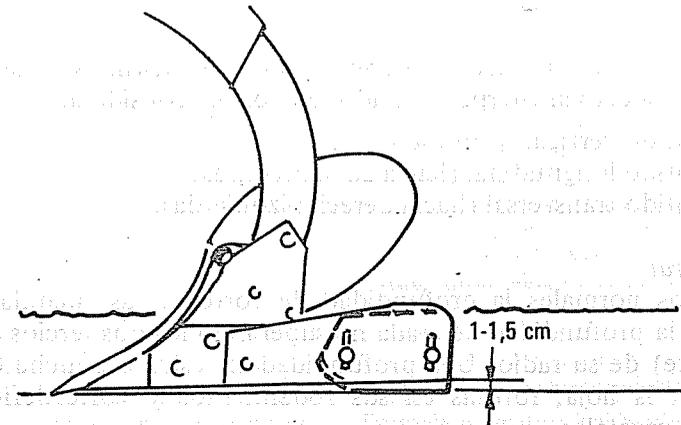


Figura 41. Patín deslizante en el último cuerpo. El borde inferior rozará ligeramente en el fondo del surco.

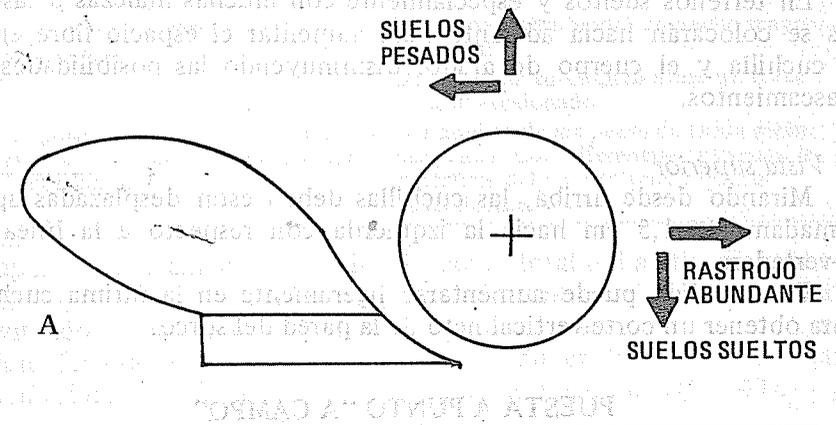


Figura 42. Posición de la cuchilla: A) vista lateral; B) vista superior.

## Regulación de la cuchilla circular

El soporte de la cuchilla permite obtener distintas posiciones de ésta con respecto al cuerpo de arado. Es posible considerar:

- en el sentido vertical (profundidad),
- en el sentido longitudinal (hacia adelante-atrás),
- en el sentido transversal (hacia derecha-izquierda),

### a) Vista lateral

En suelos normales la profundidad de corte de las cuchillas será la mitad de la profundidad de arada no superando los dos tercios (aproximadamente) de su radio. Una profundidad excesiva producirá deformaciones en la hoja, roturas en sus rodamientos y corte deficiente de los restos vegetales.

En terrenos duros las cuchillas se llevarán hacia atrás y hacia arriba para facilitar la penetración del arado.

En terrenos sueltos y especialmente con muchas malezas o rastros se colocarán hacia adelante para aumentar el espacio libre entre la cuchilla y el cuerpo de arado, disminuyendo las posibilidades de atascamientos.

### b) Vista superior

Mirando desde arriba, las cuchillas deben estar desplazadas aproximadamente 1,5 cm hacia la izquierda con respecto a la línea reja-vertedera.

Esta medida puede aumentarse ligeramente en la última cuchilla para obtener un corte vertical neto de la pared del surco.

## PUESTA A PUNTO "A CAMPO"

Se detallan a continuación los pasos a seguir en la preparación y regulación del equipo tractor-arado para obtener del mismo la máxima eficiencia.

### a) Preparación del tractor

#### Trocha

- Para aradas con el tractor en posición "dentro del surco" verificar que la separación entre las caras internas de las ruedas posteriores

Cuadro 11. Posiciones incorrectas de la cuchilla y problemas que origina.

	Posiciones incorrectas	Problemas originados
VISTA LATERAL	Muy adelantadas y profundas.	En suelos duros pueden impedir la penetración y tendencia a levantarse del arado desde atrás.
	Muy profundas.	Se minimizan las posibilidades de oscilación lateral, produciendo roturas por fatiga de la hoja alrededor de su maza. Pueden producirse desgastes prematuros de los rodamientos, roturas de los soportes y/o vástagos.
	Muy atrás.	En presencia de rastrojo abundante aumentan los riesgos de atascamientos.
VISTA SUPERIOR	Desplazadas hacia la derecha de la línea reja-vertedera.	Desgaste prematuro del borde delantero de la vertedera ya que este sector efectúa el corte vertical de la pared del surco. No existe un corte neto de la pared del surco.
	Desplazadas excesivamente hacia la izquierda.	El pan de tierra tendrá un ancho mayor al normal. La pared del surco presentará un corte vertical escalonado.
	La posición con respecto a la línea reja-vertedera no es la misma para todos los cuerpos.	Los anchos de los panes de tierra serán desiguales. Con diferencias extremas, la superficie del terreno puede quedar desuniforme.

no supere excesivamente el ancho de corte total del arado. Esta condición impedirá una línea de enganche descentrada hacia la izquierda, evitando el rozamiento excesivo de las costaneras.

Para facilitar el manejo se harán coincidir en la misma línea las caras interiores de las ruedas delanteras con las posteriores (fig. 43).

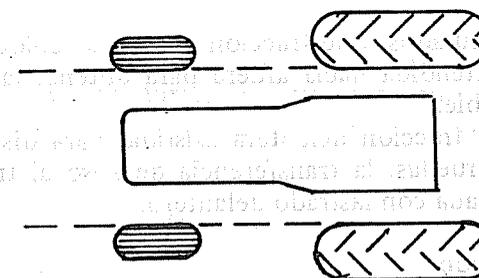


Figura 43. Coincidencia de las caras internas de las ruedas delanteras con las posteriores.

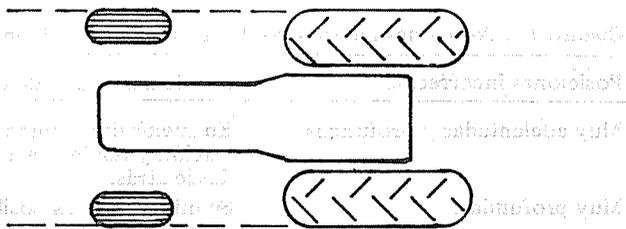


Figura 44. Coincidencia de las caras externas de las ruedas delanteras con las posteriores.

● Para arar con el tractor en posición “fuera del surco”, de ser posible, las caras externas de las ruedas delanteras y posteriores se harán coincidir sobre una misma línea (fig. 44).

Con respecto a la separación entre ruedas (trocha) no reviste mayor importancia. No obstante en arados de poco número de cuerpos convendrá utilizar las trochas mínimas posibles.

#### Lastrado

Se deberá utilizar “hidroinflado” y colocación de contrapesos, siguiendo las instrucciones del manual del operador del tractor.

#### Presión de inflado de las cubiertas

Consultar el manual del operador del tractor y/o de neumáticos. Si se trabaja con las ruedas derechas dentro del surco, éstas deberán aumentar su presión de inflado en aproximadamente dos libras.

#### Barra de tiro

En tractores articulados o de tracción simple, se colocará en su posición más alta y extendida hacia afuera para obtener la mejor transferencia de peso posible.

En tractores con tracción delantera asistida, para disminuir el patinamiento de estas ruedas, la transferencia de peso al tren posterior debe ser complementada con lastrado delantero.

#### b) Preparación del arado

- Verificar filo y ángulos de las rejas.
- Quitar restos de óxido o pintura de las rejas y vertederas. Puede

lograrse un resultado rápido, trabajando en un terreno seco a poca profundidad y en alta velocidad.

- Repasar el ajuste de tuercas y bulones. En equipos nuevos repetir esta operación luego de las primeras 50 horas de trabajo.
  - Efectuar los engrases necesarios según indique el manual del operador. Como norma general se efectuará un engrase cada 15/20 horas de labor.
  - Verificar la equidistancia entre: a) puntas de rejas, b) alas de rejas, c) extremos de vertederas (fig. 45).
- En términos generales las diferencias no deben superar los 10/15 milímetros.

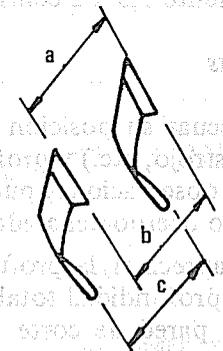


Figura 45. Equidistancia entre los cuerpos del arado.

- Verificar presión de inflado de los neumáticos. Normalmente es de 35 libras. El subinflado puede originar una marcha irregular del arado (“galopeo”).

#### c) Regulaciones

##### Apertura de la amelga

Regular el arado de forma tal que el último cuerpo trabaje a la profundidad deseada mientras que el delantero lo haga aproximadamente a la mitad de la misma.

##### Nivelación

Una vez abierta la amelga, con la rueda delantera del arado dentro del surco, efectuar la *nivelación transversal y longitudinal*.

La nivelación transversal se verifica:

- Mirando el arado desde atrás. Se deberá encontrar el bastidor paralelo al suelo.
- Quitando la tierra sobre el primer cuerpo y verificando que el filo de la reja se encuentre al mismo nivel del fondo del surco de la pasada anterior.

La nivelación longitudinal se verifica:

- Mirando el arado lateralmente. Se deberá encontrar el bastidor paralelo al suelo.
- Comprobando que en el último cuerpo, entre el fondo de surco y la parte posterior del talón exista un espacio libre de aproximadamente 1,5 a 2 centímetros.

### Cuchillas

Adecuar su posición a las características del suelo (suelto, endurecido, rastrojo, etc.) y profundidad de la arada.

Las observaciones pueden hacerse en la pared del surco dejada por el último cuerpo del arado.

- Se apreciará la profundidad de trabajo de la cuchilla en relación a la profundidad total del arado.
- Una pared de corte neto hasta el fondo indicará una posición correcta en el sentido transversal (derecha-izquierda).
- Una pared de surco escalonada se produce cuando la cuchilla está muy desplazada hacia la izquierda.
- Una pared de surco indefinida con desmoronamientos corresponde a una cuchilla ubicada hacia la derecha.

### Corte de la primera reja

- Con tractor "en el surco": liberar la barra de tiro del tractor para que oscile libremente. Avanzar un tramo y verificar el corte de la primera reja (ver más adelante "comprobación final"). Si éste no fuera igual al de las demás, desplazar la barra de enganche del arado:

- hacia la izquierda, si el corte fuera mayor,
- hacia la derecha, si el corte fuera menor.

Una vez logrado el ancho de corte correcto, con el tractor traccionando, fijar la barra de tiro del mismo en la posición que haya adoptado.

- Con tractor "fuera de surco": en esta posición la línea de tiro es

generalmente paralela al sentido de marcha (tiro centrado). El corte de la primera reja se modifica acercando o alejando el tractor de la pared del surco. Por otra parte desplazando la barra de enganche del arado se obtendrá la ubicación del tractor en función de la trocha.

### Comprobación final.

Una vez efectuadas todas las regulaciones anteriormente citadas, será conveniente medir el ancho total de corte del arado. El mismo de-

Cuadro 12. Posibles inconvenientes y sus causas y soluciones del uso del arado y del tractor.

INCONVENIENTES	POSIBLE CAUSA Y SOLUCION
El arado no penetra.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rejas desafiladas y/o con forma incorrecta.</li> <li>- Arado bajo desde atrás. Actuar sobre los registros correspondientes.</li> <li>- Patín deslizante muy bajo.</li> <li>- Cuchillas muy bajas y/o adelantadas.</li> </ul>
Los talones ejercen gran presión sobre el fondo del surco.	- Arado bajo desde atrás. Regular la nivelación longitudinal.
Las costaneras ejercen presión sobre la pared del surco.	- Trocha del tractor ancha.
El arado no avanza en línea recta.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tractor fuera de surco muy hacia la izquierda y/o con arado de poco ancho de labor.</li> <li>- Las cuchillas están muy desplazadas hacia la izquierda.</li> <li>- Orientar ligeramente la rueda de cola hacia la tierra arada.</li> </ul>
El arado es inestable desde cola.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enganche vertical. Bajar el punto de enganche en el arado y/o subirlo en el tractor.</li> <li>- Bajar el patín deslizante del último cuerpo.</li> </ul>
El cuerpo delantero produce un alomado o depresión.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El corte de la primera reja es mayor o menor al normal. Desplazar la barra de enganche del arado lateralmente (enganche horizontal).</li> <li>- Nivelación transversal incorrecta. Actuar sobre el registro de profundidad del cuerpo delantero.</li> <li>- Posición lateral incorrecta de la cuchilla. Desplazar hacia la izquierda solamente 1,5 a 2 centímetros.</li> </ul>
Cubrimiento de rastrojo insuficiente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Velocidad de avance baja.</li> <li>- Regulación de cuchillas. Ajustar su profundidad para obtener un buen corte del rastrojo.</li> <li>- Vertederas con pulido deficiente.</li> </ul>
Pared del surco de borde irregular.	- Regulación de la cuchilla del último cuerpo. Ubicar más hacia la izquierda y/o profunda.

berá ser igual o ligeramente menor que el ancho de labor teórico (ancho de corte de una reja multiplicado por el número de rejas).

Si el ancho fuera mayor, significa que el arado no avanza paralelo al sentido de marcha, ocasionando un rozamiento excesivo de las costaneras sobre la pared del surco.

Contrariamente, si el ancho fuera notablemente menor, se observarán a las costaneras trabajando muy separadas de la pared del surco.

Por lo tanto, cuando se hace referencia al corte de la primera reja, debe tenerse en cuenta que la misma no solo debe cortar igual a las demás, sino que también el corte debe corresponderse con la medida de dicha reja (ejemplo: 12"; 14"; 16"). Estos inconvenientes generalmente ocurren cuando se efectúan enganches descentrados con trochas inadecuadas al tamaño del equipo.

Para medir el ancho de corte "a campo" se procederá a colocar una señal a la izquierda de la pared del surco, a una distancia conocida y mayor que el ancho teórico de corte del arado. Se pasa luego con el equipo cuidando que el conductor mantenga en su posición correcta al mismo y midiendo desde la nueva pared del surco hasta la señal, se establecerá por diferencia, el ancho real de trabajo.

### PUESTA A PUNTO DE LOS ARADOS DE REJAS MONTADOS

A continuación se refieren únicamente los aspectos de la puesta a punto de los arados montados, mientras que las consideraciones que hacen a las características del laboreo relacionadas con las regulaciones se detallaron anteriormente en el arado de tracción libre.

#### Enganche al tractor

Es condición necesaria que tractor y máquina posean idéntica categoría de acople.

- La máquina se colocará en un lugar plano.
- Se retrocede con el tractor, cuidando que la línea media del mismo coincida con el centro del eje de acople de la máquina, hasta que los brazos inferiores del levante hidráulico se encuentren en la dirección de los pernos de acople.
- Introducir el brazo izquierdo en el perno correspondiente y asegurarlo con su pasador-chaveta. Colocar luego el brazo derecho, ac-

tuando con la manivela que lo sube o lo baja si no hubiera coincidencia de altura.

- Acoplar el brazo superior con la torre de la máquina y asegurarlo mediante su pasador-chaveta. Para lograr el acople, este brazo puede alargarse o acortarse por su construcción tipo telescópica y roscado.
- Para el desacople se elige un lugar plano (para facilitar el posterior acople) y se procede en sentido inverso.

#### Nivelación

##### Nivelación longitudinal

Se refiere a bajar o subir la máquina desde atrás. La verificación a campo se efectúa observando lateralmente el equipo y comprobando el paralelismo de la máquina con el suelo.

En arados de mayor ancho de labor puede ser deseable una separación entre las caras internas de las ruedas algo menor al ancho de corte del arado. Esta condición producirá una línea de tracción ligeramente inclinada hacia la derecha (no paralela al surco) disminuyendo el rozamiento excesivo de la costanera.

Una vez abierta la amelga, se controlará el ancho de corte de la primera reja. Si fuera distinto al de las demás puede corregirse de dos maneras:

- Modificando la trocha del tractor. Al ensanchar la trocha, aumentará el corte de la primera reja ya que el centro de tiro del tractor

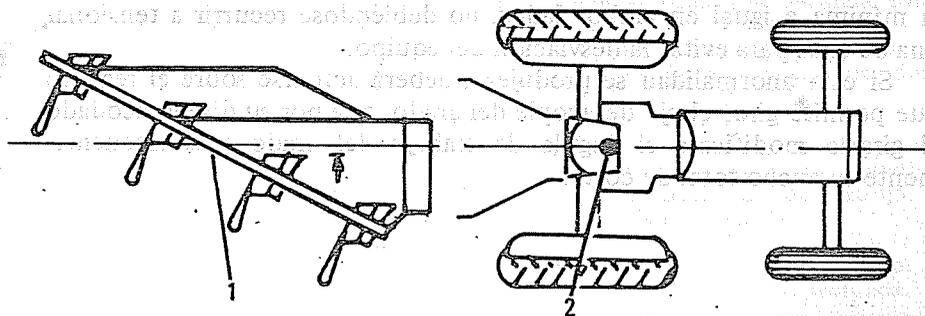


Figura 46. Arado montado de 4 cuerpos acoplado a un tractor con separación entre las caras internas de sus ruedas posteriores similar al ancho total de corte de dicho arado: 1) centro de resistencia del arado; 2) centro de tiro del tractor.

se desplazará hacia la izquierda y lo mismo hará el arado. Disminuyendo la trocha se producirá el efecto contrario.

Estas correcciones no serán necesarias si se ha tenido la precaución de adaptar previamente la trocha al ancho de corte del arado.

- b) Un ajuste menor, que se efectúa a campo, consiste en desplazar hacia la derecha o izquierda el eje de acople del arado. Desplazándolo hacia la derecha, al volver a traccionar hará lo propio el arado hacia el lado contrario, aumentando el ancho de corte de la primera reja. La situación inversa se produce cuando el eje se desplaza hacia la izquierda.

*Nota.* El hecho que el corte de la primera reja sea igual al de las demás no significa que el mismo se corresponda con la medida para lo cual está prevista [por ejemplo 30,5 cm (12") o 35,5 cm (14")], dado que si el arado avanza incorrectamente ("cruzado") el ancho total de corte puede estar aumentado o disminuido. Esta desviación del equipo puede incluso afectar la conducción normal del tractor y deberá corregirse mediante el giro del eje acodado.

### Desviaciones

Además del ancho de corte incorrecto del arado y de los inconvenientes en la conducción del tractor, las desviaciones del equipo pueden detectarse en las cadenas de seguridad de los brazos inferiores del enganche hidráulico.

Estas cadenas tienen por función impedir que durante los giros con el arado elevado, los brazos inferiores interfieran con las ruedas del tractor ocasionando accidentes.

Por lo expresado, la tensión de las cadenas durante el trabajo será la mínima e igual en ambos lados, no debiéndose recurrir a tensionar una de ellas para evitar la desviación del equipo.

Si esta anomalía se produjera, deberá actuarse sobre el registro que permite girar el eje de acople del arado, que por su diseño acodado al girarlo modificará el ángulo de trabajo del arado y consecuentemente su ancho total de corte.

Cuadro 13. Inconvenientes y posibles causas y su solución.

INCONVENIENTES	POSIBLE CAUSA Y-SOLUCION
El arado no penetra.	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Rejas desafiladas.</li> <li>— Arado bajo desde atrás. Acortar el brazo del tercer punto.</li> <li>— Cuchillas muy bajas y/o adelantadas.</li> <li>— Patín deslizante del último cuerpo muy bajo.</li> <li>— Rueda controladora de profundidad (si la hubiera) muy baja.</li> </ul>
Los talones ejercen gran presión sobre el fondo del surco.	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Arado bajo desde atrás.</li> <li>— Acortar el brazo del tercer punto.</li> </ul>
Las costaneras ejercer presión contra la pared del surco.	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Arado cruzado con respecto a la línea de avance.</li> </ul>
La cadena del brazo inferior derecho del levante está muy tensa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Girar el eje de acople acodado hasta disminuir al mínimo posible la desviación.</li> </ul>
La dirección del tractor tiende hacia la derecha.	
La profundidad de trabajo varía excesiva y permanentemente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Sistema de "esfuerzo controlado" muy sensible. Modificar la posición del brazo del tercer punto en el tractor.</li> <li>— Condiciones de suelo muy variables. Disminuir la "sensibilidad" y/u otorgar mayor apoyo a la rueda para control de profundidad.</li> </ul>
El cuerpo delantero produce un alomado o una depresión.	<ul style="list-style-type: none"> <li>— El corte de la primera reja es mayor o menor al normal. Verificada la alineación correcta del arado, desplazar el eje de acople lateralmente para obtener un corte de la primera reja adecuado.</li> <li>— La nivelación transversal es incorrecta. Actuar sobre el registro del brazo inferior derecho para obtener el paralelismo del arado con el terreno.</li> <li>— Posición lateral incorrecta de la cuchilla. Desplazarla solamente 1,5-2 cm a la izquierda del cuerpo de arado.</li> </ul>
Cubrimiento del rastrojo insuficiente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Velocidad de avance baja.</li> <li>— Regulación de cuchillas. Ajustar su profundidad para obtener un buen corte del rastrojo.</li> <li>— Vertederas con pulido deficiente.</li> </ul>
Pared del surco de borde irregular.	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Regulación de la cuchilla del último cuerpo. Ubicar más hacia la izquierda y/o profunda.</li> </ul>

## 4. EL ARADO DE DISCOS

Se trata de una herramienta de labranza primaria, que a diferencia del arado de rejas y vertederas, posee como órgano activo un casquete esférico que gira durante el avance del equipo.

La superficie labrada queda más rugosa y desuniforme que la obtenida con el arado de rejas. El vuelco del pan de tierra es menos efectivo y origina cierto grado de entremezclado de los restos vegetales. En Argentina, tuvo difusión para sustituir al arado de rejas tradicional en de-

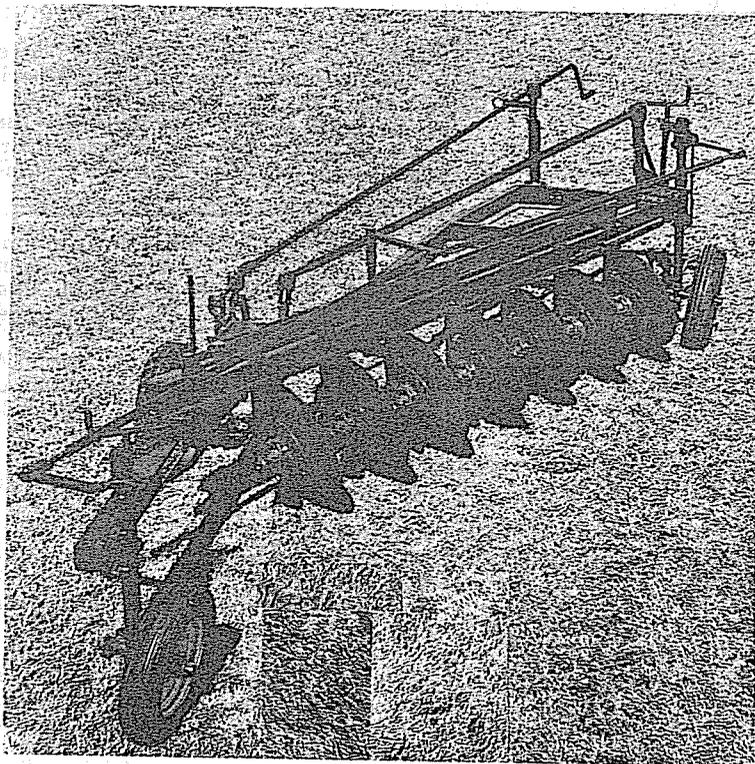


Figura 47. Arado de discos.

terminadas condiciones de suelo y zonas agrícolas. En la actualidad está siendo reemplazado paulatinamente por otras herramientas (ejemplo: rastras de discos de tiro excéntrico) que proveen una superficie más uniforme. En efecto, los terrenos labrados con arados de discos ofrecen dificultades para su laboreo posterior, paso de tractor con rastras, etcétera. Por otra parte, la nueva generación de rastras de discos más pesadas (del tipo "aradoras") efectúan una labor primaria eficiente con buen grado de penetración y desterronamiento, evitando mayor número de labores secundarias sobre el terreno como es necesario hacer cuando se ara con el arado de discos.

Bajo ciertas condiciones, el arado de discos puede reemplazar con eficiencia a los equipos tradicionales. Las mismas son las siguientes:

- Suelos pesados, de difícil rebatimiento. Extremadamente duros o secos.
- Suelos con presencia de raíces, piedras, que pueden ser sorteados con relativa facilidad por la rotación de los discos.

Bajo estas últimas condiciones es donde el arado de discos ha tenido mayor aplicación en Argentina.

### COMO TRABAJA EL ARADO DE DISCOS

El órgano activo, es decir el disco o casquete esférico, en razón de sus ángulos de trabajo produce un corte vertical y horizontal del pan de tierra que es elevado y rebatido por el avance y movimiento giratorio del disco.

La capacidad de penetración de estos arados está dada por tres aspectos: a) peso por disco del arado, b) ángulos vertical y frontal de cada disco, c) diámetro de los discos.

- a) El peso por disco dependerá de las características constructivas del arado y del peso adicional que pueda colocársele. En los de uso corriente, el peso por disco varía entre 200 y 250 kg para los arados del tipo de tracción libre mientras que para los montados es de alrededor de 120 kilos. Existen modelos para aplicaciones especiales que superan ampliamente estos valores.

- b) Con respecto a los ángulos, se consideran:
- 1) *Angulo frontal*: determina el ancho de corte por cada disco. Está referido al ángulo formado entre la dirección de marcha y el plano del disco.

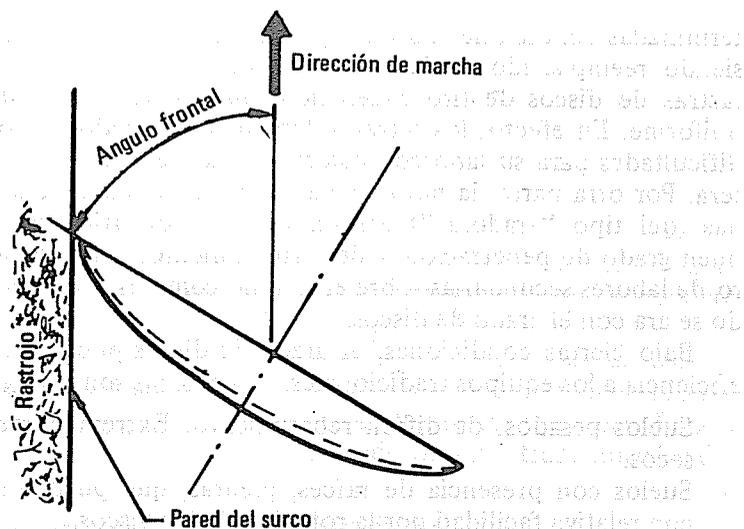


Figura 48. Determinación del ángulo frontal en el plano horizontal.

Puede ser variado mediante los mecanismos respectivos y los valores de estos ángulos oscilan entre 25 y 55° (fig. 48).

El ancho de corte de cada disco estará condicionado por estos ángulos y varía aproximadamente entre 20 y 25 centímetros. En menor medida, la profundidad de trabajo también influirá sobre el ancho de corte obtenido.

2) *Angulo vertical*: varía entre 12 y 25° y se refiere al plano del disco con respecto a la vertical. También es posible variar estos ángulos en función de los resultados buscados (fig. 49).

- c) El diámetro de los discos en arados corrientes es de 660 mm (26") o 711 mm (28"). Los de mayor diámetro tienen mejor comportamiento en terrenos con rastrojos, mientras que los de menor tamaño, mejoran la capacidad de penetración.

#### Influencia de la velocidad de avance

La velocidad de trabajo (junto a las características del suelo y los ángulos de cada disco) tendrá influencia sobre los siguientes aspectos:

- grado de desterronamiento,
- rebatimiento del pan de tierra,
- capacidad de penetración del arado,

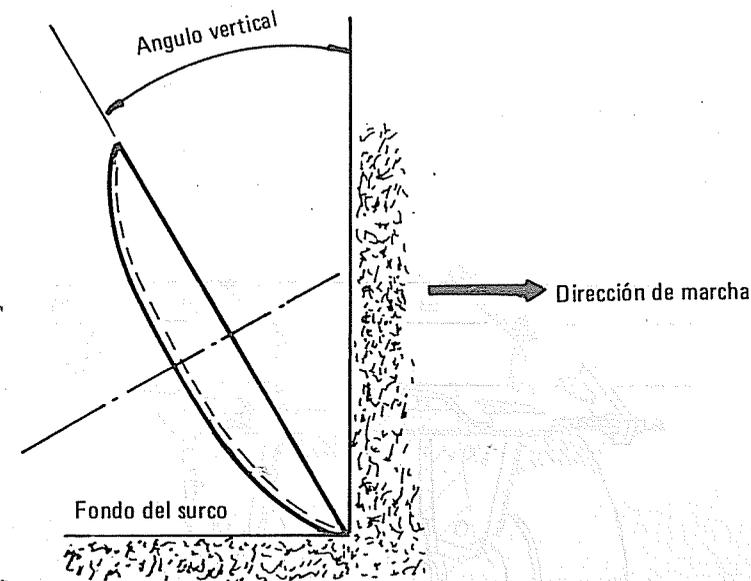


Figura 49. Determinación del ángulo vertical en el plano vertical.

- estabilidad del arado con respecto a la línea de avance.

Las velocidades altas proveen un mayor desterronamiento aunque en esta condición se produce un mayor entremezclado del suelo y una disminución del vuelco del pan de tierra. Por lo tanto, el rebatimiento será más efectivo en velocidades menores.

La capacidad de penetración también disminuye al aumentar la velocidad, al mismo tiempo que se incrementa la tendencia a desviarse el arado desde cola, llegando inclusive a situaciones en las cuales la rueda de cola no permanece dentro del surco desplazándose todo el arado hacia la izquierda (mirando desde atrás).

#### Profundidad. Angulo frontal de los discos

A diferencia del arado de rejas, el fondo del surco originado por un arado de discos, presenta un perfil ondulado, con crestas de suelo sin labrar entre el corte de un disco y el contiguo.

La altura de esta cresta varía en función del ángulo frontal de cada disco. Cuando ésta disminuye (discos menos frontables) aumentará la altura de la misma y por tal motivo en aradas de poca profundidad se deberá cuidar de no utilizar el ángulo mínimo.

## EL CUERPO DE ARADO PARTES QUE LO COMPONEN

Cada órgano activo está integrado por los elementos siguientes (fig. 50): a) discos, b) plato portadisco, c) maza de los rodamientos, d) timón, e) accesorios.

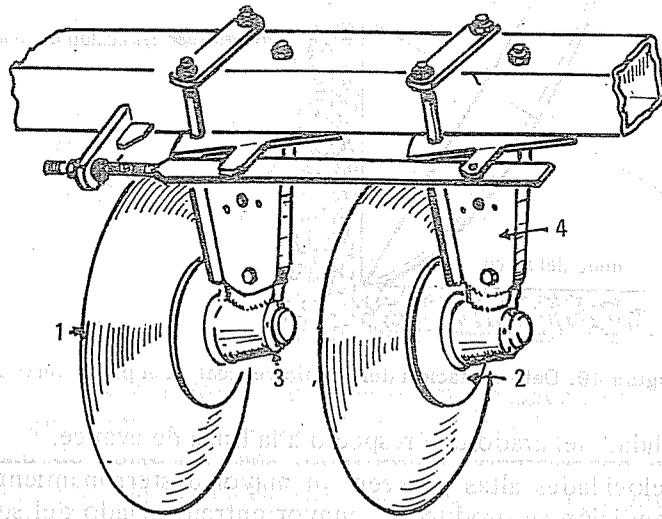


Figura 50. Partes que componen el cuerpo de arado: 1) disco, 2) plato portadisco, 3) maza; 4) timón.

### Discos

Los que generalmente se utilizan para arados, están contruidos en acero de calidad SAE 1085 (es decir que contienen aproximadamente un 0,85% de carbono). Preferentemente debe ser de chapa "laminada en cruz" o sea que el material es sometido a un proceso de laminación de sucesivas pasadas transversales unas de las otras.

Asimismo, la mayoría de los discos están tratados térmicamente (templado) hasta alcanzar una dureza de alrededor de 38 a 45 HRC (grados Rocwell "C") (o su equivalente 363 a 415 Brinell).

En razón de esta característica constructiva (templados) el reafilado de los discos debe efectuarse mediante el torneado con herramien-

tas de corte. No debe realizarse el estirado del disco a través de un proceso de volado en frío, ya que éste puede originar quebraduras en el filo, desfoliación y deformaciones.

Una forma de aumentar la vida útil del filo consiste en aplicar el mismo material de aporte de gran dureza que se utiliza en el acorazado de las rejas. La aplicación se hace en la parte interior de acuerdo a las indicaciones que se dan en la figura 51.

En el cuadro 13 se representan las medidas de los discos más utilizados.

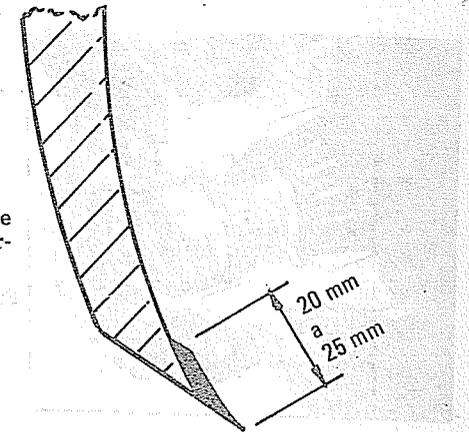


Figura 51. Acorazado de discos. Consiste en una capa protectora aplicada en la parte interior del casquete.

Cuadro 13. Medidas de los discos más utilizados.

Diámetro		Espesor mm	Flecha (concavidad) mm
cm	pulgada		
66,0	26	5-6-6,5	100-105
71,1	28	6-7-8	100-115
76,2	30	8-9	100-110

### Plato portadiscos

Es la pieza de apoyo del disco y sobre la cual se fija el mismo mediante bulones.

La parte central posterior se prolonga en un eje en el cual se ubican los rodamientos.

Los rodamientos más utilizados son de rodillos cónicos y en posición contrapuesta. Este tipo de rodamiento está capacitado para soportar los esfuerzos radiales y axiales que se originan en razón de los ángulos que adopta el disco durante el trabajo.

### Maza

Contiene en su interior el sistema de rodamientos y se prolonga en su parte superior en un brazo que fija todo el conjunto al timón del arado (fig. 52).

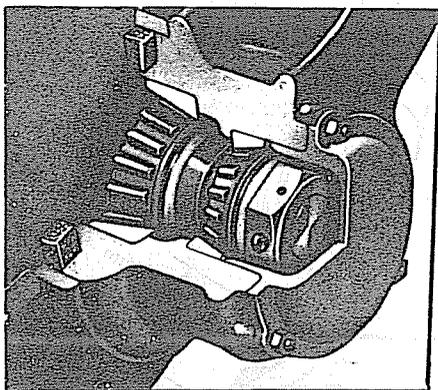


Figura 52. Maza de los rodamientos, con cojinetes de rodillos cónicos.

### Timón

Es el vínculo de unión entre el bastidor del arado y el conjunto portadiscos. Sus características constructivas y de fijación contemplan la posibilidad de efectuar las regulaciones del ángulo frontal y vertical del disco.

Para el primer caso (ángulo frontal) generalmente el método consiste en aflojar cada uno de los bulones de fijación del timón al bastidor y actuar luego sobre una barra que une a todos los timones entre sí de forma tal que su desplazamiento origina un cambio idéntico en la posición de cada timón. Esta barra de unión entre los timones asegura un ángulo frontal igual para cada disco, evitando diferencias entre ellos (fig. 53).

En los arados de arrastre, también se modifica el ángulo frontal,

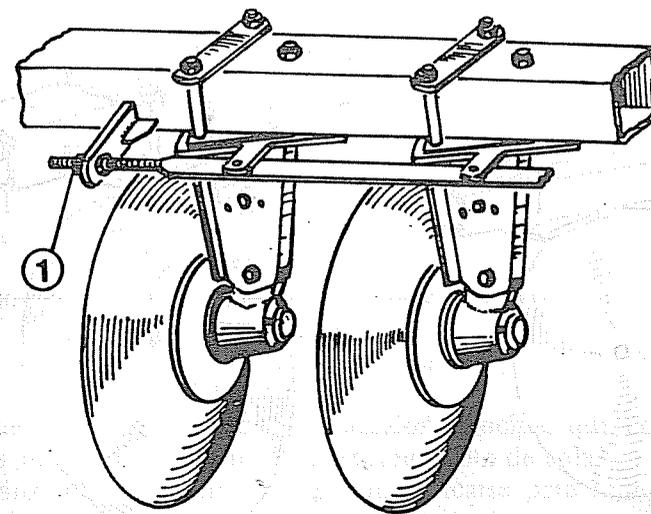


Figura 53. Regulación general del ángulo frontal. 1) Registro roscado que permite modificar el ángulo frontal en forma conjunta para todos los discos.

toda vez que se cambia el ángulo entre el bastidor principal y el bastidor de cola, para obtener un ancho de labor distinto. No obstante, la regulación propia de los timones permitirá si fuera necesario, volver al ángulo frontal original del disco a pesar del cambio en el ancho total de trabajo.

En cuanto al ángulo vertical, se varía modificando la posición de la maza con respecto al timón. Comúnmente se recurre a unir ambos mediante un bulón inferior pivote fijando al conjunto un bulón superior de diámetro menor y que actúa como fusible cuando el órgano es sometido a un esfuerzo excesivo. Este bulón fusible puede ubicarse en distintas perforaciones de forma tal que para cada una de ellas el conjunto adopte un ángulo vertical distinto.

### Accesorios

La labor del órgano activo puede complementarse con el agregado de dos accesorios básicos: a) raspadiscos y b) vertederas-raspadiscos (fig. 54).

En el primer caso se trata de una hoja que actúa sobre la cara cóncava del disco, impidiendo la adherencia de tierra húmeda y mejorando el rebatimiento del suelo.

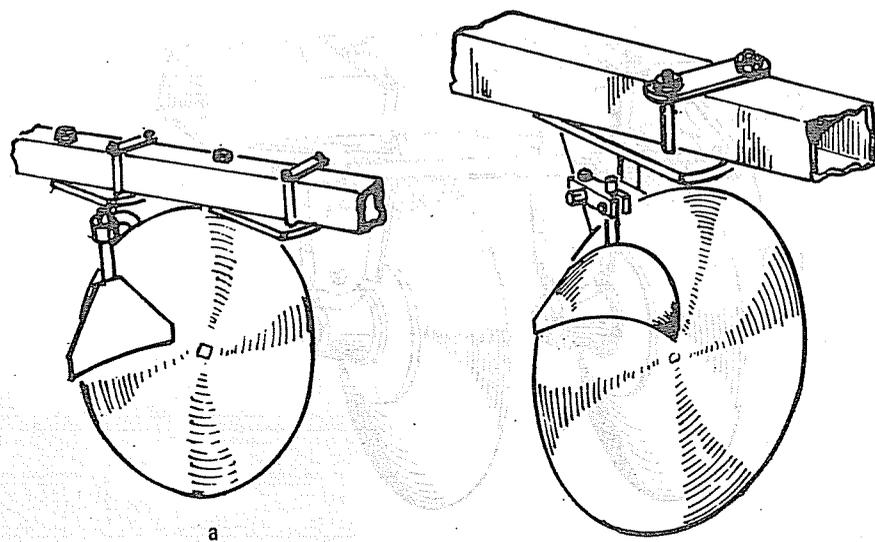


Figura 54. a) Raspadisco, que fundamentalmente evita las adherencias de tierra en la cara interna del disco. b) Vertedera-raspadiscos, que además de evitar las adherencias mejora el rebatimiento del suelo.

Las vertederas-raspadiscos poseen cierta curvatura lo que aumenta notablemente el efecto de vuelco de la tierra y el cubrimiento de los restos vegetales.

Estos elementos poseen un brazo de sujeción que permite regular la posición del raspador sobre la cara del disco. Así, es posible alejar o acercarlo al mismo, como también otorgarle varias posiciones para obtener distintos efectos sobre el rebatimiento del suelo.

Además, son particularmente útiles para aradas con velocidades elevadas ya que evitan el desplazamiento excesivo del pan de tierra.

### TIPOS DE ARADOS

Al igual que en los arados de rejas en Argentina se utilizan dos tipos según la forma de acople al tractor: a) de tracción libre y b) montados.

No son utilizados los semimontados ni los arados reversibles.

A diferencia del arado de rejas, el de discos de arrastre posee por lo general mayor capacidad de penetración que los montados debido

a que la misma se produce por el peso por disco de la máquina y los arados para enganche de tres puntos están limitados en su peso por razones de equilibrio ántero-posterior del tractor y capacidad del mecanismo hidráulico.

Por lo tanto, será necesario considerar este aspecto (peso por disco) en la elección del equipo a utilizar en relación a la capacidad de penetración buscada.

Por otra parte, en los modelos de arrastre cabe también una diferenciación en la clasificación, según el peso que posean.

### Arados de arrastre

Están conformados por un bastidor principal que contiene a los timones portadiscos y un bastidor secundario o de cola.

El ángulo entre ambos puede modificarse para obtener distintos anchos de trabajo.

El número de discos para los modelos de arados de arrastre varía entre 4 y 10 discos. El peso por disco dependerá del modelo. Los usados para agricultura de propósito general poseen un peso aproximado de 200 kg por disco. Los arados más pesados, son destinados a trabajos específicos, tales como aradas primarias en terrenos de desmonte.

Cuadro 14. Cantidad de discos y ancho de labor de los arados de arrastre.

Cantidad de discos	Ancho de labor (m)	
	mínimo	máximo
4	0,80	1,00
5	1,00	1,25
6	1,20	1,50
7	1,40	1,75
8	1,60	2,00
9	1,80	2,25
10	2,00	2,50

### Rodados y mecanismos conexos

Al igual que el arado de rejas, el de discos posee 3 ruedas de apoyo pero a diferencia de aquél, al menos 2 de ellas se encuentran interconec-

tadas mediante un sistema de barras y palancas para que cada una de ellas se oriente en el sentido de giro. Usualmente la de surcos y de cola son orientables por medio del movimiento de la barra de tiro, mientras que la de rastrojo puede o no estar conectada al sistema.

### **RUEDA DE SURCO**

Avanza paralela al sentido de marcha. Se une a la barra de tiro por medio de un brazo de longitud variable. El sistema posee también registros que permiten obtener la nivelación transversal del arado, es decir el control de la profundidad delantera.

### **RUEDA DE COLA**

Preferentemente debe avanzar paralela al sentido de marcha. No obstante, dado que esta rueda soporta los esfuerzos laterales que actúan sobre el arado, en el plano horizontal a veces es necesario recurrir a su orientación hacia la derecha (tierra arada). En cuanto al plano vertical, y por las mismas razones apuntadas, esta rueda constructivamente posee cierto ángulo de inclinación para asegurar aún más el avance de la misma dentro del surco.

La barra de unión entre esta rueda y la de surco puede variar su longitud a los efectos de otorgar la posición necesaria en el sentido de avance.

Por otra parte, también en esta rueda se encuentra un registro para la nivelación longitudinal del arado (profundidad posterior).

Por último, cabe agregar, que en algunos modelos también se incluye como una regulación adicional, la posibilidad de desplazar la rueda de cola hacia la derecha o izquierda con relación al soporte que la une al bastidor.

### **RUEDA DE RASTROJO**

De la misma forma que en los arados de rejas, en el sistema de esta rueda, se integra el mecanismo del levante del arado y control general de la profundidad.

Pueden utilizarse levantes del tipo mecánico, hidráulico o combinados (para una ampliación sobre el tema, ver "arados de rejas").

La rueda de rastrojo debe avanzar paralela al sentido de marcha, razón por la cual aún en aquellos arados donde esta rueda no está interconectada con las demás, es posible cambiar su posición en el

plano horizontal para adecuar su orientación toda vez que se cambie el ancho total de trabajo (modificación del ángulo del bastidor principal con el secundario).

### **Tipos de rodados**

Para condiciones normales se recurre al uso de neumáticos en las tres ruedas. Cuando las características del terreno así lo exigen, pueden utilizarse ruedas de fundición (generalmente la de cola en primer término).

Las ruedas de fundición adicionan peso al arado haciéndolo más estable y mejorando su capacidad de penetración. Por la misma razón se recurre al uso de contrapesos aplicables a las propias ruedas con neumáticos (o aún a las de fundición) o sobre el bastidor del arado.

El uso de ruedas de fundición y/o contrapesos es un método al que se debe recurrir luego de haber agotado todas las instancias de puesta a punto tendientes a evitar la inestabilidad del arado, tal como se explica más adelante.

## **ARADOS MONTADOS SOBRE ENGANCHE HIDRAULICO DE TRES PUNTOS**

Para las generalidades sobre este tipo de máquina, ver lo tratado en arados de rejas montados.

A diferencia de los modelos de arrastre, los arados de discos montados, por no poseer el bastidor secundario, no varían su ancho total de trabajo.

**Cuadro 15. Cantidad de discos y ancho de labor teórico de los arados de discos montados.**

Cantidad de discos	Ancho de labor (m)
3	0,75
4	1,00
5	1,25

En los arados de discos montados, necesariamente debe contarse con una rueda de cola para soportar las componentes laterales durante el trabajo.

Esta rueda puede adoptar distintas posiciones:

Figura 55. Arado de discos montado.

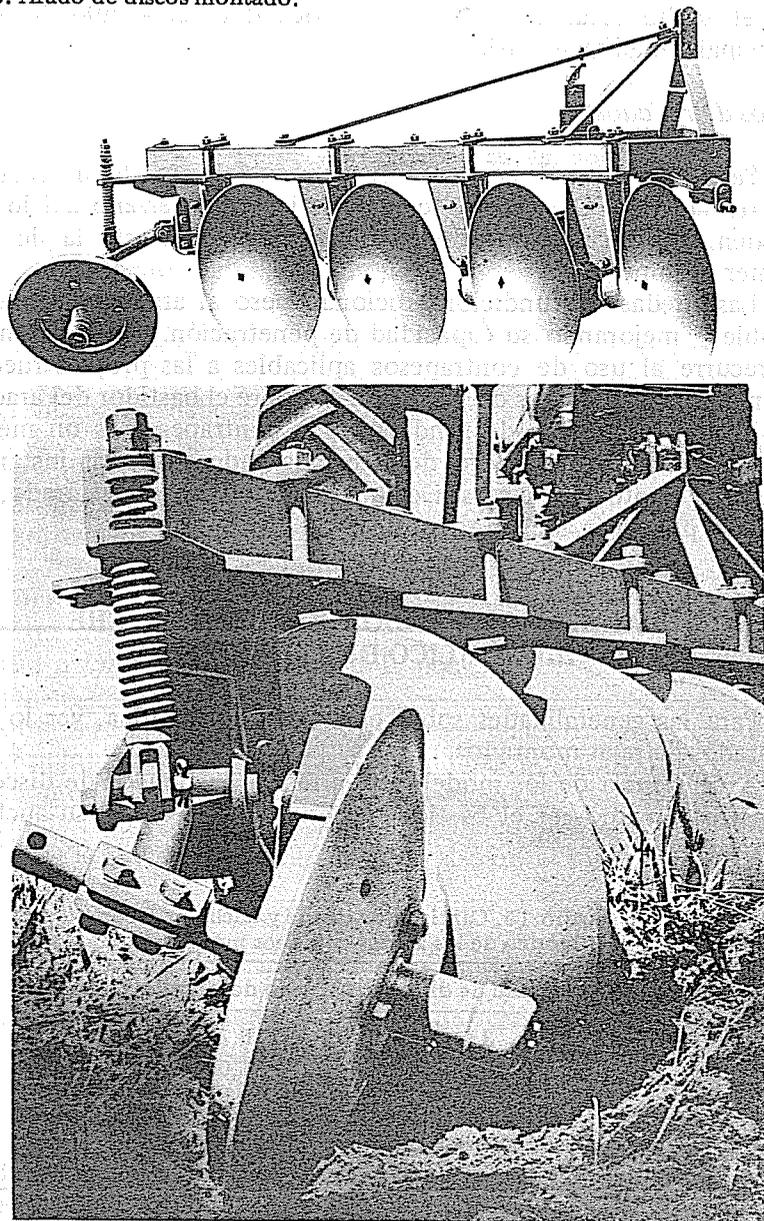


Figura 56. Rueda de cola. Un eje acodado y desplazable lateralmente permite obtener las distintas posiciones de esta rueda.

- a) En el plano vertical, variación del ángulo de inclinación.
- b) En el plano horizontal: 1) variación de la orientación con respecto al sentido de avance, 2) desplazamiento lateral hacia la izquierda o derecha.

Esta rueda (fig. 56) y sus regulaciones permite corregir las desviaciones del equipo tractor-arado no recurriéndose al eje de acople acodado, como se hace en el arado de rejas.

#### Rueda para control de profundidad

Cumple las mismas funciones que en el arado de rejas. Es un accesorio de los arados de discos montados y se utiliza ocasionalmente.

### REGULACION Y PUESTA A PUNTO DEL ARADO DE DISCOS DE ARRASTRE

#### Enganche al tractor

Los principios básicos están comentados en el capítulo referido a los arado de rejas y vertederas de arrastre (pág. 51).

#### Centro de resistencia del arado

Para un solo órgano activo (un disco) el centro de resistencia se ubica ligeramente a la izquierda y por debajo del centro geométrico del disco. La posición exacta no es factible de definir ya que la misma varía en función del ángulo frontal y vertical del disco como asimismo de la profundidad de labor. Algunos autores citan también a la concavidad del disco como una variable que influye en las distintas ubicaciones del centro de carga.

A los fines prácticos y en arados de varios discos, el centro de resistencia se ubica aproximadamente en el disco central cuando se trata de arados con número impar de casquetes, mientras que para arados con número par, se sitúa entre los dos centros de carga de los discos centrales.

#### Línea de tracción

Es la línea recta que une el centro de resistencia del arado con el centro de tiro del tractor pasando por el punto de enganche en el

tractor (para una ampliación del tema, véase "arados de rejas", pág. 55).

Como los arados de discos pueden variar su ancho total de trabajo, el centro de carga se encontrará a distancias distintas de la pared del surco según el ancho de corte elegido y, por lo tanto, la línea de tracción en el sentido horizontal adoptará posiciones diferentes (fig. 57).

En el sentido vertical la línea de tracción reviste importancia particular ya que, según la ubicación del punto de enganche de la barra de tracción del arado en el mismo o en el tractor, influirá sobre la transferencia de peso a las ruedas posteriores del tractor y la estabilidad desde atrás (rueda de cola) del arado (fig. 58). Un enganche bajo en el arado o alto en el tractor, tenderá a elevar el arado desde adelante, transfiriendo peso a la parte posterior, disminuyendo así la posibilidad de "salida de cola" del equipo.

### Tractor-trocha

A los efectos de lograr la máxima estabilidad del arado, es conveniente adoptar la trocha mínima posible para el tractor, de manera tal que la línea de tracción se observará con cierta inclinación hacia la derecha (mirando desde atrás). El enganche en un tractor con trocha reducida obliga a desplazar la barra de tiro del arado hacia la derecha, contrarrestando la tendencia a salirse de cola del mismo.

Dada estas consideraciones, los arados de discos deben ser siempre enganchados con el tractor en la posición "dentro de surco"

### Ancho de corte del primer disco

La igualdad de corte del primer disco con el de los demás, tiene por objeto lograr una arada pareja, sin bordes o depresiones entre una pasada y otra. Como el emparejado es también función de una nivelación transversal correcta, deberán considerarse ambas regulaciones en forma conjunta.

### Ancho total de corte del arado

Se modifica el ancho de corte total cambiando el ángulo entre el bastidor principal y el bastidor de cola del arado. Toda vez que se desplaza el bastidor de cola hacia la derecha (mirando desde atrás), cuando la rueda vuelve a su posición normal de trabajo todo el conjun-

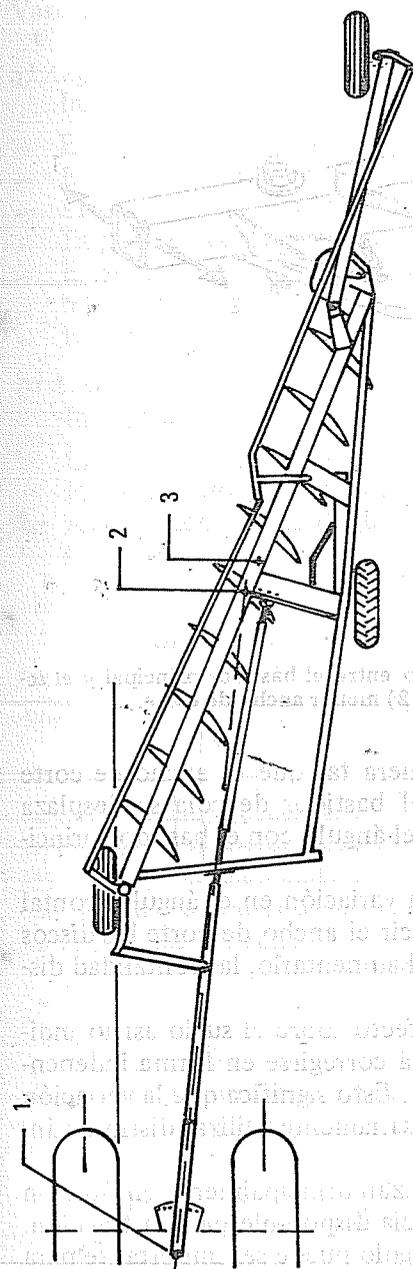


Figura 57. Enganche en el plano horizontal: 1) centro de tiro; 2) centro de carga (9 discos); 3) centro de carga (10 discos).

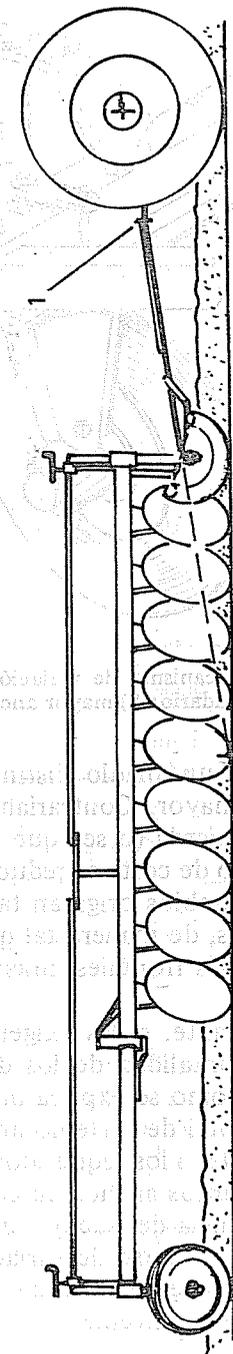


Figura 58. Enganche en el plano vertical: 1) enganche en el tractor; 2) centro de carga.

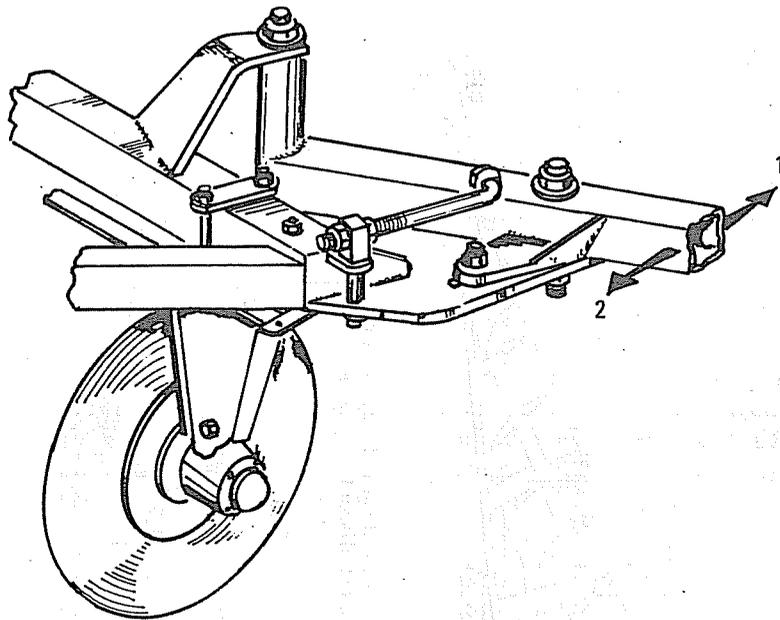


Figura 59. Mecanismo de variación del ángulo entre el bastidor principal y el secundario: 1) mayor ancho de corte; 2) menor ancho de corte.

to adoptará un ángulo distinto, de manera tal que el ancho de corte total será mayor. Contrariamente, si el bastidor de cola se desplaza hacia la izquierda (o sea que se amplía el ángulo con el bastidor principal) el ancho de corte se reducirá.

Estos cambios originan también una variación en el ángulo frontal de los discos, de manera tal que al reducir el ancho de corte los discos avanzarán más frontales, mientras que al aumentarlo, la frontalidad disminuirá.

No obstante, si las exigencias del efecto sobre el suelo así lo indicaran, la frontalidad de los discos podrá corregirse en forma independiente, tal como se explica más adelante. Esto significa que la variación del ancho total de corte no implica necesariamente utilizar distintos ángulos frontales a los requeridos.

Los distintos anchos de corte se utilizan principalmente en función de la resistencia del suelo y de la potencia disponible para la tracción. Asimismo, el recurso de variación del ángulo puede ser importante para evitar salidas desde cola del arado cuando las condiciones del suelo originan este inconveniente.

### Variación del ángulo frontal y vertical de cada disco

#### a) Ángulo frontal

Influye en forma directa sobre:

- El rebatimiento del pan de tierra.
- El ancho de corte de cada disco.
- El grado de desterronamiento del suelo.
- La posibilidad de atascamientos con restos vegetales.
- El autoafilado del disco (filo contra la pared del surco) y la estabilidad del arado.
- Esfuerzo de tracción.

#### b) Ángulo vertical

Influye sobre:

- Capacidad de penetración.
- Rebatimiento y desterronamiento del suelo.
- Autoafilado del disco (filo contra el fondo del surco).
- Esfuerzo de tracción.

Cuadro 15. Relación entre los efectos y la posición de los discos.

Efectos	Posición de los discos			
	+	-	+	-
	fron- tales	fron- tales	verti- cales	verti- cales
Mayor capacidad de penetración	X		X	
Mayor vuelco y desterronamiento	X		X	
Más desahogo, menos posibilidades de atascamientos		X		X
Menor ancho de corte de la faja arada		X		
Menor esfuerzo de tracción		X		X

*Nota.* Si bien los ángulos frontales y/o verticales se modifican en función de los distintos efectos antes señalados, debe prestarse especial atención a lograr ángulos de los discos que favorezcan el autoafilado de los mismos. La posición óptima es aquella donde el bisel del filo del disco es *paralelo* a la pared del surco (función del ángulo frontal) y al fondo del surco (función del ángulo vertical). Asimismo, el apoyo del bisel del disco contra el surco favorece la estabilidad del arado, disminuyendo la tendencia a salirse desde cola.

Sin embargo, este ángulo óptimo deberá sacrificarse cuando las condiciones del suelo obliguen a ello. Por ejemplo en terrenos muy duros, para aumentar la capacidad de penetración se recurre a otorgar mayor verticalidad a los discos en perjuicio del filo de los mismos. En caso de volúmenes de rastrojos excesivos, será necesario otorgar menor frontalidad a los discos a pesar de que el bisel del filo no sea paralelo a la pared del surco.

Por último, es necesario tener en cuenta que la velocidad de avance también influye sobre los distintos efectos considerados, de forma tal que si se aumenta la velocidad puede obtenerse mejor desterronamiento o rebatimiento sin necesidad de variar el ángulo frontal.

### Posición de las ruedas

La rueda de rastrojo debe avanzar paralela al sentido de marcha, mientras que las de surco y cola pueden orientarse hacia la tierra arada para disminuir la tendencia del arado a salirse desde cola.

Por otra parte la rueda de surco y cola poseen cierta inclinación con respecto a la vertical aunque en algunos arados puede modificarse esta posición, ubicándolas verticales para el transporte del equipo en largas distancias.

### Enganche de arados en tándem

A los efectos de determinar la posición del centro de resistencia de dos arados enganchados en tándem, se considerará la suma de todos los órganos activos como integrantes de una misma unidad, recayendo en el disco central o entre ambos del medio según se trate de un número impar o par de discos.

La ubicación del tractor será preferentemente "dentro del surco", aunque en caso de utilizarse ruedas duales podrá adoptarse la posición "fuera de surco" teniendo en cuenta que aumentará la tendencia a salirse de cola especialmente en el arado delantero.

En estos casos será necesario aplicar todos los recursos posibles para evitar estos inconvenientes, tales como uso de contrapesos, orientación de las ruedas, ángulos de los discos, etcétera.

### Nivelación

Las recomendaciones generales especificadas para los arados de rejas son también válidas para los de discos (ver pág. 60).

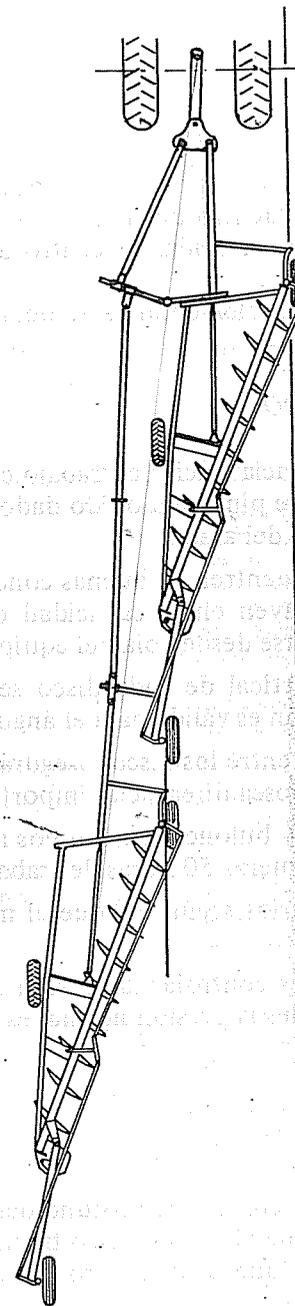


Figura 60. Enganche en tándem de dos arados de discos.

## PUESTA A PUNTO "A CAMPO"

### a) PREPARACION DEL TRACTOR

Dada la tendencia a salirse de cola de estos tipos de arados, será necesario trabajar con el tractor "dentro de surco" y en lo posible con la trocha mínima a los efectos de trasladar el centro de tiro del tractor lo más cerca de la pared del surco.

Algunas consideraciones complementarias se detallan en el capítulo de arados de rejas (pág. 66).

### b) PREPARACION DEL ARADO

- Es de fundamental importancia iniciar el trabajo con los discos perfectamente limpios, libres de pintura u óxido dado que su presencia dificultará la puesta a punto del arado.
- Verificar que los filos se encuentren en buenas condiciones. Los discos desafilados influyen en la capacidad de penetración y favorecen la tendencia a salirse desde cola del equipo.
- Controlar que el ángulo vertical de cada disco sea igual al de los demás. Idéntica consideración es válida para el ángulo frontal.
- Comprobar la equidistancia entre los discos asegurándose que la medida entre unos y otros no posea diferencias importantes.
- Repasar el ajuste de tuercas y bulones. En equipos nuevos repetir esta operación luego de las primeras 50 horas de trabajo.
- Efectuar los engrases necesarios según indique el manual del operador.
- Si el arado posee neumáticos controlar la presión de inflado de los mismos. En términos generales la presión normal es de 35 libras.

### c) REGULACIONES

#### Apertura de amelga.

Mediante los mecanismos de control de profundidad y nivelación se regulará el arado de forma tal que el último disco trabaje a la profundidad de arada deseada, mientras que el delantero lo haga aproximadamente a la mitad.

### Nivelación

Una vez abierta la amelga, con la rueda delantera del arado dentro del surco se procederá a nivelar transversal y longitudinalmente el arado.

La nivelación transversal se verifica:

- Mirando el arado desde atrás, se observará el bastidor paralelo al suelo.
- Quitando la tierra sobre el primer disco y verificando que la profundidad de labor sea similar a la del surco de la pasada anterior.

Cuadro 16. Inconvenientes y posibles causas y soluciones de los arados de discos de arrastre.

INCONVENIENTES	POSIBLE CAUSA Y SOLUCION
El arado no penetra.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peso insuficiente.</li> <li>- Discos desafilados.</li> <li>- Discos oxidados, con pintura.</li> <li>- Poco ángulo vertical de los discos.</li> <li>- Arado bajo desde atrás.</li> </ul>
Desterronamiento deficiente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poca velocidad de avance.</li> <li>- Insuficiente ángulo frontal y/o vertical. Utilizar raspadiscos y/o vertederas complementarias.</li> </ul>
Tendencia a atascarse con rastrojos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ángulo frontal excesivo.</li> <li>- Poca velocidad de avance.</li> </ul>
El primer disco produce una depresión o un alomado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El corte del primer disco es menor o mayor al de los demás. Desplazar la barra de enganche del arado lateralmente.</li> <li>- La nivelación transversal es incorrecta. Actuar sobre el registro de profundidad delantero.</li> </ul>
El arado tiende a salirse de cola.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trocha del tractor demasiado ancha en relación al ancho de corte del arado.</li> <li>- Discos desafilados y/o sucios.</li> <li>- Excesiva profundidad y/o ancho de corte del primer disco.</li> <li>- Enganche bajo en el tractor o alto en el arado.</li> <li>- Colocar contrapesos en la rueda de cola. Orientar la misma hacia la tierra arada.</li> <li>- Colocar rodado de hierro en la rueda de cola y en las restantes si fuera necesario.</li> <li>- Disminuir el ancho de labor total del arado.</li> <li>- Modificar el ángulo frontal de los discos hasta que el bisel del filo de los mismos sea paralelo a la pared del surco.</li> </ul>

La nivelación longitudinal se verifica.  
Mirando el arado lateralmente el bastidor estará paralelo al suelo.

### Corte del primer disco

Con el tractor en el surco, liberar la barra de tiro para que oscile libremente. Avanzar un tramo y verificar el corte del primer disco comparándolo con el de los demás. Si éste no fuera igual, desplazar la barra de enganche del arado:

- Hacia la izquierda si el corte fuera mayor.
- Hacia la derecha si el corte fuera menor.

Una vez logrado el ancho de corte correcto, con el tractor traccionando, fijar la barra de tiro del mismo en la posición que haya adoptado.

## REGULACION Y PUESTA A PUNTO DE LOS ARADOS 'DE DISCOS MONTADOS

Con respecto a las generalidades, enganche al tractor, nivelaciones, apertura de amelga y profundidad de trabajo; ver "arados de rejas montados" (pág. 72).

Con referencia el ángulo de trabajo de los discos, ver arado de discos de arrastre (pág. 77).

### Ancho de corte del primer disco

Para un enganche correcto, el centro de tiro del tractor y el centro de resistencia del arado deberán ubicarse sobre la misma línea, paralela al surco. Si el corte del primer disco fuera menor al de los demás, se deberá ensanchar la trocha del tractor, separando cada rueda de su posición inicial, la distancia en que se necesite aumentar el corte. Si el corte del primer disco fuera mayor, se procederá a la inversa (disminuir la trocha).

Si no fuera posible modificar la trocha del tractor, para variar el ancho de corte del primer disco se procederá de la siguiente forma:

- a) Si el corte es menor, aflojar el eje de acople mediante los tornillos corriendo el eje hacia la derecha.
- b) Si el corte es mayor, proceder a la inversa (correr el eje hacia la izquierda).

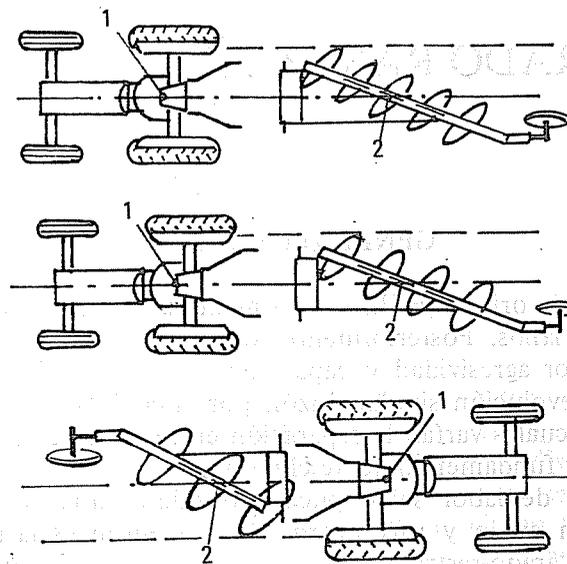


Figura 61. Enganche correcto para un arado de discos de 3, 4 y 5 discos: 1) centro de tiro del tractor, 2) centro de resistencia del arado.

### Desviaciones

De igual manera que la indicada para los arados de rejas montados (ver pág. 74), las cadenas de los brazos inferiores del sistema hidráulico deberán encontrarse durante el trabajo con una tensión mínima e igual en ambas.

En los arados de discos, las desviaciones se corrigen actuando sobre la posición de la rueda de cola.

Si el tractor tiende a desviarse hacia la tierra arada, puede recurrirse a:

- Orientar la rueda de cola hacia la derecha.
- Desplazar la rueda en el sentido horizontal hacia la izquierda (contra la pared del surco).
- Ambas correcciones a la vez.

Dada la similitud entre los inconvenientes y las causas y soluciones de los equipos montados y de arrastre consultar los cuadros correspondientes al arado de rejas montado y arado de discos de arrastre.

## 5. EL ARADO RASTRA (MULTIPLE)

### GENERALIDADES

En su país de origen (E.U.A.) esta máquina fue concebida para roturar suelos livianos. Posteriormente, otras aplicaciones exigieron un diseño de mayor agresividad y capacidad de penetración. En Argentina siguió una evolución similar, razón por la cual existe una gama de equipos en los cuales varían la separación entre los discos, el diámetro de los mismos y fundamentalmente el peso.

Por el tipo de labor se lo puede considerar una máquina intermedia entre un arado y una rastra. De allí entonces la designación más común de "arado-rastra".

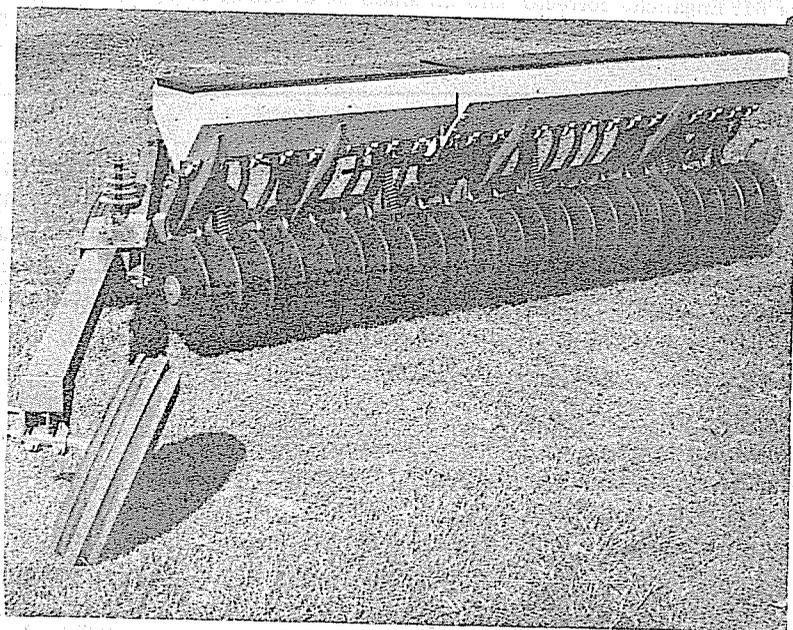


Figura 62. Arado-rastra múltiple equipado con cajón sembrador.

La superficie labrada, según la velocidad de trabajo, el tipo de suelo y las características propias de la máquina, es de tipo semirrugosa con entremezclado de los restos vegetales. Esta condición lo hace particularmente interesante para labranzas conservacionistas (superficie protegida) y para el manejo de barbechos facilitando la descomposición de rastrojos.

En la zona semiárida argentina es de uso corriente y se lo combina con cajones sembradores para efectuar siembras simultáneas con la última labor de repaso.

En razón de las distintas aplicaciones se lo designa con varios nombres tales como "múltiple", "arado-rastra", "rastrón", "arado barbechero".

Una variante de este tipo de máquina es el denominado "rastrón poceador". Se trata de un múltiple convencional en el cual sus discos están descentrados con respecto al eje del tren de discos. Para ello se recurre a discos cuyo agujero está desplazado con respecto al centro aproximadamente 5 cm y montados sobre el eje en forma alternada. Este desplazamiento produce una superficie de arada totalmente irregular, muy rugosa, cuyo objetivo es evitar la erosión eólica y aumentar la capacidad de captación del agua de lluvia. Los discos trabajan a distintas profundidades lo que origina este efecto.

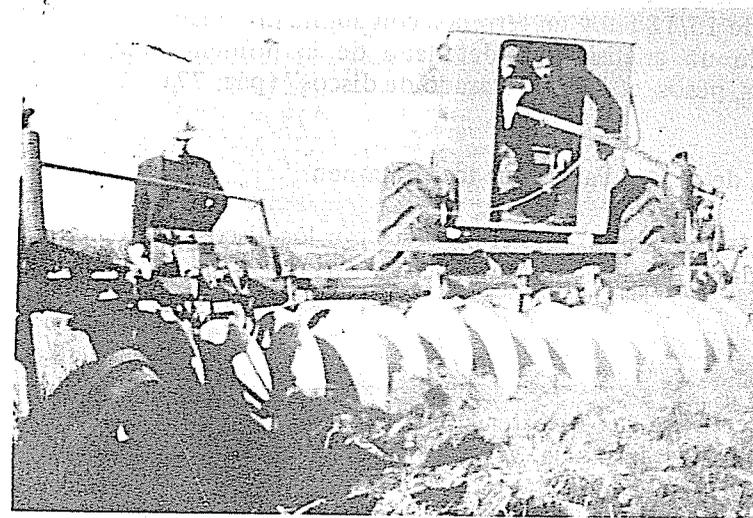


Figura 63. Rastrón poceador. El suelo queda más rugoso que cuando se utiliza el arado-rastra convencional.

Los órganos activos son casquetes esféricos pero que a diferencia del arado de discos, los mismos se encuentran unidos todos por un eje común, de forma tal que el ángulo vertical es de 90° con respecto al suelo y no puede variarse. Sí en cambio es posible modificar el ángulo frontal al cambiar el ancho total de corte.

La penetración está dada por el peso por disco y el ángulo frontal de los mismos, la separación y el diámetro.

Por otra parte, un ángulo frontal mayor proporciona mejor des-  
terronamiento y un entremezclado más intenso, aunque se aumenta el riesgo de atascamientos. La separación entre los discos varía entre 20 y 25 cm, utilizándose las distancias menores cuando se hacen tareas de siembra simultánea y en terrenos sueltos. Las distancias mayores son preferidas en zona de suelos más pesados, donde se requiere mayor capacidad de penetración y se manejan volúmenes de rastrojo importantes que junto a las características físicas de esos suelos pueden originar atascamientos.

Con respecto al peso, los arados-rastras "livianos" poseen alrededor de 80/90 kg por disco, con un diámetro de 61 cm (24"). Los clasificados como "pesados" utilizan discos de 66 cm (26") de diámetro con un peso por disco de aproximadamente 120/135 kilos.

Estos últimos están ocupando un mayor lugar en el mercado, ya que se los prefiere para trabajos de labranza primaria en profundidades de 15/18 cm y en terrenos con abundante rastrojo.

Para un análisis más detallado de la influencia de la velocidad, ángulos, pesos, etc., véase "arado de discos" (pág. 77).

### El tren de discos. Partes que lo componen

El tren de discos está compuesto por los discos, los rodamientos, los separadores, el eje de unión y los accesorios.

#### Discos

Acercas de las características generales sobre discos utilizados en las máquinas agrícolas, véase el capítulo referido a los arados de discos (pág. 80).

En el cuadro 17 se dan las dimensiones de los discos más usuales.

Cuadro 17. Dimensiones más usuales de los discos de los arados-rastra.

Diámetro		Espesor (mm)	Flecha (concavidad) mm
mm	pulgadas		
660	26	5 ó 6	101-115
771	28	6	110

### Rodamientos

El tren de discos, integrado alternativamente por un disco y un separador unidos por un eje común, gira sobre rodamientos que deben soportar esfuerzos radiales y axiales.

Comúnmente se utilizan cojinetes a bolillas; en algunas máquinas son de diseño especial para soportar los esfuerzos antes mencionados. En otros casos se combinan rodillos cónicos (esfuerzos axiales) y rodamientos de bolas (esfuerzos radiales).

Estos cojinetes están contenidos en cajas y protegidos adecuadamente contra la entrada de polvo. A partir de estas cajas, un soporte une el tren de discos al bastidor de la máquina cuando ésta, por su

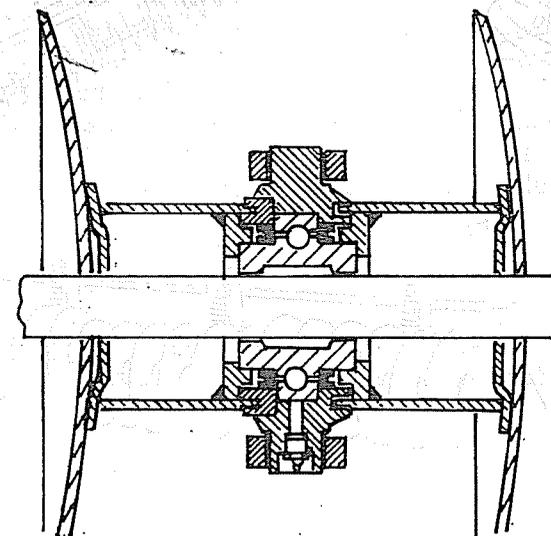


Figura 64. Sistema de rodamiento a bolillas.

diseño, se eleva o baja en forma completa durante la operación de clavado o desclavado.

En otros casos, el tren de discos está soportado por una barra adicionada al bastidor principal, de forma tal que solo realiza el movimiento al subir y bajar el propio tren, independizado del bastidor.

### Separadores

Normalmente están contruidos en material de fundición. Su largo determina la separación entre discos, que varía entre 20 y 25 centímetros.

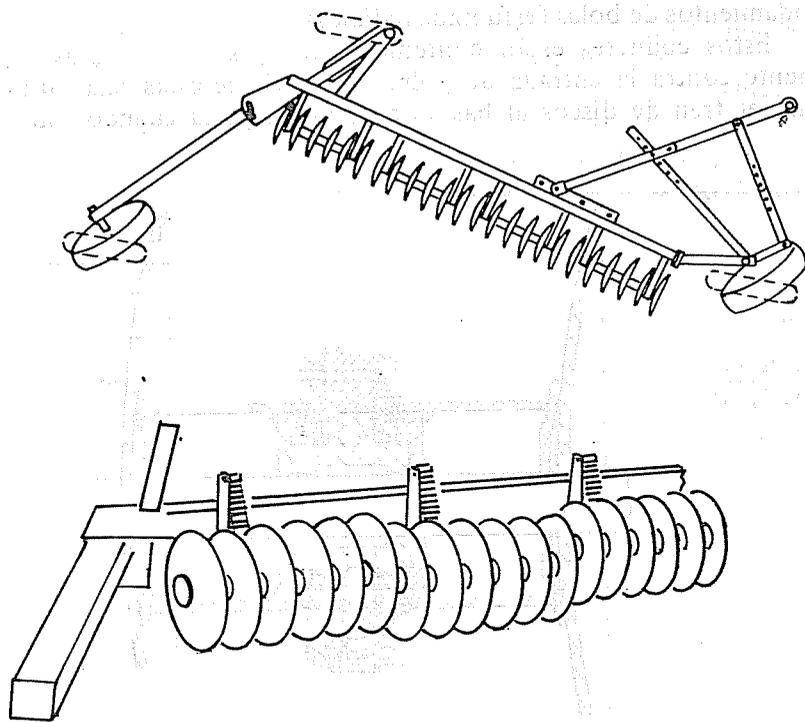


Figura 65. Arado-rastra con tren de discos dividido en secciones independientes y articuladas.

Cada separador presenta en sus extremos el apoyo del disco, siendo uno de mayor diámetro que el otro.

La cara convexa del disco apoya sobre el extremo de mayor diámetro, mientras que en la cara cóncava del mismo disco se apoya el separador siguiente con su extremo de diámetro menor.

### Eje de unión

Es el encargado de mantener unidos los separadores y los discos. Puede ser de sección redonda o cuadrada, prevaleciendo estos últimos con una dimensión de 31,75 mm (1 y 1/4 pulgadas).

En algunos arados de gran ancho de labor, el tren de discos puede estar separado en dos o más secciones. En diseños especiales (no difundidos en Argentina) el tren se separa en secciones independientes (generalmente de 6 discos cada una) articuladas al chasis mediante resortes que permiten el movimiento vertical de dichos paquetes adecuándose a las imperfecciones del terreno o bien sobrepasando obstáculos que pudieran encontrarse en él.

### Accesorios

Como complemento del tren de discos, se citan los raspadiscos y los antirrollos.

Los raspadiscos actúan contra la cara cóncava del disco y se ajustan de forma tal que lo rocen suavemente sin frenarlo. Impiden la adherencia de tierra húmeda en los discos.

En las condiciones actuales de uso de este tipo de máquinas, se prefiere la aplicación de antirrollos. Estas barras, ubicadas entre los discos, evitan la acumulación de tierra que son causa de deficiente labor y falta de penetración.

### Tipos de arados

Para nuestro país, solamente se considerarán los arados-rastras de tracción libre (arrastre) ya que no existen en el mercado los de tipo "montado".

### Arados de arrastre

Están conformados de forma similar al arado de discos, por un bastidor principal que soporta al tren de discos y un bastidor secunda-

rio o de cola. El ángulo entre ellos puede modificarse para obtener distintos anchos de trabajo y ángulo frontal de los discos.

El número de discos varía entre 8 y 24, predominando en razón de las potencias del parque de tractores los que poseen entre 14 y 18. También puede recurrirse al enganche en tándem de dos arados.

El peso por disco dependerá del modelo ya que, como se explicó anteriormente, estas máquinas pueden ser para tareas netamente de rastreo (livianas) o de arada más profunda (pesadas). El peso oscila entre 90 y 135 kg por disco.

La separación entre discos varía entre 20 y 25 centímetros. La posibilidad de variar el ángulo de trabajo determina distintos anchos de corte aún para una misma máquina, razón por la cual se indican valores de mínima y de máxima.

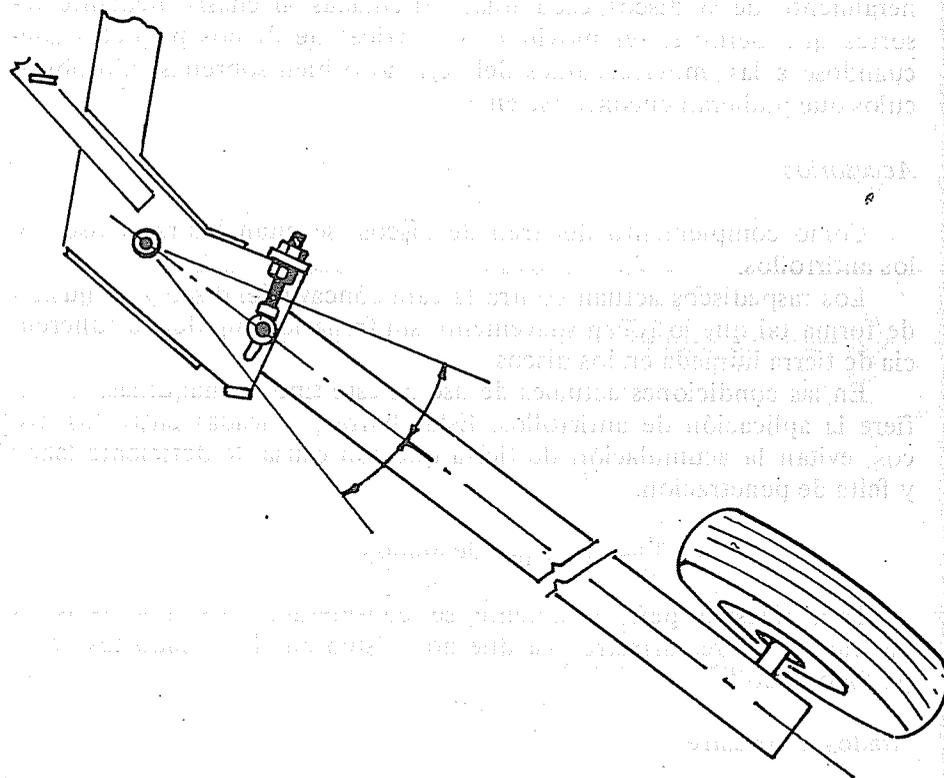


Figura 66. Mecanismo de variación del ángulo entre el bastidor principal y el secundario.

Cuadro 18. Número y separación de discos y ancho de corte en los múltiples.

Número de discos	Separación entre discos (cm)	Ancho de corte (m)	
		mínimo	máximo
8	25	1,20	1,76
9	25	1,35	1,98
10	25	1,50	2,20
11	25	1,65	2,42
12	25	1,80	2,64
13	25	1,95	2,86
14	25	2,10	3,08
15	25	2,25	3,30
16	25	2,40	3,52
17	25	2,55	3,74
18	25	2,70	3,96
19	25	2,85	4,18
20	25	3,00	4,40
21	25	3,15	4,62
22	25	3,30	4,84
23	25	3,45	5,06
24	25	3,60	5,28

#### Rodados y mecanismos conexos

Dada la similitud de la rueda de surco, la rueda de cola, la rueda de rastrojo y los tipos de rodados con el arado de discos, véase lo descrito en la página 85.

*Nota aclaratoria.* En los arados rastras que poseen tren de discos con elevación independiente y utilizan cilindro hidráulico de control remoto, este último no actúa sobre los mecanismos de las ruedas, sino solamente bajando o subiendo el citado tren.

#### Accesorios para la siembra

Según se explicó anteriormente, el arado-rastra es utilizado también para efectuar siembras simultáneas con la última labor del terreno. Para ello, se recurre al acople adicional de cajones sembradores.

Las posibilidades son las siguientes:

- a) cajón sembrador principal,

- b) cajón sembrador secundario,
  - c) elementos para la localización y compactación de la semilla, en líneas.
- a) Este cajón se aplica sobre el bastidor del arado. Generalmente posee dosificadores de rodillos acanalados y el movimiento de los mismos se origina en el propio tren de discos, tomándose (por intermedio de engranajes y cadenas) de su extremo. Una variante poco utilizada, aunque más eficiente, consiste en tomar el movimiento desde la rueda rastrojera.

A partir de los dosificadores, los tubos de descarga, dirigen la semilla por detrás del tren de discos, ubicando las mismas a profundidades variables según que los extremos de los tubos se encuentren más o menos lejos de los discos. La operación se complementa con una rastra de dientes liviana, enganchada también al mismo arado-rastra.

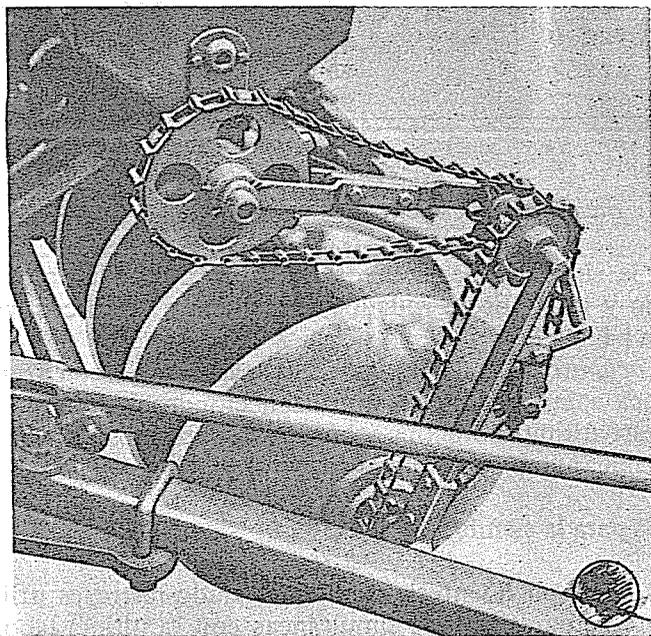


Figura 67. Sistema de transmisión del tren de discos al cajón sembrador en un arado-rastra.

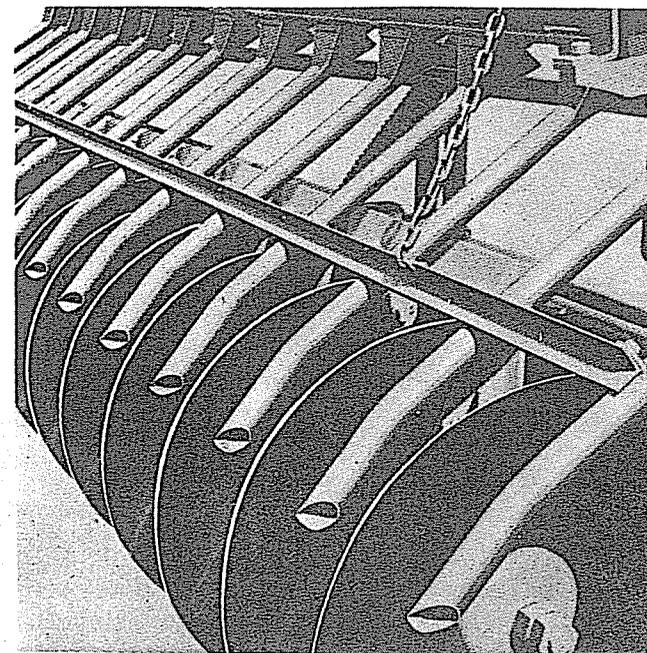


Figura 68. Tubos de descarga de semillas de un cajón sembrador en un arado-rastra. Las cadenas de sujeción permiten subir o bajar los tubos para obtener distinto grado de cubrimiento de las semillas.

Comúnmente se implantan con este sistema verdes de invierno y de verano, tales como centeno, avena, sorgos, forrajeros, etcétera.

- b) Como complemento del cajón principal, puede acoplarse otro cajón de menor capacidad, con dosificadores de rodillos acanalados adaptados a la siembra de semillas pequeñas, tales como alfalfa, tréboles y otras forrajeras (fig. 69).
- c) Con el objeto de mejorar la implantación puede recurrirse al uso de los denominados "cuerpos sembradores de mínima labranza" que ubican en líneas las semillas provenientes del cajón sembrador, pudiéndose compactar las mismas y controlar la profundidad. Constan de un abresurcos generalmente de disco cóncavo y zapa con una rueda posterior que controla la profundidad y actúa a su vez como compactadora (fig. 70).

En la zona semiárida, fabricantes zonales proveen equipos con diversas variantes que se adaptan a las necesidades del lugar.

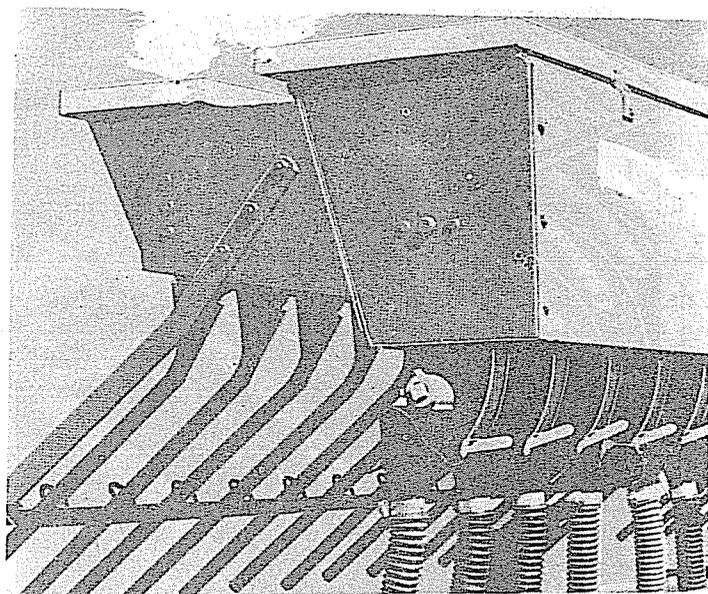


Figura 69. Cajón para siembra de forrajeras, aplicado en el cajón principal de un arado-rastra.

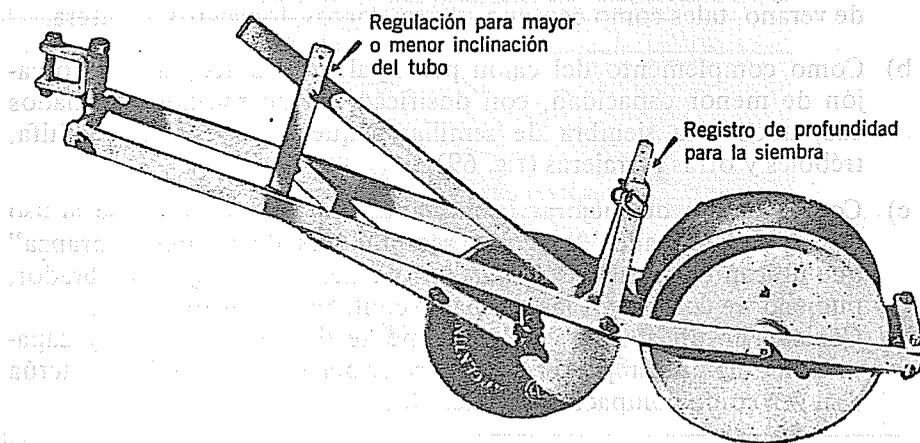


Figura 70. Cuerpo sembrador de "mínima labranza", aplicable a los arados-rastra.

Los mencionados elementos sembradores van montados sobre una barra que permite la ubicación a distancias variables, para obtener distintas separaciones.

### REGULACION Y PUESTA A PUNTO DEL ARADO RASTRA

Para un análisis detallado del enganche al tractor véase lo descrito en "arados de rejas" (pág. 51) y "arados de discos" (pág. 89), especialmente los siguientes aspectos:

- centro de resistencia del arado,
- línea de tracción,
- tractor-trocha,
- ancho de corte del primer disco,
- ancho total de corte del arado.

En este caso, dado la concepción del arado-rastra (donde los discos están contenidos en un mismo eje), la variación del ancho total de corte implica la modificación del ángulo frontal de los discos, sin posibilidad de cambiarlo independientemente, tal como ocurre en los arados de discos.

En el capítulo IV, referente al arado de discos, y a partir de la página 93, se encontrarán referencias a los siguientes aspectos:

- Variación del ángulo frontal de los discos. No se considerará el ángulo vertical (como en los arados de discos) ya que este siempre es perpendicular al suelo).
- Posición de las ruedas.
- Enganche de arados en tándem.
- Nivelación.
- Puesta a punto "a campo". (preparación del tractor, preparación del arado, apertura de la amelga, nivelación, corte del primer disco).
- Cuadro de inconvenientes, posible causa y solución.

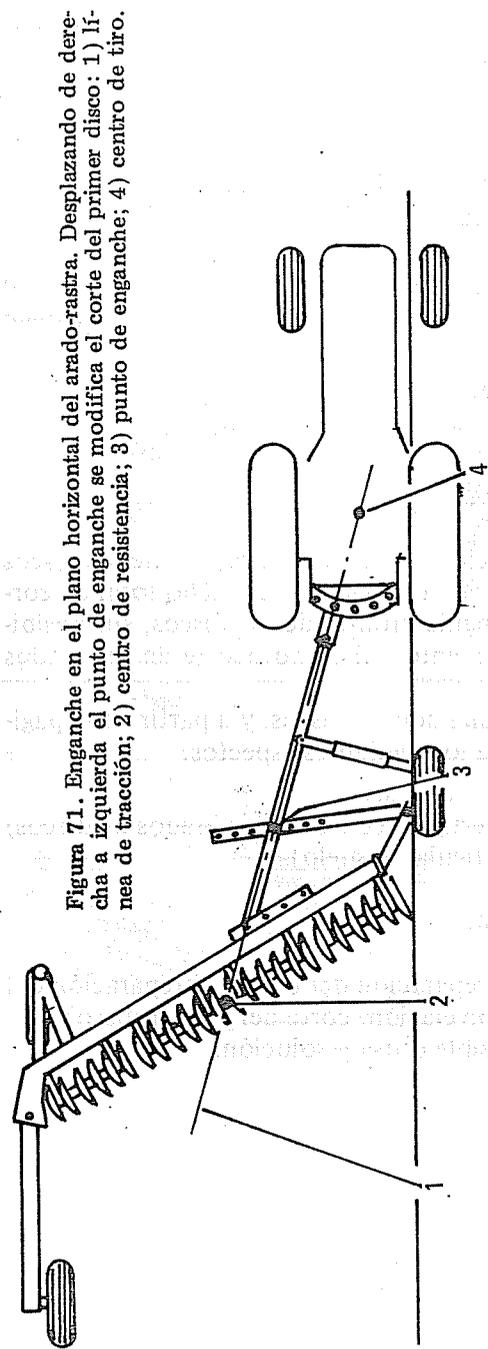


Figura 71. Enganche en el plano horizontal del arado-rastra. Desplazando de derecha a izquierda el punto de enganche se modifica el corte del primer disco: 1) línea de tracción; 2) centro de resistencia; 3) punto de enganche; 4) centro de tiro.

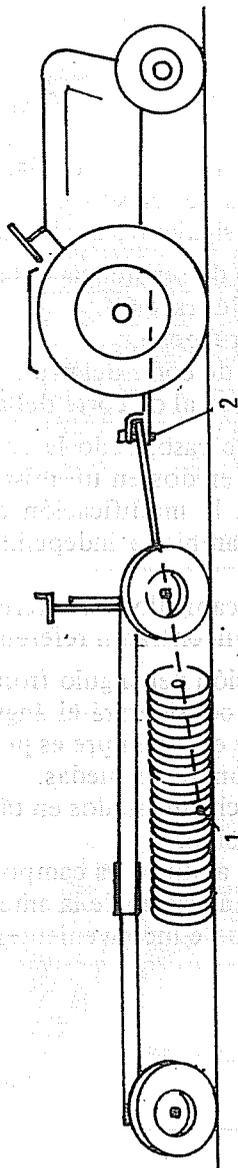


Figura 72. Enganche en el plano vertical del arado-rastra: 1) centro de resistencia; 2) punto de enganche en el tractor. Un enganche bajo en el arado o alto en el tractor tenderá a elevar el arado desde adelante, transfiriendo peso a la parte posterior del arado.

## 6. LAS RASTRAS DE DISCOS

### GENERALIDADES

Las rastras de discos son máquinas de uso generalizado y de gran versatilidad que muchas veces compiten con otras herramientas de laboreo primario tales como los arados.

En los años 1955/65 hubo un predominio de las rastras livianas destinadas al laboreo secundario, principalmente el desterronamiento. Posteriormente nuevos usos fueron difundiendo, tal como la incorporación de herbicidas, el entremezclado de rastros o el manejo de los barbechos.

Estas nuevas tareas a las que fueron sometidas las rastras obligaron a fabricantes y diseñadores a desarrollar equipos de características distintas a las ya conocidas y variables según el propósito de uso de las rastras.

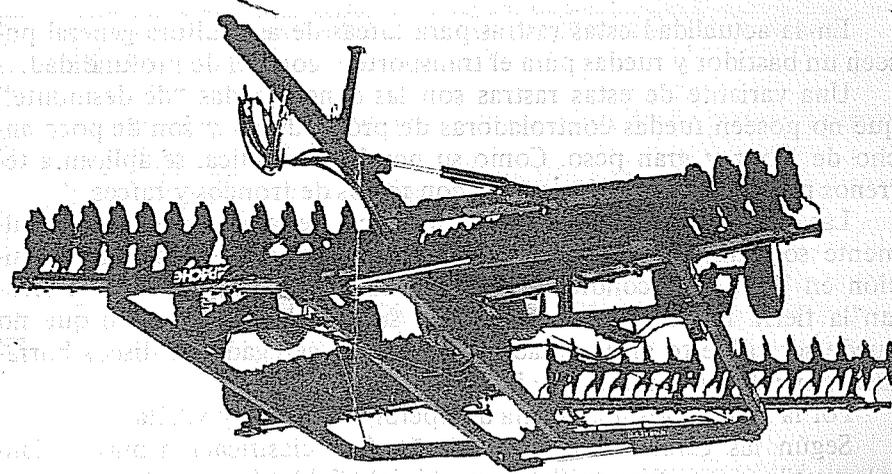


Figura 73. Rastra de discos.

Una primera gran clasificación, permite dividir a las rastras de discos en dos grupos:

- rastras de tiro excéntrico (un tren de discos anterior y otro posterior),
- rastras de doble acción (dos trenes de discos anteriores y dos posteriores).

Las *rastras de tiro excéntrico* fueron desarrolladas originalmente para trabajar desplazadas con respecto a la línea central longitudinal del tractor, y así ser utilizados en montes frutales, para remoción del suelo debajo de la copa de los árboles.

Posteriormente, este tipo de rastras excéntricas fueron ampliando su ancho de labor y utilizadas en agricultura general, sin ser necesaria su ubicación "desplazada" detrás del tractor. En razón de su gran capacidad de penetración, se las emplea para el inicio de los barbechos, roturando el suelo con relativa profundidad, cortando y entremezclando los restos vegetales. En este caso, se trata de una labor primaria.

Por otra parte la disposición en "V" hace que el tren de discos posterior vuelque el suelo hacia un mismo lado (derecho o izquierdo, según el diseño) permitiendo el trabajo en "amalgas" y cubriendo en cada pasada el surco abierto en la anterior. Esta condición le ha otorgado la denominación de rastra "aradora-niveladora" con que se la suele designar comúnmente.

En la actualidad estas rastras para tareas de agricultura general poseen un bastidor y ruedas para el transporte y control de profundidad.

Una variante de estas rastras son las denominadas "de desmonte" que no poseen ruedas controladoras de profundidad y son de poco ancho de labor y gran peso. Como su nombre lo indica, se aplican a terrenos provenientes del desmonte, con restos de troncos y raíces.

Las *rastras de doble acción*, a diferencia de las excéntricas, generalmente son más livianas y poseen cuatro trenes de discos con disposición en "X". Esta condición hace que los trenes posteriores que arrojan la tierra hacia el centro dejen un surco en cada extremo que no puede ser cubierto en la pasada siguiente. El agregado de discos borrar surcos tiende a disminuir este inconveniente.

Por la misma razón la forma de operar es en "ida y vuelta".

Según las características de diseño (ver clasificación más adelante) se utilizan en primeras labores, al inicio del barbecho o bien para tareas de repaso y preparación final del suelo (desterronamiento). También es de gran difusión en la incorporación de herbicidas que necesitan ser activamente entremezclados con el suelo.

Cuadro 19. Características de los distintos tipos de rastras de discos de doble acción.

Características	Livianas	Medianas	Pesadas
Peso por disco (kg)	25-30	35-40	Más de 50
Separación entre discos (cm)	20-21	21-22	21-23
Diámetro de los discos (mm)	508-560	560	610
(pulgadas)	20-22	22	24
Angulo de los trenes de discos	16-18	12-18	12-20

Cuadro 20. Características de los distintos tipos de rastras de discos de tiro excéntrico.

Características	Livianas	Medianas	Pesadas
Peso por discos (kg)	50	70-80	90 o más
Separación entre discos (cm)	21-23	23	25 o más
Diámetro de los discos (mm)	610	610-660	660-710
(pulgadas)	24	24-26	26-28
Angulo de los trenes de discos	15-25	15-30	30 o más

Nota. Las rastras para enganche hidráulico de tres puntos poseen menos peso por discos que las livianas de tracción libre (20-25 kg aproximadamente).

En el cuadro 19 se proporciona una clasificación de rastra de discos de doble acción.

En el cuadro 20 se proporciona una clasificación de rastras de discos de tiro excéntrico.

Como se desprende de esta clasificación es necesario evaluar la influencia de las distintas características constructivas para seleccionar adecuadamente el equipo en función del trabajo agronómico requerido.

### El peso por disco

Este dato tiene importancia porque determina la capacidad de penetración de la máquina.

Las rastras livianas se aplican a tareas de repaso, refinamiento de

suelos ya arados, control de malezas no excesivamente desarrolladas. Para el entremezclado de herbicidas resultan aptas en la medida que trabajen en alta velocidad (8-10 km/h) y en suelos de textura media o liviana.

Las semipesadas son más agresivas que las anteriores, de aplicaciones similares pero con mayor capacidad de penetración, entrecortado de rastrojos e incorporación de los mismos.

Las rastras pesadas ofrecen más versatilidad de uso ya que en condiciones normales se aplican a labores primarias (roturación de rastrojos), preparación directa del suelo para la siembra, con gran capacidad de penetración que asegura un óptimo corte y entremezclado de rastrojos. En el caso de las excéntricas, las extrapesadas no son de uso corriente en agricultura general, sino en tareas específicas de labores posteriores al desmonte.

Por otra parte, el peso de una rastra no es el único determinante de la capacidad de penetración ya que también debe considerarse la separación entre discos. Por ello, cuando se habla del peso de una rastra se analizará si son kilogramos por disco o por metro de ancho de labor, ya que máquinas de igual número de discos pueden tener distinto ancho de trabajo (ver cuadros 21 y 22).

### La separación entre discos

Una menor separación asegura buen grado de refinamiento y trozado pequeño de los restos vegetales aunque están expuestas a atascamientos fáciles en suelos pesados, húmedos o con abundancia de rastrojos en superficie. Hacen un buen trabajo de tipo secundario y de incorporación de agroquímicos en el suelo.

Las versiones con mayor separación entre discos tienen menor posibilidad de atascamientos y poseen mayor capacidad de penetración (a igual ancho de labor disminuye el número de discos y aumenta el peso por unidad).

Son máquinas efectivas para labores primarias, agresivas, aunque no tan eficientes en el refinamiento de la tierra, el emparejado y la mezcla de agroquímicos.

En la actualidad, dado las distintas necesidades de uso de las rastras, por lo general, se trata de seleccionar rastras con una separación intermedia que, si bien significa hacer ciertas concesiones, permite un aprovechamiento integral del equipo para todas las tareas agrícolas. Asimismo, el entremezclado y/o desterronamiento puede equipar-

rarse al de rastras con separaciones menores aumentando la velocidad de avance del equipo.

Obsérvese en el cuadro 21 que dos rastras aparentemente iguales (el número de discos, peso total y peso por disco) tienen distinto ancho de labor y peso por metro.

Cuadro 21. Comparación entre dos rastras con el mismo número de discos, peso total y peso por disco.

Número de discos	Separación (cm)	Ancho de labor aproximado (m)	Peso total (kg)	Peso por metro (kg)	Peso por disco (kg)
40	18	3,50	1.200	343	30
40	22	4,20	1.200	285	30

Nótese en el cuadro 22 que a igual ancho de labor y peso total, el peso por disco es distinto, debido a diferente separación.

Cuadro 22. Comparación entre dos rastras con igual ancho de labor, peso total y peso por metro.

Ancho de labor (m)	Número de discos	Separación (cm)	Peso total (kg)	Peso por metro (kg)	Peso por disco (kg)
4,20	40	22	1.200	343	30
4,20	48	18,5	1.200	343	25

### La forma y el diámetro de los discos

Los discos pueden responder a la forma de un casquete esférico (los más difundidos) o bien a la de tipo cónica (fig. 74). Los primeros, han mostrado una mayor adaptación al uso general mientras que los segundos ofrecen mejor capacidad de penetración y se les asigna un buen comportamiento en condiciones de mucho rastrojo. No obstante, en suelos muy húmedos o pegajosos tienen tendencia a atascarse.

Los casquetes esféricos, comúnmente llamados discos cóncavos, se presentan en distintas concavidades aún para un mismo diámetro. La concavidad (flecha) se indica en milímetros y varía entre 50 y 115 mm, aunque las concavidades mayores solo se aplican en rastras extrapesadas y arados-rastras (múltiples).

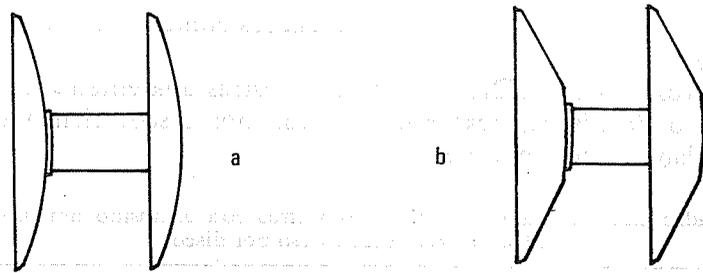


Figura 74. a) Discos esféricos (cóncavos), los más usuales. b) Discos cónicos; debido a su forma, la penetración es facilitada pero no tienen buen comportamiento en suelos muy húmedos o adherentes.

Los discos de poca concavidad efectúan una menor inversión del suelo y tienen poca tendencia a atascarse. Una rastra con disco de concavidad mayor necesitará más peso o ángulo para penetrar pero puede desterronar mejor el suelo aún en baja velocidad de avance.

En la actualidad, se ofrecen discos denominados para "alta velocidad", que se caracterizan por estar contruidos con flechas inferiores a la de los discos tradicionales y se aplican a rastras para tareas livianas, tales como incorporación de herbicidas o repaso final de suelos preparados.

Cuadro 23. Características de los discos para alta velocidad.

Diámetro del disco		Concavidad (mm)	Espesor (mm)
milímetros	pulgadas		
508	20	50	3,76
560	22	55	4,20
610	24	60	4,20
660	26	70	5,00
710	28	75	6,00

Cuadro 24. Características de los discos de uso tradicional.

Diámetro del disco		Concavidad (mm)	Espesor (mm)
milímetros	pulgadas		
508	20	50	3,76-4,20
560	22	60-85	4,20-5
610	24	70-80-95	4,20-5-6
660	26	95-105-115	5-6-8
711	28	92-110	6-8-9,50

Con respecto al comportamiento de la rastra en función del diámetro de los discos, la capacidad de penetración será mayor con discos de poco diámetro (se necesitarán menos kilogramos por disco), pero el corte de los restos vegetales será dificultoso. Contrariamente, discos de mayor diámetro presentan mayor superficie de apoyo sobre el suelo requiriendo mayor peso para penetrar. A igual profundidad estos discos conforman un ángulo menor entre su borde cortante y el suelo, facilitando el corte de los rastrojos.

Con respecto al borde cortante o filo del disco, puede ser liso (disco completo) o recortado (disco con escotaduras). Asimismo, el afilado puede ser interior o exterior.

A los discos recortados se les asigna una mejor capacidad de penetración dado que la superficie de apoyo en el suelo es menor que la de un disco con borde completo.

Por otra parte, se favorece el corte de los restos vegetales, especialmente los rastrojos de cultivos con tallos gruesos. Estas razones hacen que las rastras se equipen con este tipo de disco generalmente en los trenes delanteros, manteniéndose los de bordes lisos en los posteriores para obtener un mejor emparejado. Los discos escotados son más costosos y se gastan más rápidamente.

Por último, no existe demasiada información acerca del comportamiento de los discos según la ubicación del filo de los mismos.

En Argentina prevalece el uso de discos afilados exteriormente (lado convexo) que han demostrado adaptabilidad óptima a las condiciones generales de uso. El afilado interior puede mejorar la capacidad de penetración en suelos endurecidos.

### El ángulo de trabajo

El ángulo de trabajo de los trenes de discos puede tener distintos valores según el diseño del equipo y es aquél formado por el paquete de discos y la perpendicular a la línea de avance (fig. 75).

Al aumentar el ángulo (cruce) se incrementa la capacidad de penetración de la rastra y mejora el rebatimiento. También mejora el grado de desterronamiento. En suelos húmedos o con abundante rastrojo, un ángulo excesivo puede originar atascamientos de la máquina.

Por otra parte, aumentará el requerimiento de tracción. Un menor ángulo del tren de discos, dejará en superficie mayor cantidad de restos vegetales (de importancia en suelos erosionables), la rastra

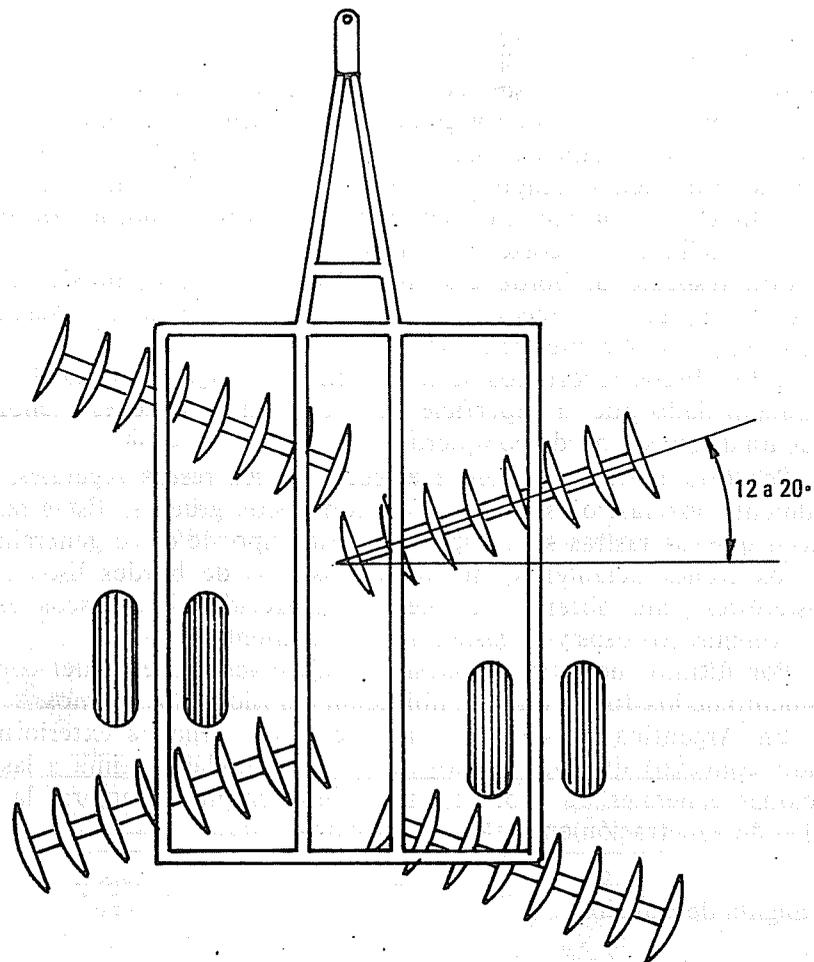


Figura 75. El ángulo de cruce de los trenes de discos en las rastras de doble acción puede variar entre 12 y 20°. Dicho valor se refiere al ángulo señalado en la figura.

tendrá menores posibilidades de atascamientos pero el desterronamiento del suelo será inferior.

Algunos diseños no ofrecen la posibilidad de variar el ángulo de los trenes de discos (en las rastras de doble acción) lo que significa una menor versatilidad en el uso del equipo según las condiciones que presente el terreno (grado de compactación del suelo, humedad, cantidad de rastrojo, desterronamiento deseado, remoción para incorporar agroquímicos).

Asimismo, las rastras de ángulo variable permiten utilizar ángulos distintos entre los trenes delanteros y posteriores, lo cual resulta importante en operaciones de siembra simultánea mediante el acople de un cajón sembrador sobre la rastra. En estos casos, los trenes posteriores adoptarán un ángulo mínimo a los efectos de no cubrir excesivamente la semilla y de obtener una superficie pareja. Por su parte los trenes delanteros con un ángulo mayor, efectuarán la remoción intensa del suelo.

## RASTRAS DE DISCOS DE DOBLE ACCION

### Tipos. Partes que la componen

Según la forma de acople al tractor, se distinguen dos tipos:

- de tracción libre (arrastre),
- montadas sobre enganche hidráulico de tres puntos.

Estas últimas responden generalmente a la clasificación de "livianas", es decir que su labor no es comparable a las de arrastre que poseen mayor peso. En razón de lo antedicho, las rastras montadas son aplicadas normalmente a tareas de repaso de suelos arados, labores superficiales, etcétera. Son de uso en zonas de cultivos intensivos, montes frutales, huertas, etcétera.

### Rastras de tracción libre

Son las más difundidas en el país. En la actualidad todas poseen ruedas para el transporte y control de profundidad, ofreciendo una amplia gama de anchos de labor.

El número de discos y su separación determinan distintos anchos de trabajo predominando aquellos que se adecuan a la potencia de 80 HP a 120 HP. Para tractores de mayor potencia existe la posibilidad de utilizar dos rastras en tándem o equipos de gran ancho que se pliegan (por diversos métodos) para el traslado de la máquina.

### Bastidor

Constituyen el armazón principal de la rastra, al cual se fijan las barras soportes de los trenes de discos. Se complementan con la lanza de acople, los mecanismos para variación del ángulo de cruce de los trenes

Cuadro 25. Diversos tamaños de las rastras de tracción libre.

TAMAÑOS			
No plegables (fijas) para el transporte		Plegables para el transporte	
Número de discos	Ancho de labor (m) *	Número de discos	Ancho de labor (m) *
32	3,36	52	5,46
36	3,78	56	5,88
40	4,20	60	6,30
44**	4,62	64	6,72
48**	5,04	68	7,14
		72	7,56
		76	7,98
		80	8,40

\* Anchos aproximados para una rastra tipo, de 216 mm de separación entre discos y con un ángulo medio de los trenes de disco.

\*\* Algunos modelos pueden ser también plegables para el transporte mediante el agregado opcional de los mecanismos respectivos.

de discos y los ejes con las ruedas que se conectan con el dispositivo de levante. En la actualidad predominan los sistemas para el acople de uno o varios cilindros hidráulicos de control remoto.

Las rastras de menor ancho (generalmente hasta 44 discos) poseen un bastidor rígido, mientras que las que superan los 48 o más discos pueden plegarse para el transporte.

El plegado puede ser:

- De los extremos de los trenes de discos, mediante accionamiento manual o hidráulico.
- De parte del bastidor (alas rebatibles) junto a un sector del tren de discos, mediante un sistema hidráulico.

En este segundo caso, las alas del bastidor pueden estar articuladas de forma tal que permita durante el trabajo la adaptación a las irregularidades del terreno.

Como norma general, no debe operarse con la rastra en condiciones de "plegado" ya que de esta manera aumentará considerablemente el peso aplicado por disco con riesgos de originar roturas en la estructura de la máquina.

### Lanza

Según la forma de acople entre el bastidor y lanza, se distinguen tres tipos:

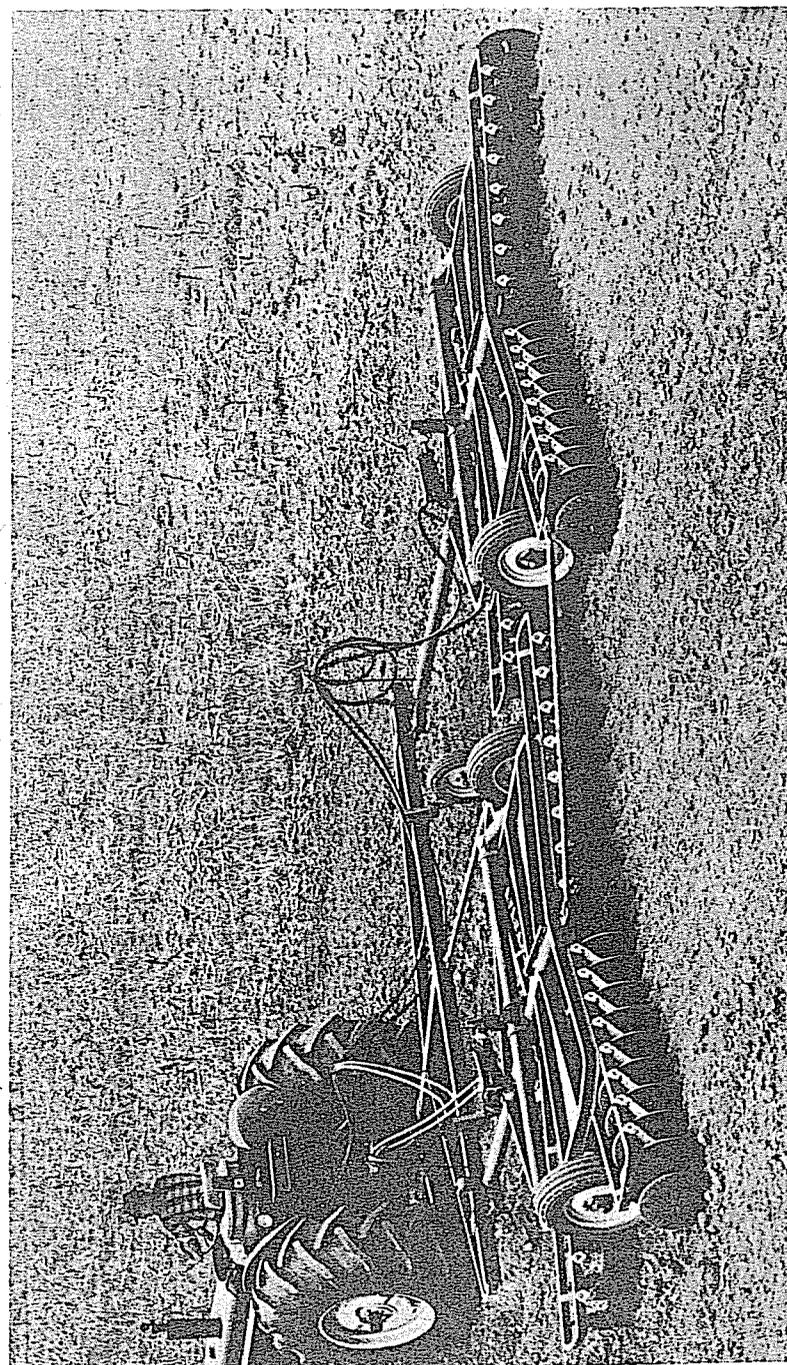


Figura 76. Rastras de discos en tándem. El sistema permite trabajar con dos rastras simultáneamente, lográndose un gran ancho de labor.

- 1) Articulación mediante un registro roscado y resortes que permiten la nivelación longitudinal durante el trabajo. Al desclavar la máquina, ésta generalmente quedará más baja desde adelante. Esto dependerá de la distribución de peso ántero-posterior (fig. 77).

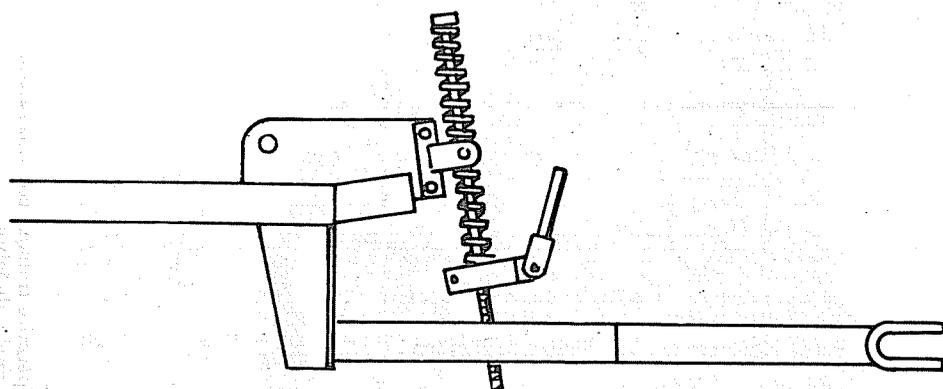


Figura 77. Conexión lanza-chasis mediante registro roscado y resortes.

- 2) Interconexión entre la lanza y el eje central del levante, de forma tal que una vez nivelada longitudinalmente, la rastra mantiene esta condición durante el trabajo o el transporte (fig. 78).

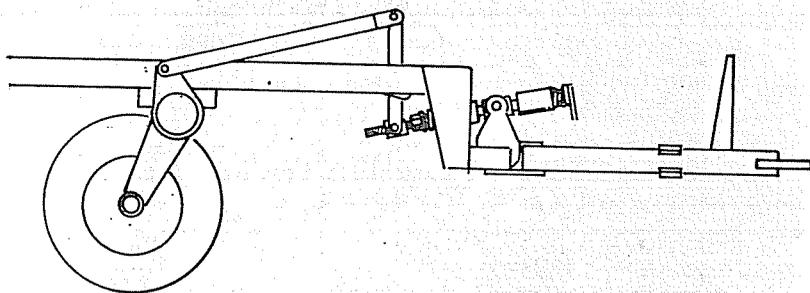


Figura 78. Conexión lanza-chasis. Registro roscado y resortes interconectado a su vez con el eje central del levante (acción "nivelada").

- 3) Una variante consiste en la incorporación de un cilindro hidráulico combinado con el registro roscado y resortes de nivelación, la que permite también obtener una nivelación ántero-posterior con la máquina clavada o desclavada.

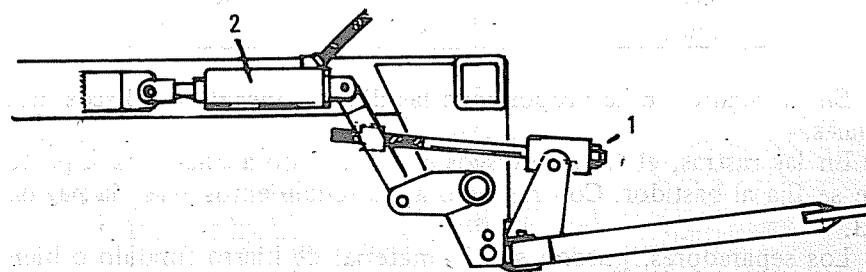


Figura 79. Sistema de acción niveladora mediante cilindro hidráulico. El registro roscado (1) controla la nivelación durante la posición de transporte. El cilindro (2) controla la nivelación durante el trabajo.

## Rodados

El número, dimensión y capacidad de carga del rodado varían según el tamaño y el peso de la máquina.

Generalmente se utilizan dos ruedas  $6,00 \times 16$  ó  $6,50 \times 16$  en ras-tras pequeñas y livianas, o dos ruedas  $7,00 \times 16$  y  $7,50 \times 16$  en ras-tras de mayor peso. En ras-tras de 52 o más discos se utilizan cuatro ruedas  $7,00 \times 16$  ó  $7,50 \times 20$  según el peso.

En algunos diseños de gran número de discos pueden encontrarse 4 ruedas para la parte central y 2 ruedas adicionales en el sector de alas plegables.

Las ruedas no solo son de utilidad para el transporte de la máquina, sino que también actúan como controladoras de profundidad durante la labor.

## Tren de discos

Las partes que lo componen consisten en: a) discos, b) rodamientos, c) separadores, d) eje de unión, e) accesorios.

Acerca de las características generales sobre discos utilizados en máquinas agrícolas véase las páginas 80 y 118.

Cuadro 26. Dimensiones de los discos más usuales.

Diámetro		Espesor (mm)	Flecha (concavi- dad) (mm)
milímetros	pulgadas		
508	20	4,2	50
560	22	5	60
610	24	5	70

En el cuadro 26 se proporciona las dimensiones de los discos más usuales.

En las rastras, el tren de discos está acoplado a una barra soporte que se fija al bastidor. Con respecto a los rodamientos véase la página 103.

Los separadores, pueden ser de material de hierro fundido o bien de un tubo de sección redonda construido en chapa con apoyos para el disco soldados en los extremos.

Su largo determina la distancia entre discos.

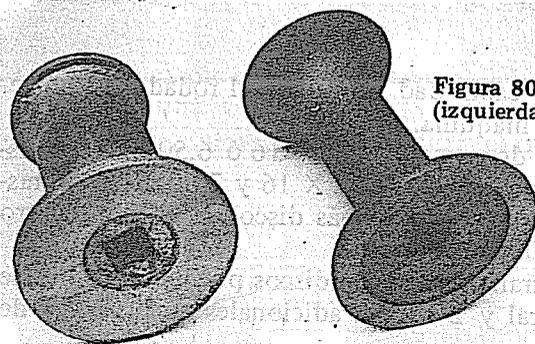


Figura 80. Separador construido en chapa (izquierda) y en hierro fundido (derecha).

Los apoyos de los extremos (ya sean separadores de fundición o de chapa) son de distinto diámetro. Uno (el mayor) apoya sobre la cara convexa del disco, mientras que el otro (menor) lo hace en la cara cóncava del disco siguiente.

Con respecto al eje y los accesorios del tren de discos véase la página 105. Como complemento del tren de discos, deben ser citados también los denominados "discos borrasurcos". Estos elementos se aplican en los extremos externos de los dos trenes posteriores. Son discos de menor diámetro (generalmente 5 cm) que los demás y tienen

por función cubrir medianamente los surcos que producen los discos de los extremos externos de los trenes posteriores. El cubrimiento no es total quedando un surco de menor profundidad que el producido por el disco normal. Existen también discos borrasurcos que además de menor diámetro poseen amplias escotaduras con la finalidad que el pequeño surco que dejan presente interrupciones sucesivas que impidan el corrimiento de agua en suelos sujetos a erosión hídrica.

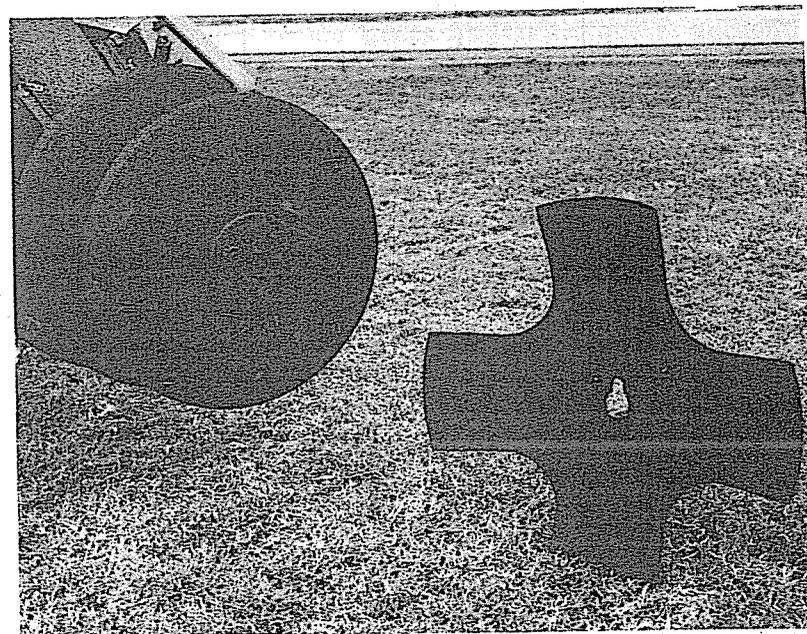


Figura 81. Borrasurcos convencional (izquierda) colocado en un extremo del tren de discos. A la derecha se observa un borrasurcos escotado.

Con el mismo propósito de disminuir el surcado que originan estas rastras, existe otra variante menos difundida que consiste en reemplazar uno o dos discos normales de los extremos externos por otros que van reduciendo su diámetro en forma escalonada. Así por ejemplo en una rastra con discos de 24" de diámetro se coloca el penúltimo de 22", el último de 20" y un borrasurcos de 18".

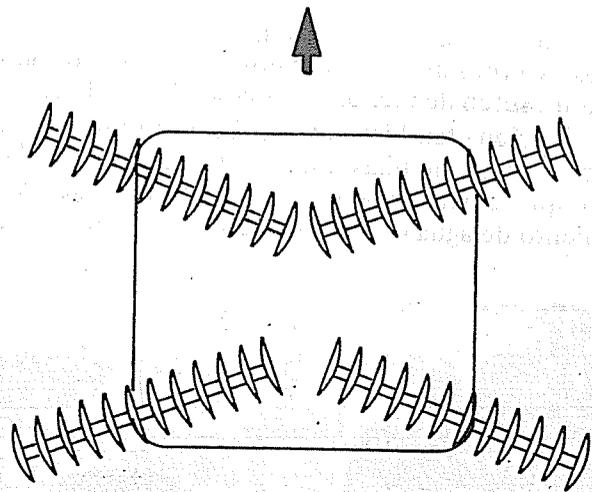


Figura 82. Disposición "encontrada" de los trenes de discos.

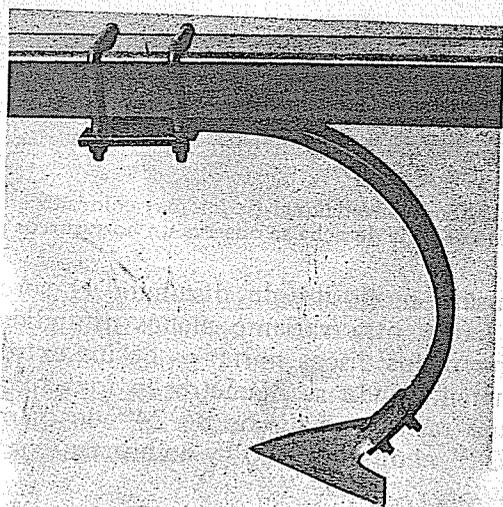


Figura 83. Reja central interpuesta entre los trenes de discos delanteros y posteriores, aplicable en rastras del tipo con trenes de discos "encontrados".

### Disposición del tren de discos

Tradicionalmente los trenes de discos se enfrentan en los extremos centrales adoptando una disposición "encontrada" (fig. 82).

En este caso, los discos delanteros centrales dejan una sección pequeña de suelo sin remover. Para labrar esta zona, se adiciona en la rastra una púa o reja central interpuesta entre los trenes delanteros y los posteriores. Esto puede significar un inconveniente en suelos muy duros o con abundante presencia de restos vegetales.

Los discos centrales de los trenes posteriores que se encuentran también enfrentados pueden originar en determinadas condiciones un camellón o una depresión en el suelo razón por la cual deberán desplazarse lateralmente los trenes como una operación de puesta a punto tal como se explicará más adelante.

Actualmente puede recurrirse a una disposición "desencontrada" de los trenes de discos de forma tal que los discos centrales delanteros superpongan su labor y no dejen ninguna porción del suelo sin labrar (fig. 84).

Asimismo, los trenes posteriores desencontrados tendrán menor tendencia a producir camellones o depresiones, aunque en determinadas condiciones será también necesario recurrir a la regulación del desplazamiento lateral.

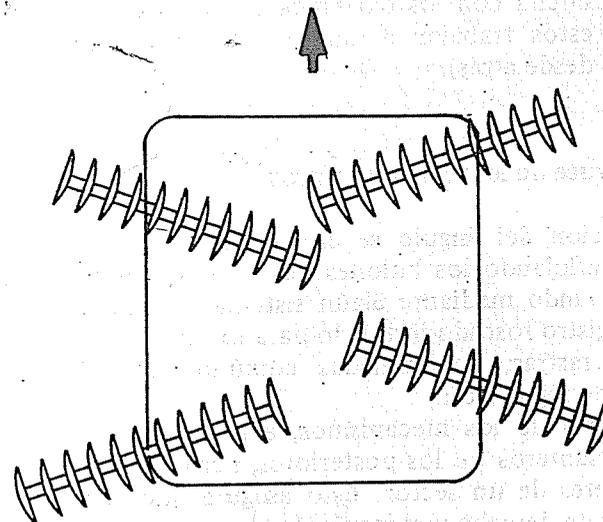


Figura 84. Disposición "desencontrada" de los trenes de discos.

## REGULACION Y PUESTA A PUNTO DE LA RASTRA DE DISCOS DE DOBLE ACCION DE ARRASTRE

### Enganche al tractor. Línea de tracción

Dado las características de diseño "centrado" de las rastras de doble acción, donde los paquetes de discos se disponen simétricamente hacia ambos lados del eje longitudinal de la máquina, la línea de tracción en el plano horizontal es coincidente con dicho eje razón por la cual la lanza de enganche no posee regulaciones en este plano.

En el plano vertical, la altura de enganche en el tractor influirá sobre la nivelación ántero-posterior de la rastra y, por ello, la lanza de enganche presenta un registro para modificar el ángulo entre el bastidor y dicha lanza. Esto permite obtener una nivelación adecuada en la profundidad de trabajo entre los discos delanteros y posteriores.

Si la profundidad de los trenes delanteros fuera mayor que los posteriores (rastra más baja desde adelante), en razón del ángulo que presentan dichos trenes, los extremos de los mismos trabajarán a mayor profundidad que los centrales, originando una remoción de suelo mayor o desuniforme con una superficie despereja. Una situación similar se producirá con los extremos externos de los trenes posteriores cuando estos trabajen a mayor profundidad que los delanteros (rastra caída desde atrás).

### Angulo de cruce de los trenes de discos

La variación del ángulo se efectúa por medio de diversos métodos, ya sea aflojando los bulones de los soportes de los paquetes de discos y actuando mediante algún sistema de palancas, o bien, accionando un registro roscado instalado para tal fin.

Algunas rastras, denominadas comúnmente "fijas", no poseen ningún tipo de regulación.

La mayoría de los mecanismos, actúan en forma separada sobre los trenes delanteros de los posteriores, pero en forma conjunta entre ambos paquetes de un sector. Esto asegura que el ángulo sea similar entre el paquete derecho y el izquierdo.

Cuando la regulación es de tipo manual e independiente para cada paquete se debe cuidar de mantener la similitud del ángulo entre

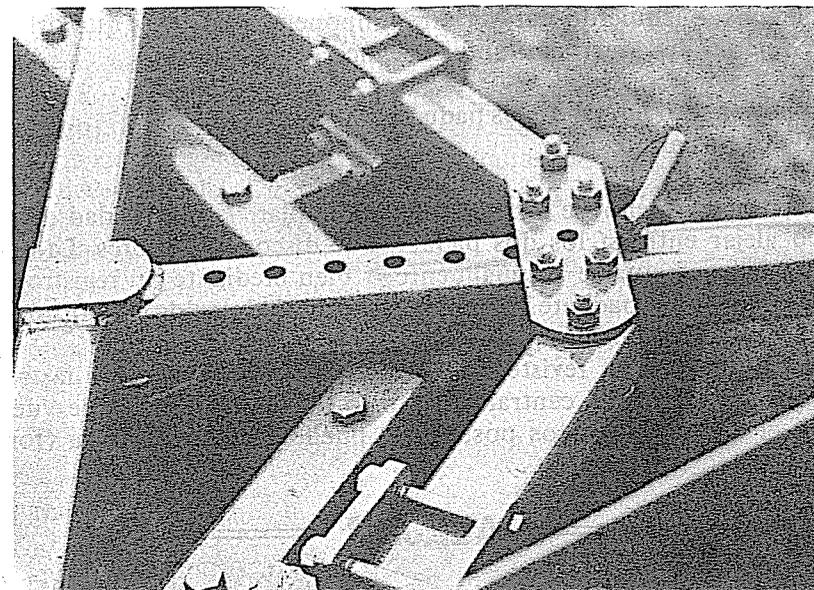


Figura 85. Mecanismo para variar el ángulo de los trenes de discos.

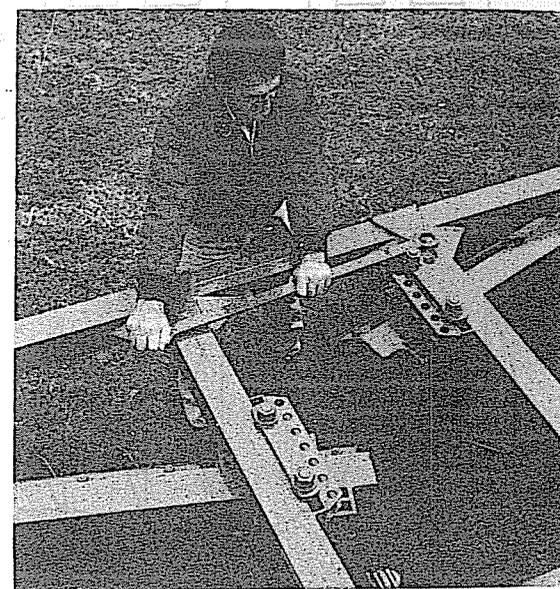


Figura 86. Operario efectuando el movimiento de los trenes de discos por medio de un sistema manual.

el derecho e izquierdo para evitar componentes laterales que originará desviaciones de la rastra durante el avance.

### Desplazamiento lateral de los paquetes de discos posteriores

Un buen diseño de rastra debe contemplar la posibilidad de acercar o alejar entre sí los dos paquetes de discos posteriores. La operación puede efectuarse manualmente o bien mediante un registro individual para cada paquete. También existen modelos donde un registro único central une los dos paquetes.

Esta regulación reviste importancia para obtener un rastreado uniforme en la zona central de trabajo ya que la tierra que vuelcan hacia el centro los discos posteriores puede resultar excesiva (forma-

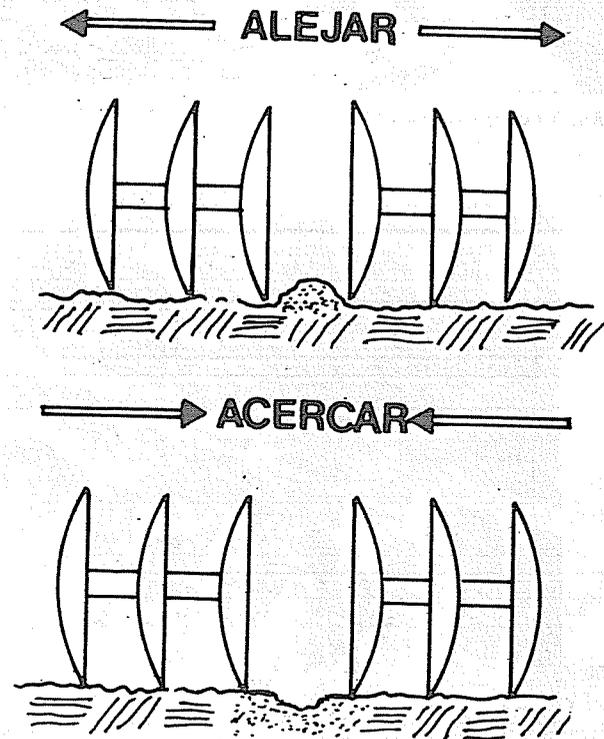


Figura 87. Correcciones que se deben efectuar en forma de desplazamiento lateral entre dos paquetes de discos posteriores.

ción de camellones) o insuficiente (depresiones) en función de la velocidad de avance y/o de la distancia existente entre los dos discos centrales. Por otra parte, las características del suelo, especialmente el grado de compactación, hacen necesaria utilizar esta regulación. Como norma general, en velocidades altas o suelos muy compactados es necesario alejar los paquetes de discos, mientras que en suelos sueltos y/o baja velocidad deberán acercarse.

Simultáneamente con esta regulación, deberá observarse cuidadosamente que los discos centrales estén movilizand o tierra labrada, ya que si estuvieran muy cerca entre sí se observará una depresión y contrariamente a lo explicado deberán alejarse los discos para que tomen sobre el sector de tierra labrada.

### Puesta a punto "a campo"

#### a) Preparación del tractor

A los efectos del enganche de las rastras no reviste importancia la trocha del tractor. Se tendrán en cuenta las recomendaciones del fabricante en lo referente a presión de inflado y lastrado.

#### b) Preparación de la rastra

- Verificar la correcta limpieza de los discos, que deberán estar libres de óxido y/o pintura. Asimismo, los filos deberán encontrarse en buenas condiciones. Estos aspectos tendrán influencia sobre la capacidad de penetración, el grado de vuelco del suelo y las posibilidades de atascamientos en terrenos húmedos o con restos vegetales.
- Repasar el ajuste de tuercas y bulones en equipos nuevos. Repetir esta operación luego de las primeras 50 horas de trabajo.
- Verificar especialmente el ajuste de las tuercas de los extremos de los trenes de discos.
- Efectuar los engrases necesarios según indique el manual del operador.
- Controlar la presión de inflado de los neumáticos.

Cuadro 27. Inconvenientes y posibles causas y soluciones que aparecen con el uso de las rastras de discos de doble acción.

INCONVENIENTES	POSIBLE CAUSA Y SOLUCION
Poca penetración de la rastra.	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Peso de la rastra insuficiente para esa condición de trabajo.</li> <li>— Poco ángulo de cruce de los trenes de discos.</li> <li>— Poca separación entre discos.</li> <li>— Discos desafilados y/o sucios.</li> </ul>
Atascamientos entre los discos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Angulo de cruce de los trenes excesivo.</li> <li>— Condición de suelo inadecuado.</li> <li>— Poca separación entre discos.</li> <li>— Falta de raspadiscos o antirrollos.</li> <li>— Discos sin limpiar.</li> <li>— Profundidad excesiva.</li> <li>— Velocidad de avance muy baja.</li> <li>— Discos de poco diámetro.</li> <li>— Discos de mucha concavidad.</li> </ul>
Los discos delanteros de los extremos externos profundizan más que los centrales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Rastra muy baja desde adelante. Nivelar longitudinalmente.</li> </ul>
Surcos dejados por los discos externos del tren posterior muy pronunciados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Rastra desnivelada longitudinalmente. Mayor profundidad posterior. Nivelar.</li> </ul>
Los discos delanteros de los extremos exteriores producen un alomado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Nivelación longitudinal incorrecta.</li> <li>— Velocidad excesiva.</li> <li>— Trenes posteriores demasiado cerca entre sí.</li> <li>— Mucho ángulo de cruce en los trenes delanteros.</li> </ul>
La rastra tiende a cruzarse.	<ul style="list-style-type: none"> <li>— El o los paquetes de discos (izquierdo o derecho) no poseen igual ángulo que el o los opuestos.</li> </ul>
Los trenes posteriores originan un camellón central.	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Velocidad excesiva.</li> <li>— Paquetes posteriores muy cerca entre sí.</li> </ul>
Los trenes posteriores dejan una depresión central	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Velocidad insuficiente.</li> <li>— Paquetes posteriores muy separados o excesivamente juntos de forma tal que los discos centrales no alcanzan a desplazar tierra.</li> </ul>
La remoción del suelo es insuficiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Poca profundidad y/o velocidad de avance.</li> <li>— Angulo de cruce de los paquetes de discos insuficiente.</li> </ul>
Debajo de la superficie quedan "crestas" de suelo sin labrar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Los discos posteriores cortan en la misma línea que los delanteros.</li> </ul>

### c) Regulaciones

#### *Nivelación*

A la profundidad de labor, proceder a la nivelación longitudinal controlando la similitud de profundidad entre los trenes delanteros y posteriores.

#### *Angulo de los trenes delanteros*

Modificar según necesidad de penetración y vuelco, compatibilizándolo con el riesgo de atascamientos.

#### *Angulo de los trenes posteriores*

Modificar según el grado de desterronamiento y emparejado deseado. Evitar particularmente los atascamientos.

#### *Laboreo del sector central*

Entre los trenes de discos delanteros no debe quedar ninguna zona sin labrar. Regular la profundidad de la reja central en rastras que no posean trenes de discos en disposición "desencontrada".

#### *Desplazamiento lateral de los trenes posteriores*

Verificar el correcto emparejado de la superficie rastreada. Acercar o alejar, los trenes según se forme una depresión o camellón, cuidando de que la remoción de cada uno de los discos posteriores, se efectúe en el sector de suelo no movido entre dos discos delanteros contiguos.

#### **Rastra de discos de doble acción montada**

Para las generalidades sobre este tipo de máquina, ver arados de rejas montados (pág. 44).

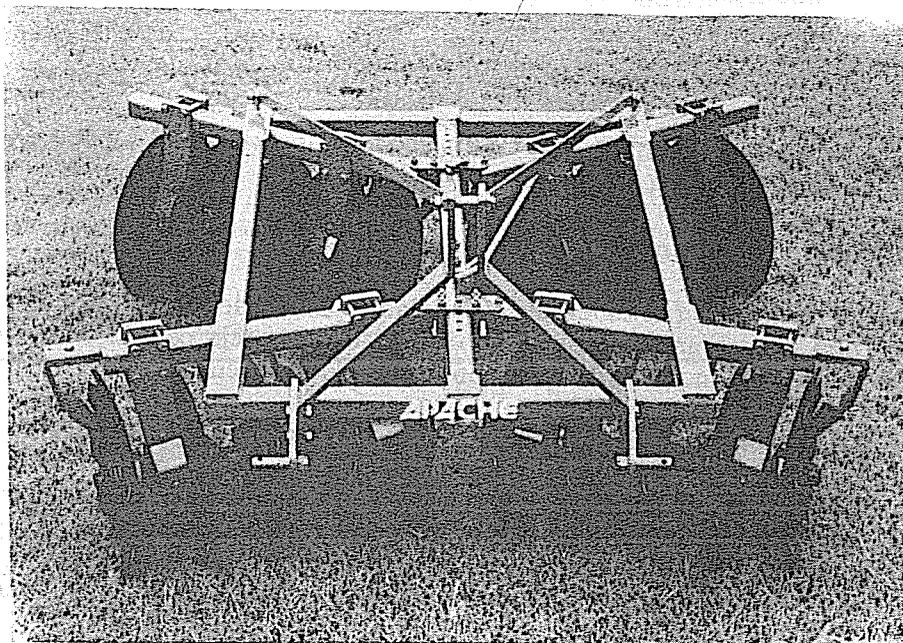
#### **Regulación y puesta a punto**

En cuanto a las generalidades, enganche al tractor y nivelación, ver arados de rejas montados (pág. 72).

**Cuadro 28. Número de discos y ancho de labor de las rastras de discos de doble acción montada.**

Número de discos	Ancho de labor (m)*
20	2,10
24	2,52
28	2,94

\* Ancho aproximado para una rastra tipo, de 216 mm de separación entre discos y con un ángulo medio de los trenes de discos.



**Figura 88. Rastras de discos de doble acción montada.**

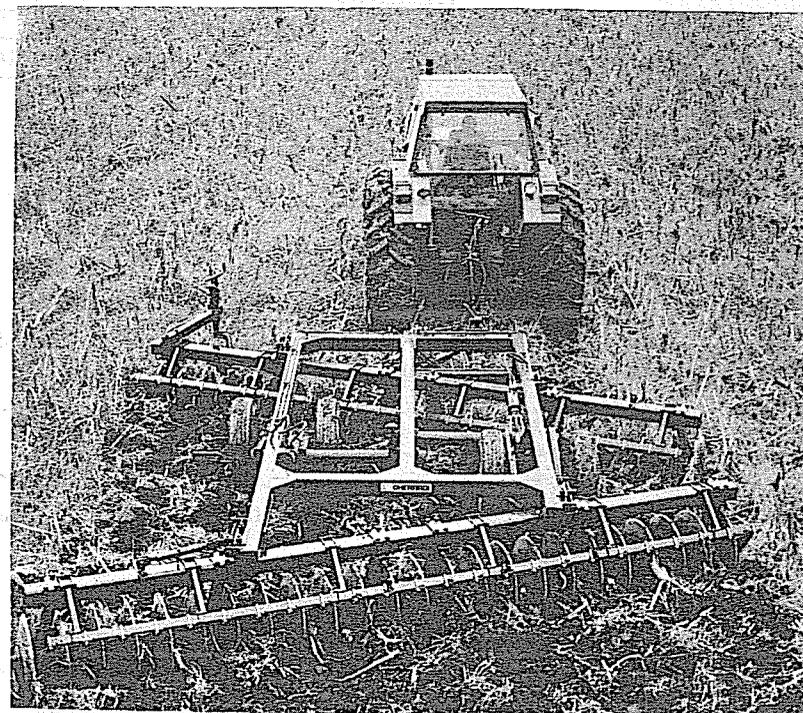
Con respecto al ángulo de cruce de los trenes de discos, el desplazamiento lateral de los paquetes de discos posteriores y la puesta a punto a campo, ver rastras de discos de arrastre en este mismo capítulo.

## RASTRAS DE DISCOS DE TIRO EXCÉNTRICO

### Tipos. Partes que la componen

Según la forma de acople al tractor se distinguen: a) de tracción libre (arrastre), y b) montadas sobre enganche hidráulico de tres puntos.

De igual forma que en las de doble acción, las rastras de tiro excéntrico montadas no son comparables a las de arrastre ya que poseen un peso menor por razones de equilibrio ántero-posterior del tractor y capacidad del levante. Por dicha razón se utilizan en labores livianas, huertas, montes frutales, etcétera.



**Figura 89. Rastra de discos de tiro excéntrico.**

### Rastras de tracción libre

El desarrollo del tema se efectuará sobre la base de las rastras de tiro excéntrico destinadas a labores de agricultura general, común-

mente denominadas "aradoras-niveladoras". No se incluyen referencias a las rastras para trabajos específicos tales como remoción de suelos, posdesmonte, tareas viales, etc., aunque en términos generales guardan similitud en la mayoría de sus características.

La diferencia fundamental reside en el mayor peso por disco, diseño estructural reforzado y a veces no poseen ruedas.

Existe una amplia gama de modelos según su número de discos y peso. Al igual que las de doble acción, existen modelos de alas rebatibles para reducir el ancho en transporte.

Cuadro 29. Diversas características de las rastras de tracción libre.

TAMAÑOS			
No plegables (fijas)		Plegables para el transporte	
Número de discos	Ancho de labor (m)*	Número de discos	Ancho de labor (m)*
20	2,10	46	4,83
24	2,52	50	5,25
28	2,94	54	5,67
32	3,36	58	6,05
36	3,78		
40	4,20		
44	4,62		

\* Anchos aproximados para una rastra tipo, de 230 mm de separación entre discos y con un ángulo medio de los trenes de discos.

### Bastidor. Lanza

Ver rastras de doble acción (pág. 121) para los detalles de esta parte.

### Rodados

El número y dimensiones varían según el peso y tamaño de la rastra. En los modelos de hasta 36 discos se aplican dos ruedas de 7,50 X 16 ó 7,00 X 16 y cuatro ruedas de similar medidas en las que superan este número de discos.

### Tren de discos

¿En lo referente al tren de discos se aplica lo tratado en la página 125.

Cuadro 30. Dimensiones más usuales de los discos utilizados en rastras.

Diámetro		Espesor (mm)	Flecha (concavidad (mm))
milímetros	pulgadas		
610	24	5-6	85-95
660	26	5-6	95
711	28	6-8	92

En el cuadro 30 se presentan las dimensiones de los discos más usuales.

### Disposición del tren de discos

Existen dos diseños según la disposición que adopten los trenes de discos en el bastidor: a) con el vértice orientado hacia la derecha, y b) con el vértice orientado hacia la izquierda.

En las primeras el tren de discos posterior vuelca la tierra hacia la derecha, mientras que en las segundas lo hace a la izquierda. Si bien no existen razones fundamentales para optar por uno u otro diseño, en la actualidad se prefieren las rastras con vértice a la derecha. Esto significa una comodidad durante la operación de la rastra ya que usualmente el conductor está acostumbrado a utilizar máquinas que vuelcan el suelo hacia la derecha (arado de rejas, de discos, múltiple).

Dado que estas rastras permiten cubrir en cada pasada el surco dejado en la anterior esta condición de manejo facilita la tarea del conductor para que la rastra sea conducida en su posición correcta para cubrir dicho surco.

### Rueda estabilizadora

Por razones de su propio diseño, las rastras de tiro excéntrico tienden a una mayor penetración en el sector de los extremos cóncavos de cada uno de los trenes, particularmente en el delantero.

La inclusión de una rueda estabilizadora de altura regulable en este sector evita el inconveniente citado lográndose así un mejor emparejamiento del suelo y disminuyendo el desgaste desuniforme de dicho tren. Por otra parte se minimizan las variaciones en los componentes laterales que actúan sobre este tipo de rastras mejorándose notablemente la estabilidad del equipo.

Todas las consideraciones siguientes se refieren a una rastra cuyos trenes de discos están dispuestos con el vértice hacia la derecha.

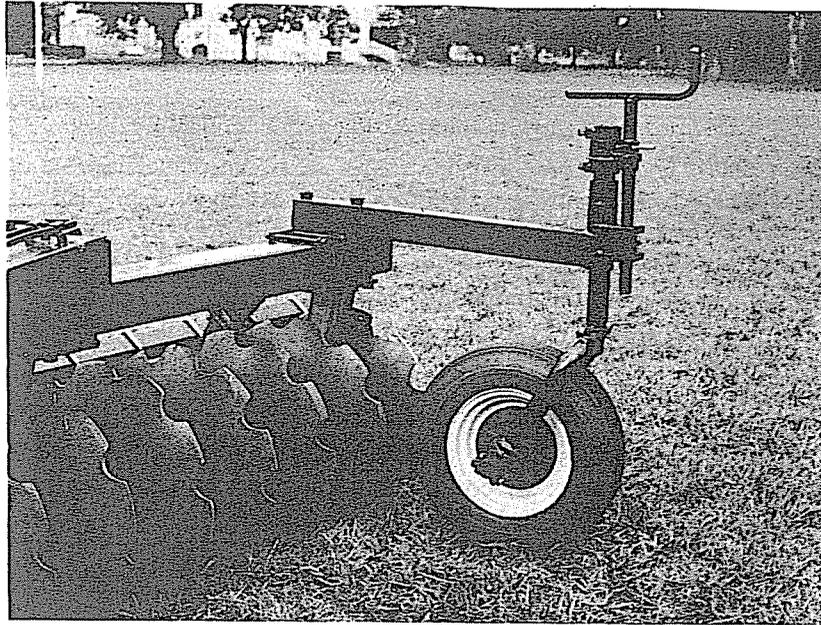


Figura 90. Rueda estabilizadora aplicada en el extremo del tren delantero de una rastra de tiro excéntrico. El registro roscado permite subir o bajar la rueda.

### Conceptos generales sobre puesta a punto

Las rastras de tiro excéntrico, por su concepción, tienden a desviarse en relación con el sentido de marcha. Esta tendencia puede ser corregida (total o parcialmente) mediante algunos detalles de enganche y puesta a punto, aunque debe tenerse en cuenta que las condiciones del suelo, profundidad de labor, etc., influyen en forma notoria y, por lo tanto, será necesario en cada caso efectuar las comprobaciones "a campo" respectivas.

1. Una de las causas de las desviaciones que se originan es la mayor componente lateral que actúa sobre el tren delantero con relación al posterior.

Por lo expuesto, será necesario aumentar el ángulo del tren de discos posterior con respecto al delantero, para tratar de compensar estos esfuerzos. Asimismo la nivelación longitudinal (profundidad delantera y posterior) reviste particular importancia puesto que si

la rastra está ligeramente más profunda desde adelante la tendencia a desviarse será más pronunciada y generalmente imposible de corregir con la sola variación del ángulo del tren posterior.

Es frecuente también notar desviaciones en la línea de avance del tractor, efecto que puede disminuir en función de la posición de la barra de tiro del mismo.

2. Con respecto a la posición de la rastra detrás del tractor (hacia la derecha o hacia la izquierda), es función del ángulo de los trenes de discos, la profundidad y las características del suelo. Por otra parte, el ángulo de los trenes de discos es seleccionado según el tipo de trabajo agronómico buscado (vuelco, desterronamiento, etc.) y por lo tanto existe una situación de compromiso entre los ángulos requeridos para el laboreo y los necesarios para ubicar la rastra detrás del tractor en determinada posición. Como norma general, al aumentar el ángulo del cuerpo delantero, la rastra tenderá a desplazarse hacia la derecha.

### Enganche al tractor. Línea de tracción

#### a) Posición de la barra de enganche de la rastra (fig. 91)

La línea de tracción correcta será aquella que une el "centro de tiro del tractor", "punto de enganche en el tractor" y "centro de carga o resistencia" de la rastra.

El centro de carga se encuentra dentro de un área o zona ubicada hacia la derecha del eje longitudinal medio de la rastra, donde convergen los dos trenes de discos.

La posición varía según tipo de suelo, profundidad y ángulo de cruce de los trenes de discos.

La barra de enganche, se desplazará hacia la derecha o izquierda para obtener la alineación de la rastra con el sentido de marcha.

Si se observa la rastra desviada desde atrás hacia la izquierda, se desplazará la barra hacia la derecha. En caso contrario, proceder a la inversa.

*Nota.* La modificación de los ángulos de los trenes de discos también influirá sobre esta regulación.

#### b) Posición de la barra de tiro del tractor (fig. 92)

Para un avance correcto del tractor, su barra de tiro debe orientarse coincidente con la línea de tracción.

Figura 91. Posición de la barra de enganche de la rastra: 1) línea de tracción; 2) desplazar la barra hacia la derecha; 3) zona de ubicación del centro de carga.

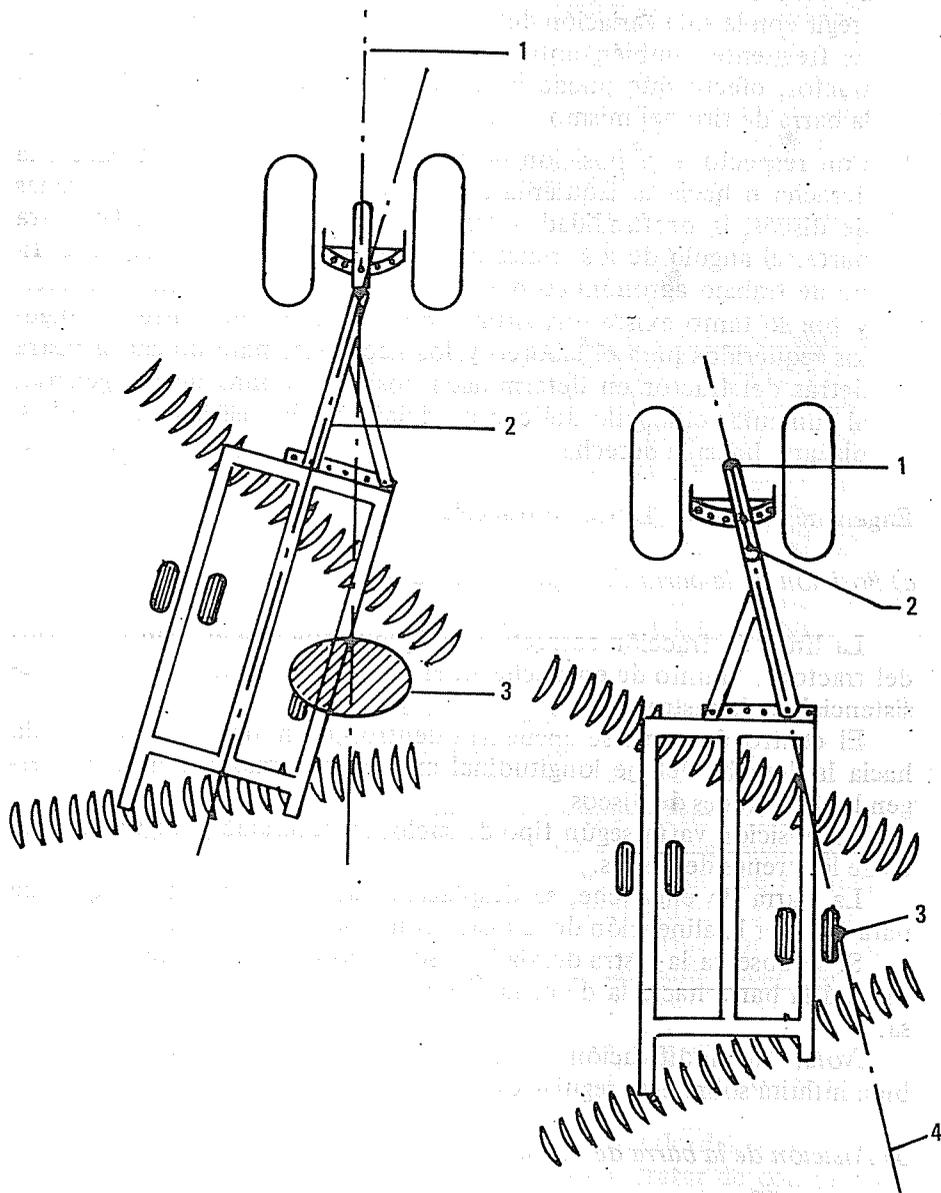


Figura 92. Posición de la barra de tiro del tractor: 1) centro de tiro del tractor; 2) punto de enganche; 3) centro de carga; 4) línea de tracción.

En términos generales y según la posición de la rastra detrás del tractor, será necesario desplazar hacia la derecha la barra de tiro para disminuir la tendencia del tractor a cruzarse y facilitar el manejo.

En tractores donde no sea factible orientar la barra de tiro, igual efecto puede conseguirse desplazando lateralmente los dos cuerpos de forma tal que el centro de carga también se traslade lateralmente.

#### Variación del ángulo de los trenes de discos

Un mayor cruce en los trenes de discos, producirá una mayor capacidad de penetración de la rastra. Es muy importante tener en cuenta que cuanto mayor sea el cruce, mayores son las posibilidades de afectar a los discos, fundamentalmente cuando se gira en las cabeceras sin haber levantado totalmente la máquina.

Dado que el tren posterior trabaja sobre tierra ya movida, es necesario otorgar mayor ángulo de cruce al mismo, para disminuir la tendencia a desviarse del equipo.

#### Desplazamiento lateral de los trenes de discos

Esta regulación es de suma importancia para lograr un emparejado correcto de la superficie rastreada. La posición a otorgar a los trenes dependerá del tipo de terreno y de la velocidad de trabajo. Generalmente, cada disco posterior cortará moviendo el sector de suelo no labrado entre dos discos delanteros contiguos. En esta posición, el disco derecho del tren posterior desplazará una cantidad de tierra suficiente como para cubrir adecuadamente el surco efectuado por el disco delantero, derecho y el surco de la pasada anterior si se opera en amelgas.

#### Puesta a punto a campo

- Preparación del tractor (véase pág. 133).
- Preparación de la rastra (véase pág. 133).
- Regulaciones.

#### Nivelación

A la profundidad de labor deseada, proceder a nivelar longitudinalmente la rastra, controlando la similitud de profundidad entre los trenes delanteros y posteriores.

- Alinear la rastra y el tractor según la línea de marcha, actuando sobre la barra de tiro de la rastra y del tractor. Puede ser necesario recurrir también a variaciones de los ángulos de los trenes de discos, originando así la situación de compromiso mencionada anteriormente entre la puesta a punto y la necesidad agronómica.
- Angulo del tren delantero: modificar según necesidad de penetración y vuelco, compatibilizándolo con el riesgo de atascamiento.

**Cuadro 31. Inconvenientes y posibles causas y soluciones que aparecen con el uso de las rastras de discos de tiro excéntrico.**

INCONVENIENTES	POSIBLE CAUSA Y SOLUCION
Poca penetración de la rastra.	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Peso insuficiente del equipo.</li> <li>— Discos desafilados y/o sucios.</li> <li>— Angulo insuficiente del tren delantero.</li> <li>— Poca separación entre discos.</li> </ul>
La rastra no avanza en línea recta detrás del tractor.	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Verificar la nivelación longitudinal.</li> <li>— Desplazar la barra de enganche de la rastra. Hacia la derecha si el desvío es a la izquierda o a la inversa si el desvío es a la derecha.</li> <li>— Desplazar ambos trenes de discos para el mismo lado en que se observa el desvío.</li> <li>— En rastras con vértice a la derecha aumentar el ángulo del tren posterior si el desvío es hacia la derecha. Proceder a la inversa si los trenes poseen vértice a la izquierda. En forma opuesta puede actuarse con el tren delantero.</li> </ul>
El tractor tiende a desviarse.	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Liberar la barra de enganche oscilante del tractor y permitir su orientación.</li> <li>— En tractores donde no sea posible orientar la barra, desplazar lateralmente ambos trenes de discos. Se desplazarán hacia el lado opuesto del que se observa la desviación en el tractor.</li> </ul>
Los trenes de discos tienden a atascarse	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Disminuir su ángulo.</li> <li>— Los discos están sucios.</li> <li>— Falta de raspadiscos o antirrollos.</li> <li>— Profundidad excesiva.</li> <li>— Velocidad de avance muy baja.</li> <li>— Discos de poco diámetro o de concavidad (flecha) excesiva</li> <li>— Suelo muy húmedo.</li> </ul>
El extremo cóncavo del tren delantero origina un alomado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Nivelar longitudinalmente la rastra.</li> </ul>
La remoción del suelo es insuficiente. Quedan crestas sin labrar debajo de la superficie.	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Poca profundidad y/o velocidad de avance.</li> <li>— Angulo de cruce de los paquetes de discos insuficientes.</li> <li>— Los discos posteriores cortan en la misma línea que los delanteros.</li> </ul>

- Angulo del tren posterior: modificar según el grado de desterronamiento y la necesidad de compensar componentes laterales en relación con el delantero. Cuidar particularmente la regulación de este ángulo para evitar atascamientos.

### Operación

En las rastras que tienen los trenes con disposición de su vértice hacia la "derecha" se girará con el tractor hacia dicho lado cuando se rastrea en "amelgas" de adentro hacia afuera (sobre "el macho" o "alomando").

De esta manera, el tren posterior cubrirá el surco de la pasada anterior. Se girará a la izquierda cuando se trabaja de afuera hacia adentro ("hendiendo" o sobre la "hembra"). Dado la orientación que adopta la lanza de tiro, esta última forma de operar permite una mayor maniobrabilidad del equipo en las cabeceras, durante los giros.

Si las rastras poseen vértice a la izquierda, se opera en forma inversa.

En ambos casos, operando de esta manera (en "amelgas") se cubrirá el surco dejado en la pasada anterior.

### RASTRAS DE DISCOS DE TIRO EXCENTRICO MONTADAS

Para las generalidades de este tipo de máquinas ver página 114.

**Cuadro 32. Número de discos y ancho de labor de las rastras de discos de tiro excéntrico.**

Número de discos	Ancho de labor (m)*
12	1,20
14	1,40
16	1,60
18	1,80

\* Ancho aproximado para una rastra tipo, de 216 mm de separación entre discos y con un ángulo medio de los trenes de discos.

## Regulación y puesta a punto

En cuanto a las generalidades, el enganche al tractor y la nivelación, ver página 72.

Para conceptos generales de uso y regulación véase en forma completa "rastras de tiro excéntrico de arrastre".

### Aspectos específicos de la puesta a punto

Si el tractor tiende a desviarse (conducción dificultosa) hacia la derecha se aumentará el ángulo de cruce del tren de discos posterior y/o se disminuirá en el delantero.

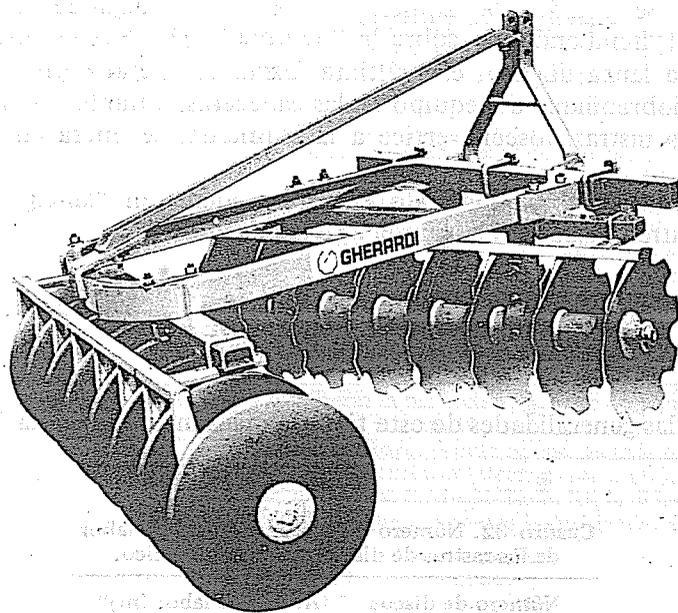


Figura 93. Rastra de tiro excéntrico montada.

Estas consideraciones son válidas para rastras con trenes dispuestos con vértice hacia la izquierda. En modelos con vértice a la derecha, se procederá a la inversa.

Con respecto a la ubicación de la rastra detrás del tractor (hacia la derecha o izquierda) el desplazamiento se efectúa corriendo la barra y torre de acople sobre el bastidor de la rastra.

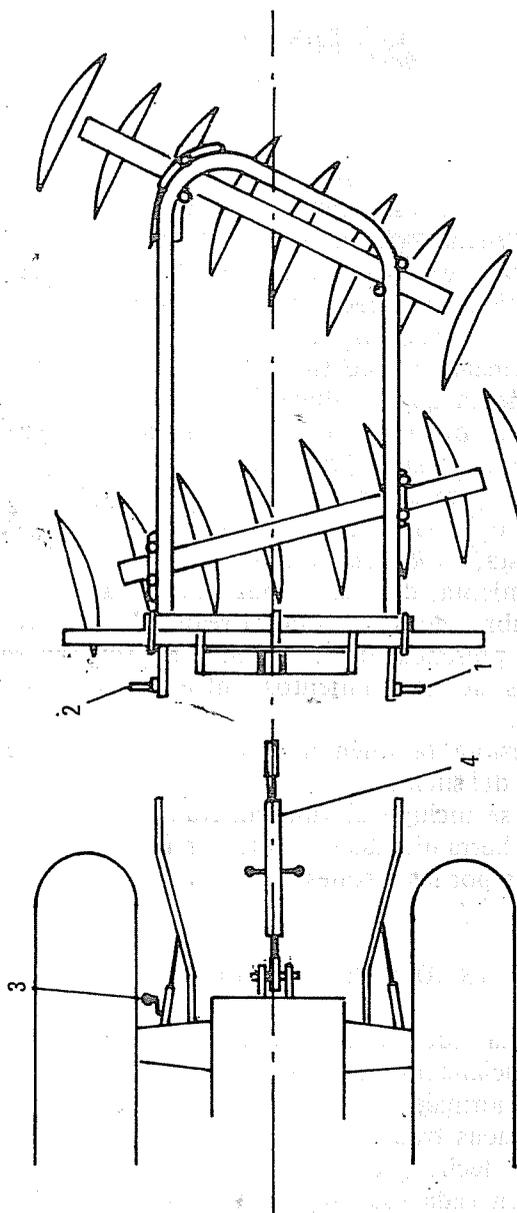


Figura 94. Rastra de tiro excéntrico montada: 1, 2) pernos de acople de los brazos inferiores; 3) regulación de altura del brazo superior (nivelación transversal); 4) tercer punto, acople superior (nivelación longitudinal).

## 7. LA LABRANZA VERTICAL

Como complemento de este capítulo, véase en primer lugar el capítulo I, referido al "suelo agrícola" y "las labranzas".

La labranza vertical, se ubica dentro de los sistemas de labranza conservacionista que tienden a reducir las pérdidas de suelo y agua, manteniendo asimismo la estructura.

Las máquinas destinadas a este tipo de labor, presentan por órgano activo una herramienta que produce un corte vertical en el suelo, sin invertirlo y conservando gran parte de los rastrojos en superficie.

Como máquina para labranza primaria, debemos citar en este grupo al *arado de cinceles*, para labores secundarias, al *cultivador de campo* y, finalmente, como herramienta de corte vertical, pero no estrictamente conservacionista, al *vibrocultivador*.

Esta última herramienta, de gran utilidad para labores de terminación de cama de siembra, no se adapta en realidad al laboreo conservacionista, ya que la presencia de abundante rastrojo en superficie, origina inconvenientes de atascamientos entre sus brazos, dado la proximidad entre ellos.

Por otra parte, resulta también una máquina agresiva con buen grado de pulverización del suelo.

En este capítulo, se incluye al vibrocultivador por considerárselo ubicado dentro de las herramientas de corte vertical, pero no como un equipo conservacionista por las razones expuestas.

### ARADO DE CINCELES

Es una herramienta que permite labrar el suelo, sin invertirlo entremezclando superficialmente los restos vegetales.

Para las regiones normales, el arado de cinceles es de aplicación combinada con las aradas tradicionales, no siendo un sustituto total del arado de rejas. Es decir, que son dos herramientas complementarias y que se usarán en cada caso según las condiciones de humedad del suelo, las características del mismo, cultivo a implantar, época, etcétera.

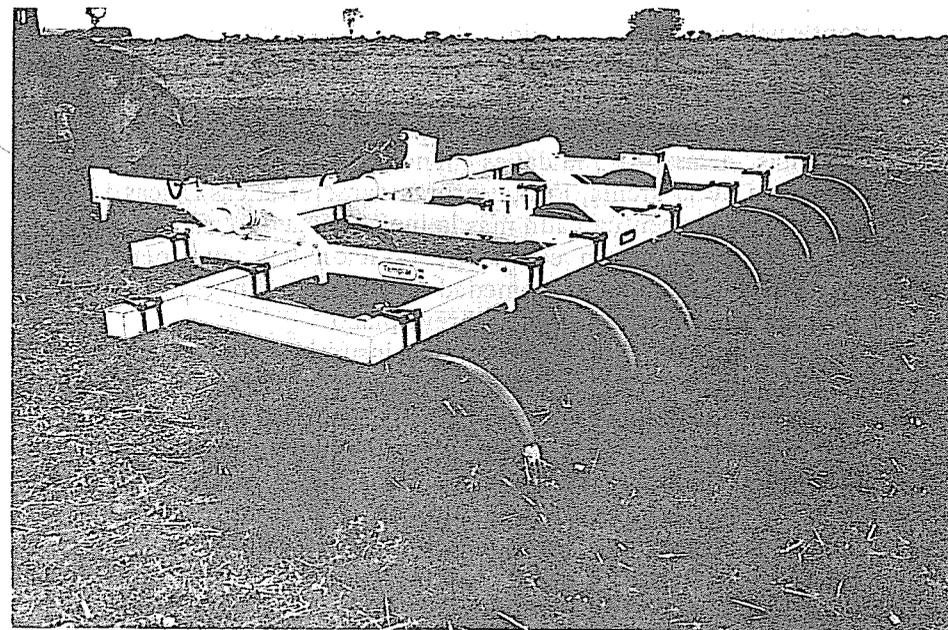


Figura 95. Arado de cinceles. Máquina de corte vertical, para labranza conservacionista.

No obstante esta aclaración, se insiste en que el arado de cinceles es una herramienta óptima que permitirá efectuar labores conservacionistas, además de favorecer ciertos procesos como la mejor infiltración del agua de lluvia, reducción del planchado, mejor conservación de la humedad, reducción de la erosión, etcétera. Todo lo explicado producirá efectos directos sobre la "estructura" del suelo, con las ventajas que de ellos derivan.

Debe hacerse notar que el arado de cinceles, como su nombre lo indica, realiza un verdadero trabajo de arada, pero no de subsolado. En realidad, el subsolado es una labor más profunda tendiente a romper las capas inferiores del suelo, mientras que el cincel trabaja en la capa arable, siendo posible ir algo más abajo con el simple objeto de romper el piso de arado, cuando éste se encuentre dentro de esa capa superior considerada como capa arable.

El criterio de considerar al arado de cinceles como un subsolador, origina frecuentemente problemas de deformaciones o roturas de los arcos que soportan las púas. Por otra parte, son necesarios grandes esfuerzos de tracción con los costos que ello significa. No obstante, si se desea efectuar una labor profunda, el cincel está capacitado para trabajar aproximadamente hasta los 30 cm, siendo im-

portante aclarar que el trabajo debe hacerse en dos pasadas (en casos extremos tres). Asimismo, debe cuidarse que las capas inferiores presenten muy poca humedad (condición muy difícil de observar) para que realmente la roturación sea efectiva en esa capa.

Además, a las profundidades mencionadas comienza un predominio marcado de la arcilla, lo que otorga características físicas a ese sector del suelo que acentúan aún más la ineficiencia del trabajo.

Esas capas se dilatan con la penetración del agua, pero se vuelven a contraer cuando la humedad disminuye. En consecuencia, se vuelve a la característica inicial en breve plazo.

Por lo tanto, la labor efectuada ha insumido un costo de preparación innecesario.

Por todo lo apuntado, el laboreo profundo con el arado de cinceles puede resultar ineficiente, razón por la cual es aconsejable un asesoramiento técnico previo, en cada caso, para cada tipo de suelo y zona. En definitiva, el piso de arado puede romperse con el paso del cincel, pero entendiendo como tal aquella capa de tierra, endurecida por el continuo paso de los arados tradicionales y no a la compactación propia del suelo en profundidad, que se origina por las características texturales y estructurales del mismo.

De cualquier manera, la rotura de esas pequeñas capas endurecidas que se encuentren inmediatamente por debajo de la profundidad corriente de arada, resultará beneficiosa para el mejor drenaje del agua, paso de raíces, aire, etcétera.

#### Efectos del cincel en la preparación del suelo

Durante la operación de cincelado, se produce la roturación del suelo como consecuencia del avance del cincel y de las vibraciones que origina el brazo elástico que soporta la púa. Además, la curvatura de dicho arco mejora las condiciones de entremezclado de los restos superficiales sin producir la inversión de la tierra. De esta forma, no se mezclan los horizontes del suelo, manteniendo en superficie las capas con mejor estructura.

En general los terrones producidos son de menor tamaño que los originados por el paso del arado de rejas. Los arcos, en su avance obligan a los terrones a frotarse entre sí enérgicamente. Si el suelo está poco seco y se efectúa una sola pasada a menos de 15-20 cm de profundidad, es muy probable que parte de la tierra entre los arcos quede intacta. Por ello, una segunda labor más profunda y en ángulo

de aproximadamente 30° con la anterior, mejorará notablemente el grado de preparación del suelo.

El laboreo es más efectivo cuanto más seco se encuentre el suelo.

Para una labor eficiente, con vistas a conservar la humedad del suelo, es recomendable el uso complementario de peines o rastras de dientes con el objeto de "sellar" la superficie y evitar pérdidas de agua por evaporación.

#### Velocidad de trabajo

Una velocidad de trabajo adecuada asegurará una mejor preparación del suelo. Por lo general, se estima conveniente trabajar entre 7 y 10 km/hora. En razón de la potencia que insume, la primera pasada deberá hacerse a poca profundidad (12-18 cm) y a una velocidad elevada para lograr un entremezclado correcto. La segunda pasada (en ángulo de 30°) podrá hacerse a menor velocidad y mayor profundidad ya que no es necesario aquí conseguir el efecto de entremezclado y desterronado ya logrado en la primera.

Por otra parte, una velocidad alta en la segunda pasada, acrecentaría inútilmente la potencia de tracción necesaria.

En resumen, es preferible trabajar a menor profundidad pero en velocidades altas durante la primera pasada. En la segunda, más profunda, una velocidad menor disminuirá los inconvenientes de la conducción del tractor y las incomodidades del tractorista.

#### Potencia de tracción

Es muy difícil indicar potencia de tracción, pues ésta varía según las características de cada terreno y la profundidad de trabajo. No obstante, se debe considerar que cada cincel insume entre 7 y 10 HP para ser traccionado.

Es necesario aclarar que aquellos arcos que poseen resortes amortiguadores o zafes, pueden parecer más livianos a la tracción en comparación con los arcos fijos. Este concepto es totalmente erróneo, debiéndose el efecto apuntado a una menor profundidad de labor que se origina como consecuencia de la elevación parcial de los cinceles por estar dotados de dichos elementos amortiguadores. En definitiva a igual profundidad, el esfuerzo de tracción es similar en los dos tipos de máquinas.

### Control de malezas durante el laboreo

El control de las malezas presentes en el terreno, es ligeramente inferior al que se logra con un arado de rejas. No obstante, y según las circunstancias, puede recurrirse al uso de rejas planas acopladas a los arcos del cincel con el objeto de obtener un mejor control. Una variante consiste en utilizar rejas de altura regulable, actuando en la parte posterior del arco, siendo posible de esta manera hacer labores profundas con el cincel, pero una remoción subsuperficial con las rejas (ver descripción del equipo más adelante).

### Laboreo de los suelos con obstáculos

Aquellos suelos que presentan piedras o raíces por debajo de la superficie, ocasionan inconvenientes en el uso de todo tipo de herramientas. En el caso del cincel, puede originar deformaciones o roturas de los arcos.

Los amortiguadores o zafes, posibilitan el trabajo en estas condiciones. En los casos que la púa se introduzca por debajo de un obstáculo muy grande y firmemente adherido al suelo, el mecanismo de zafe puede ser ineficiente. No obstante, estos mecanismos evitan considerablemente la frecuencia de los inconvenientes y disminuyen la gravedad del impacto.

### Resumen de la labranza con arado de cinceles

- Es una herramienta de tipo conservacionista.
- No mezcla horizontes del suelo.
- Permite el control del pie de arado.
- Entremezcla los restos vegetales.
- Favorece a la estructura del suelo.
- Evita la erosión.
- Aumenta la infiltración del agua.
- Evita encharcamientos del suelo.
- Es de fácil regulación.
- El mantenimiento es mínimo.
- El control de malezas puede obtenerse con el uso de rejas de altura regulable.
- Trabaja hasta una profundidad de 30 cm, siendo necesario más de una pasada según las características del suelo.
- Puede trabajar en velocidades altas.

- Puede reemplazar el arado de rejas según la zona y el manejo del lote. En otros casos ambas máquinas son de tipo complementario.
- Realiza mejor trabajo cuando el suelo está seco.

### CULTIVADOR DE CAMPO

Se trata de una máquina destinada a labores secundarias, con vistas a reemplazar las rastras de discos aplicadas al refinamiento del suelo con posterioridad a la arada o a mantener el barbecho libre de malezas en actividad.

Es de concepción similar al arado de cinceles, pero con arcos de menores dimensiones y más cerca entre sí.

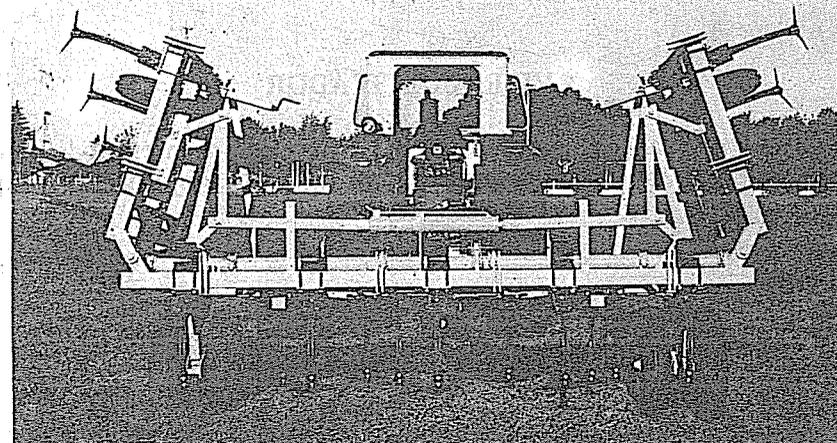


Figura 96. Cultivador de campo.

La aplicación de rejas planas pequeñas, en reemplazo de las púas permite efectuar un control de malezas importante, aún de las rizomatosas, extrayendo a la superficie buena parte de sus órganos vegetativos exponiéndolos a los agentes atmosféricos.

Si bien es para labores secundarias, de 10-15 cm de profundidad, en condiciones no severas de suelos puede también usarse para primeras labores. En otros casos, sobre rastros, una vez triturados éstos mediante rastras de discos.

La velocidad de trabajo, al igual que en los arados de cinceles deberá ser ligeramente elevada (8-10 km/hora) con el objeto de obtener un buen desterronamiento.

Finalmente, también puede aplicarse el cultivador de campo a tareas de repaso final, para preparar camas de siembra, complementándolo con rodillos posteriores compactadores estratificadores-desterronadores.

Como accesorio "sellador" de la superficie, puede también adicionarse rastras de dientes flexibles a estos cultivadores.

Aunque no existe amplia experiencia en el país, dado el reemplazo que se hace con esta máquina de las rastras de discos de doble acción, debe mencionarse como una labor adicional la de incorporar herbicidas en el suelo. Si bien no poseen la agresividad de las rastras de discos, experiencias locales y de universidades estatales de E.U.A. indican que resultan eficientes como para obtener excelentes resultados de incorporación de los citados productos herbicidas.

### VIBROCULTIVADOR

Se lo utiliza en reemplazo de las rastras de dientes tradicionales para preparar la cama de siembra. Sus brazos vibratorios, comple-

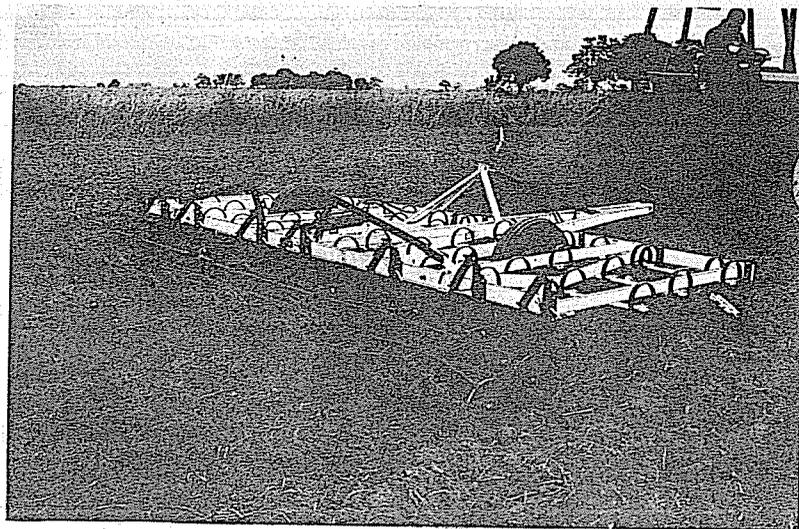
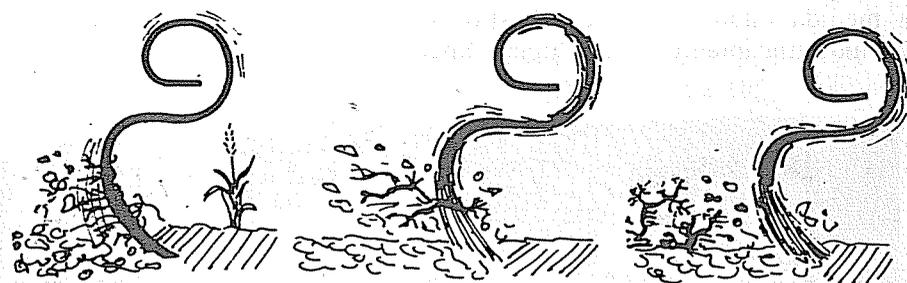


Figura 97. Vibrocultor equipado con rolos desterronadores posteriores.

mentados con rolos compactadores —desterronadores— estratificadores posteriores, producen un excelente preparado del suelo. Los terrones son separados por tamaño, ubicándose las partículas menores debajo de la superficie, en la zona donde se localizarán luego las semillas.

Tal como se explicó anteriormente, la proximidad entre sus brazos ocasiona inconvenientes de atascamientos cuando se encuentran residuos en abundancia sobre la superficie.

La profundidad de labor, no debe exceder los 8/10 cm y las velocidades de trabajo deben ser elevadas (8-10 km/hora).



Arranca raíces,

las separa de la tierra,

las deja expuestas.

Figura 98. Efecto del vibrocultivador en el control de malezas.

### ARADO DE CINCELES PARTES QUE LO COMPONEN

Las partes que componen un arado de cinceles incluyen: bastidor y lanza, rodados, órgano activo y accesorios.

#### Bastidor y lanza

Los bastidores se construyen en perfiles normales "U" o bien en tubos del tipo "estructurales" o de chapa plegada, sobre el cual se fijan los arcos y según el diseño que posea el bastidor permitirá la ubicación de los mismos en distintas posiciones, obteniéndose distancias diferentes entre arcos. Esta característica reviste importancia para poder adecuar el trabajo a condiciones de suelos más húmedos (arcos más cerca entre sí) o muy enrastrados (arcos más alejados).

Por otra parte también debe considerarse la cantidad de hileras de arcos que estará definida por el número de barras transversales del bastidor sobre las cuales se fijan los arcos. La distancia o separación entre estas barras también tendrá influencia sobre las posibilidades de atascamientos en suelos con rastrojo abundante.

Normalmente los bastidores presentan tres barras transversales, separadas aproximadamente a 100 cm entre sí.

Los tamaños de arados comprendidos entre cinco y trece arcos son generalmente de tipo "rígidos" y parten de un bastidor básico (el más pequeño) y se le adicionan prolongaciones que permiten ampliar el número de órganos activos. Los arados de mayor ancho de labor que la medida citada, presentan bastidores complementarios que se pliegan hidráulicamente para reducir el ancho durante el transporte.

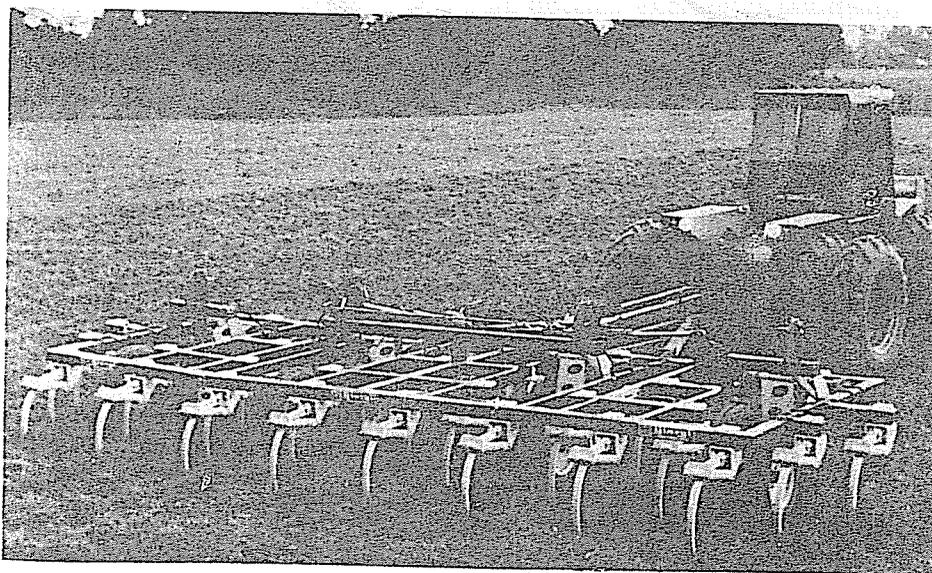


Figura 99. Un arado con bastidor complementario que se pliega hidráulicamente.

El bastidor se complementa con una lanza de enganche que puede encontrarse acoplada en forma rígida al mismo, en cuyo caso la altura de enganche al tractor y la nivelación se obtiene mediante una placa reguladora en el extremo de la lanza. Otra alternativa; consiste en una lanza articulada que conectada mediante un sistema de palancas al eje del levante, permite obtener una "acción nivelada" es decir man-

tener el paralelismo del bastidor con el suelo ya sea en trabajo o en transporte.

### Rodados

Según la cantidad de arcos del arado, pueden utilizarse:

- un eje para dos ruedas a 1,40 m entre sí,
- un eje para dos ruedas a 2,80 m,
- un eje que permite aplicar cuatro ruedas separadas a 1,40 y 2,80 m entre sí. Esta posibilidad de usar cuatro ruedas es sumamente importante, pues otorga mayor estabilidad al equipo.

Asimismo, las cuatro ruedas o la trocha de 2,80 m ofrecen mejor estabilidad cuando se efectúa la segunda pasada (al cruce), evitando el copiado de las irregularidades de la pasada anterior.

Cuadro 33. Relación entre el número de arcos y la cantidad de rodados.

Número de arcos	Dos ruedas		Cuatro ruedas	Más de 4 ruedas
	1,40 m	2,80 m	1,40 m y 2,80 m	
5 - 7 - 9	*			
9 - 11 - 13		*	*	
Más de 13			*	*

### Organo activo

Es un arco de dimensiones variables, construido en material de acero elástico, en cuyo extremo inferior se fija una púa. Por la parte superior se lo fija al bastidor por diversos medios como se verá más adelante.

Los arcos más usuales poseen una luz que oscila entre 60 y 75 cm siendo de mejor comportamiento en terrenos con abundante rastrojo aquellos que posean un despeje mayor.

El espesor del arco es normalmente de 50,8 X 25,4 mm (2" X 1") y existen también arcos de 50,8 X 31,7 mm (2" X 1 1/4") que dado su

mayor espesor son más resistentes para las labores profundas o suelos muy duros pero poseen menor capacidad de vibración.

Una variante, para otorgar mayor resistencia, consiste en adicionar un sobrearco en la zona de mayor fatiga del arco (donde ocurren la mayoría de las roturas). Este sobrearco disminuye el efecto vibratorio del arco principal. Otra alternativa, consiste en colocar el sobrearco no adosado al arco principal, sino separado de éste de forma tal que solamente se apoya en el sobrearco cuando se produce una carga excesiva evitando deformaciones o roturas.

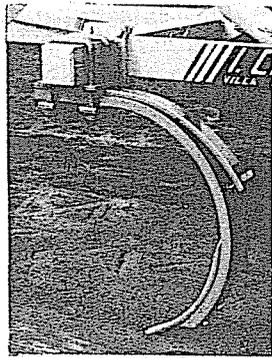


Figura 100. Sobrearco.

Con relación a la curvatura del arco, se ofrecen distintos tipos, según el o los radios que lo conformen.

Los arcos que responden a un radio único, tienen menor tendencia a atascarse ya que elevan el rastrojo y lo despiden lateralmente. Los arcos con dos o aún tres radios son de un comportamiento más deficiente ante la presencia de rastrojo.

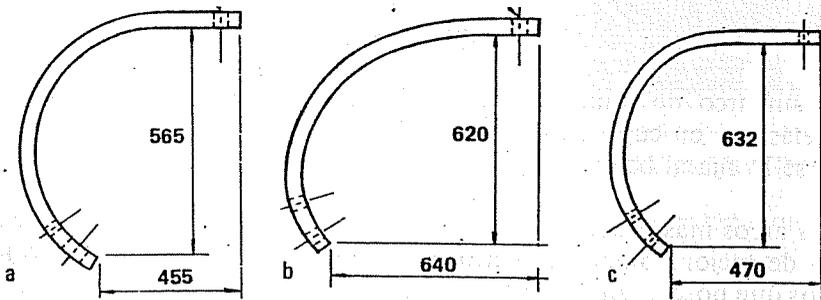


Figura 101. Arcos de cincel con curvatura de distintos radios: a) un radio; b) dos radios; c) tres radios.

No obstante lo explicado, no existen en el país experiencias amplias que confirmen plenamente las ventajas o inconvenientes de cada diseño.

### Púas

Tal como se explicó, en el extremo inferior del arco se fija la púa, elemento sometido a la acción abrasiva del suelo y que debe estar diseñada para soportar tales circunstancias. Muchas púas se ofrecen protegidas mediante el agregado de material de aporte de gran dureza ("acorazado") para prolongar su duración.

Las *púas corrientes* para roturación, de propósito general, tienen un ancho de 50 mm (2") y presentan ambos extremos preparados para el trabajo, de manera que ante el desgaste de uno de ellos se invierte su posición aprovechando el otro extremo.

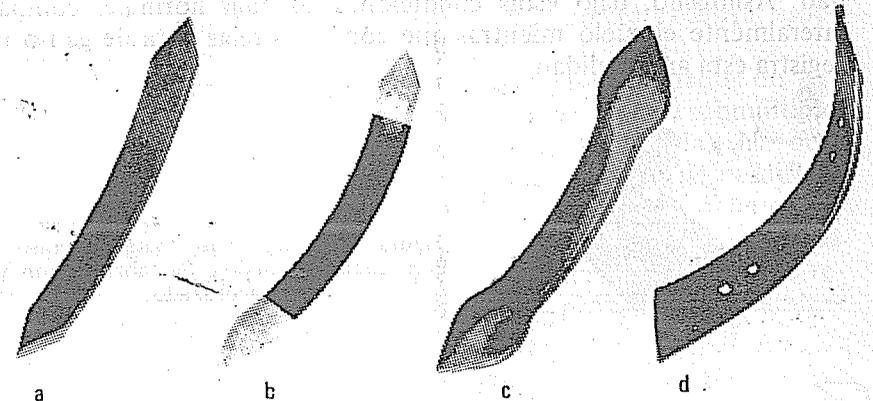


Figura 102. Diferentes tipos de púas para cincel: a) púa construida en planchuela de acero al cromo; b) púa forjada y templada, acorazada; c) púa para servicio pesado, forjada y templada; d) púa helicoidal (rastrojera).

### Púas helicoidales

También denominadas "rastrojeras", presentan una curvatura que favorece el entremezclado del suelo con los restos vegetales.

Son reversibles, algunas de mayor ancho que las púas de uso normal y están curvadas hacia la derecha o izquierda ubicándose alternativamente en el arado, compensando así las componentes laterales

que se originan durante el trabajo, evitando desplazamientos de la máquina.

Admiten labores aún en suelos húmedos, aunque desde un punto de vista estrictamente conservacionista son más eficientes las púas normales por invertir en menor grado el suelo.

Como consecuencia de la mayor remoción de suelo que efectúan, las púas rastrojeras exigen un mayor esfuerzo de tracción comparadas con las púas normales.

### Reja "pata de ganso"

También denominadas púas para suelos húmedos, son de gran efectividad para labrar suelos donde la púa normal no alcanza a elevar el suelo y roturarlo satisfactoriamente por condiciones de mucha humedad. Asimismo, bajo estas condiciones las púas normales compactan lateralmente el suelo mientras que con estas rejas pata de ganso no se registra esta anomalía.

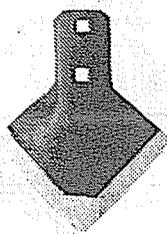


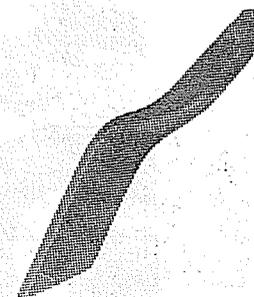
Figura 103. Reja tipo "pata de ganso", para suelos húmedos. Se fabrican con y sin acorazado.

Estas rejas también resultan de utilidad para un control más efectivo de malezas, particularmente en el caso de las rizomatosas, donde es necesario elevar a la superficie sus órganos vegetativos para su control.

### Púas para praderas

Tienen por objeto producir una mínima remoción, aireando el suelo para favorecer el posterior desarrollo de las especies forrajeras presentes. Algunos modelos consisten en una varilla redonda que evita en gran parte el deterioro de las coronas de las plantas. Otros diseños presentan una sección rectangular, utilizándose su cara de menor ancho como parte activa.

Figura 104. Púa para praderas; airea y aumenta la capacidad de captación de agua.



### Distancia entre órganos activos

A los efectos de obtener un buen grado de resquebrajamiento del suelo, es deseable que la separación entre arcos no sea excesiva, especialmente cuando se labran suelos húmedos.

Esta distancia oscila en los 30 cm aunque muchos arados en Argentina han sido diseñados para una separación de 35 cm (submúltiplo de 70 cm distancia entre surcos de los cultivos de escarda). No obstante, en la actualidad se tiende a diseños donde sea posible modificar estas distancias según la necesidad del trabajo. Asimismo, debe considerarse que estas variaciones no siempre son fáciles de obtener ya sea por el propio diseño del bastidor o por la proximidad que puede resultar entre los arcos y las ruedas, zona de probables atascamientos.

### Fijación del órgano activo al bastidor

Existen tres formas más usuales de fijar los arcos al bastidor:

- mediante una base fija,
- mediante una base articulada dotada de resortes amortiguadores,
- mediante un mecanismo de zafe de seguridad,
- variante: "perno fusible"

El primer sistema se utiliza en los arados que trabajan en terrenos normales, libres de obstáculos que pudieran afectar al arco.

El segundo sistema, como su nombre lo indica, está provisto de uno o dos resortes que ajustados a una tensión predeterminada, permiten la elevación parcial del arco cuando éste se encuentra con un obstáculo y es sometido a una sobrecarga. No es un auténtico zafe, si-

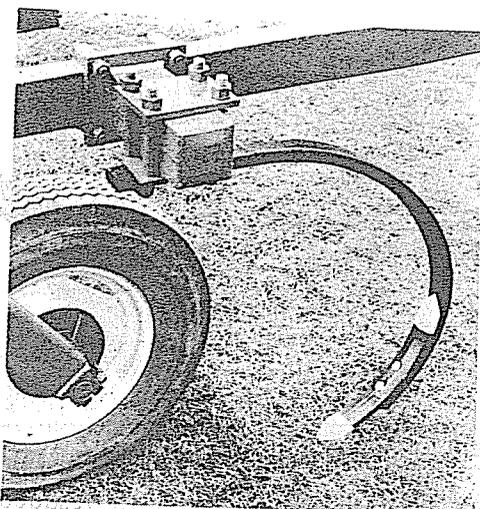


Figura 105. Arco montado sobre una base fija.

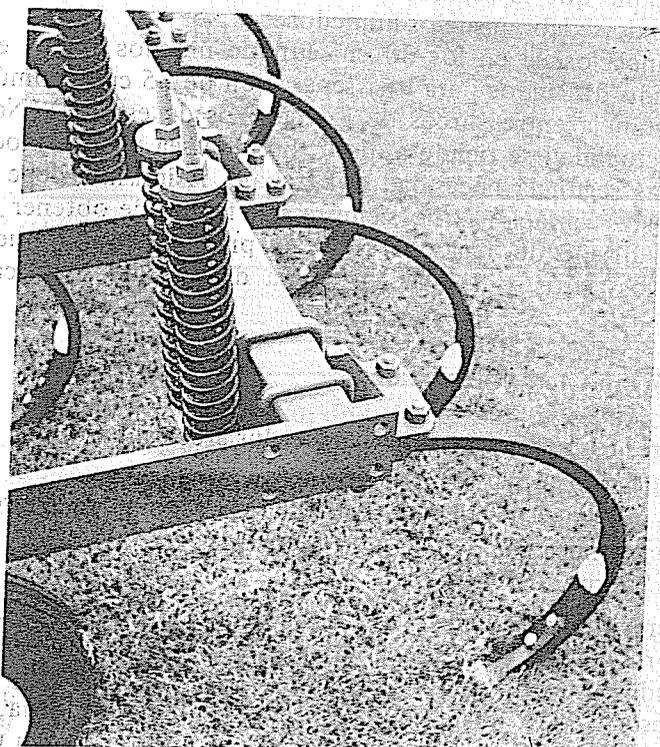


Figura 106. Arco montado sobre resortes amortiguadores.

no un simple amortiguador, que en suelos duros, aún sin la presencia de obstáculos permite el movimiento del arco lo cual implica cambios permanentes en la profundidad de labor.

El trabajo efectuado es menor como así también la fractura del suelo.

El tercer tipo de fijación citado, corresponde al auténtico mecanismo de zafe de seguridad. El arco se mantiene en su posición de trabajo firmemente sostenido por dos resortes que posee el sistema. Al producirse una sobrecarga que pudiera afectar al arco, el mecanismo permite el desplazamiento del mismo hacia arriba y atrás evitando roturas.

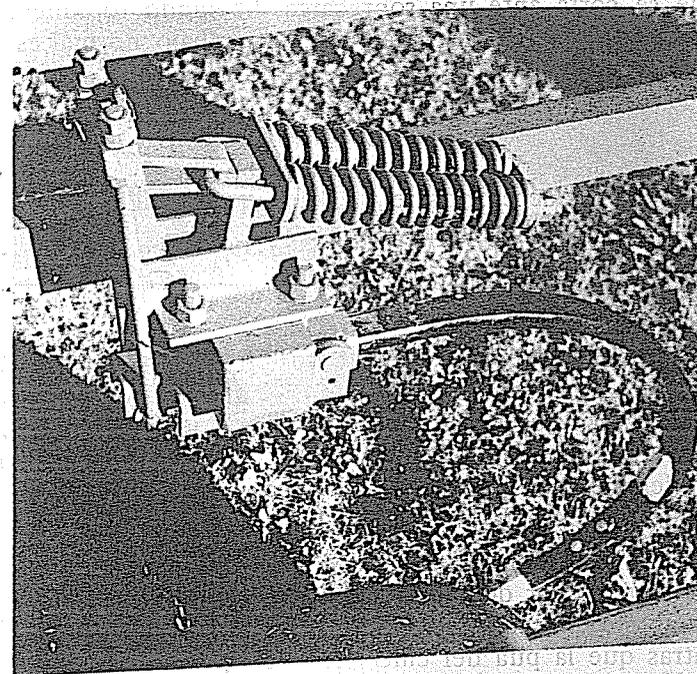


Figura 107. Arco montado en un sistema de zafe con reingreso automático.

Muchos de estos mecanismos están diseñados para que la carga preestablecida que posee el sistema, se mantenga constante en el extremo del arco durante todo su recorrido de elevación a pesar de la compresión o expansión que progresivamente va produciéndose en

los resortes. Los diseños que no contemplan esta situación, hacen que una vez producido el zafe deba aumentar progresivamente la carga en el extremo del arco a medida que este se eleva, corriendo mayores riesgos de rotura.

Por último, es necesario destacar que los sistemas de zafe de seguridad hacen que el arco siempre se mantenga en su posición de trabajo hasta el momento de zafe, lo cual asegura una profundidad constante, sin variaciones. Además, esta característica evita desgastes prematuros del sistema, ya que solamente se mueve cuando encuentra el obstáculo. Superada la sobrecarga, el arco recupera su posición original ("retorno automático").

Existe otra variante menos utilizada, que si bien es efectiva resulta de poca practicidad para el operador. Se trata de un perno fusible que se corta ante una sobrecarga, liberando totalmente el arco para permitir su elevación. Para volver al trabajo normal es necesario reponer el perno fusible.

### Accesorios

Dentro de los accesorios se incluyen las cuchillas, los discos cóncavos, las rejas desmalezadoras y la rastra peine.

### Cuchillas

Cumplen una función importante en terrenos con abundante rastrojo. Actúan cortando los mismos y facilitando no solo su entremezclado con el suelo sino también su posterior descomposición.

Existen dos formas de incorporar las cuchillas en un arado de cinceles, dependiendo cada una del diseño que haya previsto el fabricante.

- a) Cuchillas individuales para cada arco. Van ubicadas por delante del arco. La profundidad se regula individualmente en cada cuchilla y generalmente trabajan a 5-10 cm, mientras que la púa del cincel lo hace a mayor profundidad. Las cuchillas poseen un diámetro de 457 (18") o 508 mm (20") y son similares a las utilizadas en los arados de rejas (fig. 108).
- b) Tren delantero de cuchillas planas. En este caso, el bastidor del arado tiene prevista la incorporación de un tren de cuchillas unidas, por un eje central. La separación entre cuchillas depende del diseño, oscilando entre 23-28 centímetros. Dado que para una buena penetración es necesario

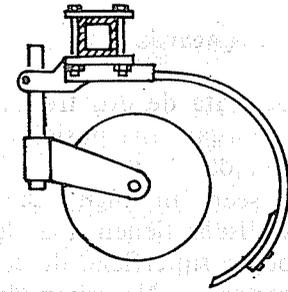


Figura 108. Cuchilla circular ubicada por delante del arco, para el corte de los restos vegetales. Disminuyen los atascamientos.

disponer de peso en el equipo, los separadores entre las cuchillas suelen hacerse de fundición para proveer este peso adicional. Resulta un elemento más práctico que las cuchillas individuales, puede regularse en forma conjunta y en algún caso se les adiciona a sus soportes mecanismos con resortes para absorber esfuerzos verticales.

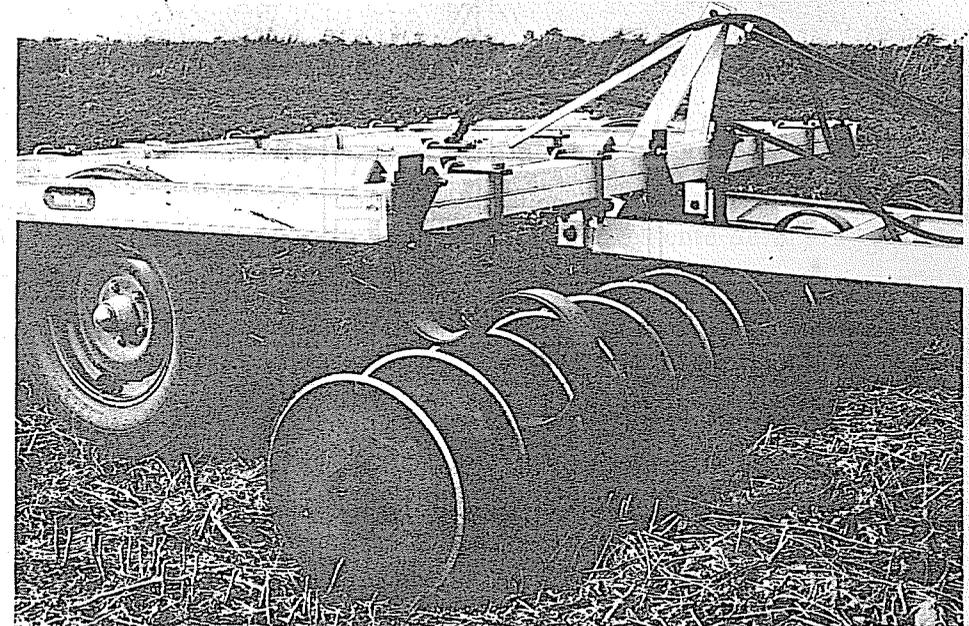


Figura 109. Arado de cinceles equipado con un tren delantero de cuchillas planas.

### Discos cóncavos

Se trata de dos trenes ubicados en la parte delantera del arado y que adoptan una posición en "V" como una rastra de discos de simple efecto.

Poseen un ángulo de cruce menor que las rastras tradicionales y los discos tienen una flecha también menor. Efectúan una labor de remoción superficial de todo el suelo y un corte y entremezclado de los rastrojos. Necesitan de peso adicional en el arado para permitir su penetración. Asimismo, requieren de un esfuerzo de tracción mayor.

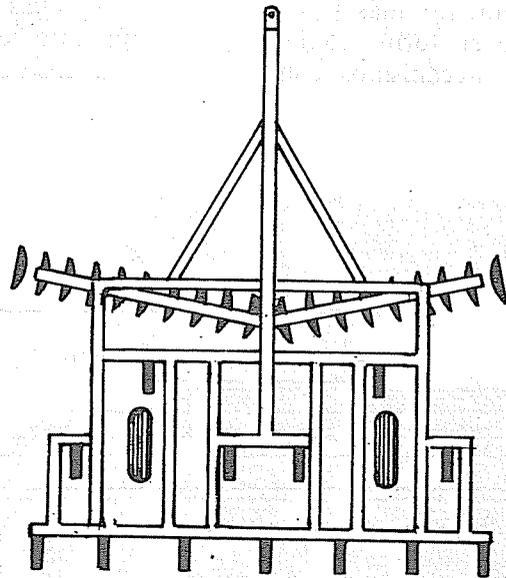


Figura 110. Arado de cinceles con trenes de discos cóncavos ubicados en la parte delantera.

### Rejas desmalezadoras

Cuando se desea realizar un control de malezas efectivo, trabajando toda la superficie del terreno, puede aplicarse en la parte posterior del arco de cada cinzel, una reja especial que actúa en forma superficial.

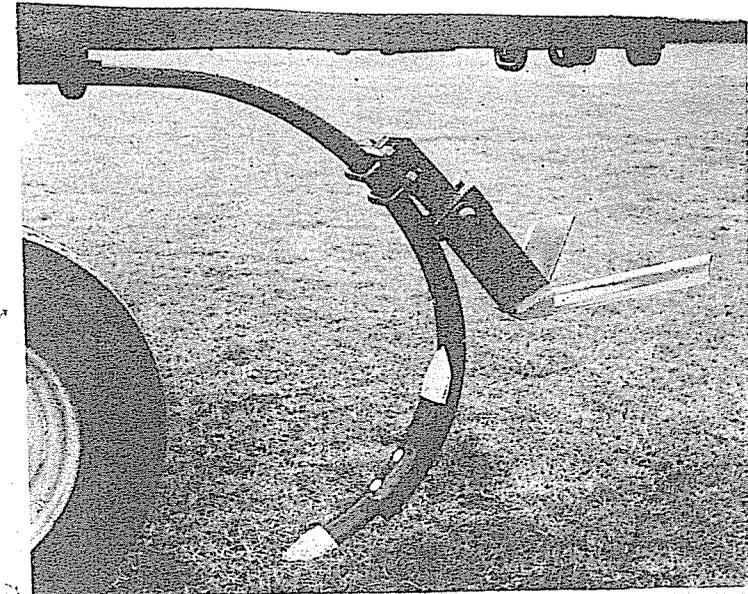


Figura 111. Reja desmalezadora montada sobre el arco. La altura puede regularse sobre dicho arco.

Las rejas pueden instalarse en el extremo del arco, con la púa, o bien en un soporte especial que permite desplazar las mismas sobre dicho arco, regulándose así la altura independientemente de la profundidad de trabajo de la púa.

### Rastra peine

Se trata de un elemento de aplicación sobre el mismo bastidor del arado y que actúa como "sellador" del suelo, impidiendo la circulación del aire a través del perfil y evitando la pérdida de humedad.

### Tipos de arados de cinceles

Según la forma de acople al tractor, se clasifican en: a) de arrastre (tracción libre), y b) montados (enganche hidráulico de tres puntos).

Como en la mayoría de la maquinaria agrícola argentina, los arados de cinceles de mayor difusión son los de tracción libre. Los mo-

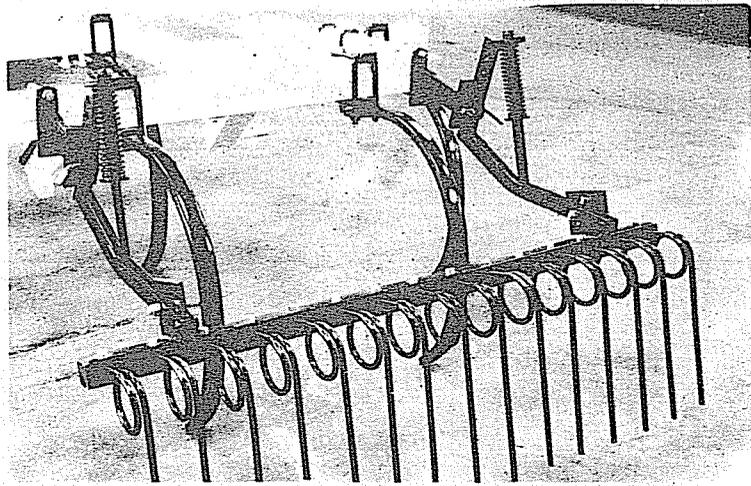


Figura 112. Arado de cinceles con peine posterior de dientes flexibles.

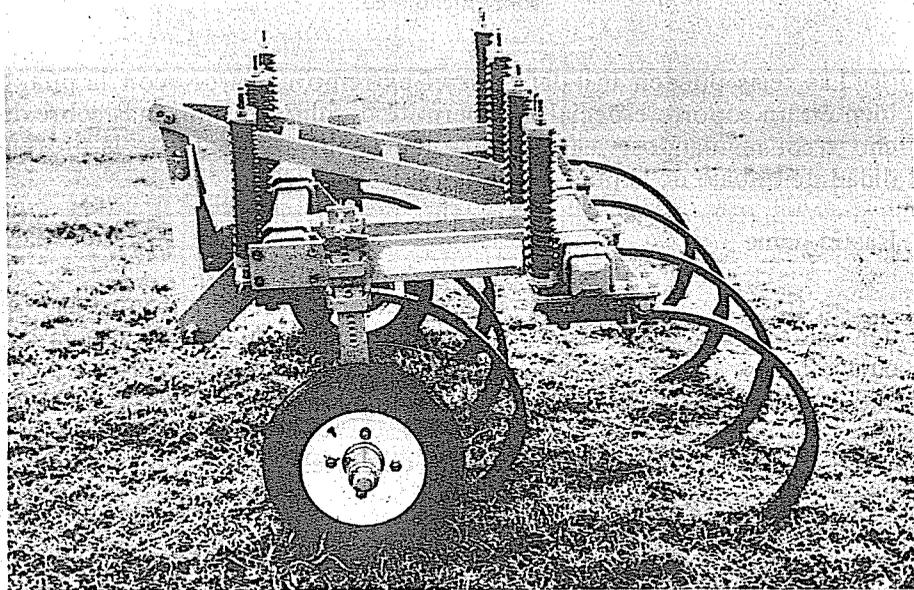


Figura 113. Arado de cinceles para enganche hidráulico de tres puntos. Arcos montados en base, con resortes amortiguadores. Rueda accesoria para control de profundidad

delos montados sobre enganche hidráulico son de aplicación en cultivos intensivos y poseen anchos de labor reducidos.

En función del parque de tractores y de su potencia, los arados se encuentran disponibles desde 5 hasta 25 arcos aproximadamente, predominando los modelos de 9 a 13 arcos que requieren de 90 a 130 HP aproximadamente.

Cuadro 34. Número de arcos y ancho de labor de los arados de cinceles.

Número de arcos	Ancho de labor (m)*	Número de arcos	Ancho de labor (m)*
5	1,75	17	5,95
7	2,45	19	6,65
9	3,15	21	7,35
11	3,85	23	8,05
13	4,55	25	8,75
15	5,25		

\* Calculados para una separación entre arcos de 0,35 metro.

### Regulación y puesta a punto de los arados de cinceles de arrastre.

#### Enganche al tractor

El centro de carga del arado se ubica en la mitad de su ancho de trabajo, razón por la cual la línea de tracción será paralela al sentido de marcha, originando un enganche del tipo "centrado". Toda vez que se quiten arcos para disminuir el ancho de trabajo, la operación se efectuará en ambos lados del arado para mantener la simetría.

#### Nivelación

Trabajando a la profundidad deseada, el bastidor del arado deberá observarse nivelado longitudinalmente, para evitar diferencias de profundidad entre los arcos delanteros y posteriores. Esta nivelación se obtiene subiendo o bajando el punto de enganche mediante la plaqueta correspondiente en los arados que poseen lanza rígida con el bastidor.

En los diseños cuya lanza es del tipo articulada con el bastidor, se encuentra un registro roscado para obtener esta nivelación.

### Regulación y puesta a punto de los arados de cinceles montados

Acerca del acople y uso del sistema hidráulico de tres puntos, ver arados de rejas montados (págs. 44 y 72).

Con respecto a la nivelación longitudinal, se obtendrá por medio del tercer punto del sistema de acople, alargando o acortando el mismo.

La nivelación transversal se efectuará por medio del registro del brazo derecho del sistema hidráulico.

En los arados que posean ruedas controladoras de profundidad deberá cuidarse que ambas apoyen con igual intensidad. Estas ruedas actúan como puntos de apoyo mejorando el control de la profundidad de labor.

### CULTIVADORES DE CAMPO PARTES QUE LO COMPONEN

Los cultivadores de campo están compuestos por: bastidor y lanza, rodados, órgano activo y accesorios.

#### Bastidor y lanza

En términos generales, las consideraciones efectuadas para los arados de cinceles también son válidas para los cultivadores de campo.

El bastidor se construye generalmente en tubos estructurales, conformando tres o cuatro barras transversales donde se fijan los arcos. Tal como se explicó, un mayor número de barras transversales favorece el espacio libre entre arcos evitando atascamientos en trabajos con rastrojos.

La separación entre barras es de aproximadamente 70-80 centímetros.

El tamaño del bastidor varía en función del ancho de labor. Básicamente contienen hasta 25/30 arcos (aproximadamente 4 m), número a partir del cual se adicionan bastidores laterales plegables hidráulicamente para el transporte.

El bastidor se complementa con una lanza de enganche en cuyo extremo una plaqueta perforada o un sistema móvil con registro que permite corregir la altura de enganche.

### Rodados

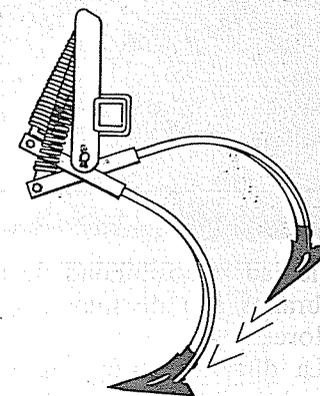
Su número varía según el ancho del equipo.

En los de mayor tamaño pueden encontrarse series de dos ruedas apareadas (tándem) montadas sobre un soporte balancín para lograr una mejor adaptación a las irregularidades del terreno. En los sectores plegables del bastidor se adicionan ruedas para el control de la profundidad de los mismos. La altura de las mencionadas ruedas puede controlarse mediante un registro de accionamiento manual o bien hidráulicamente.

### Organo activo

Se trata de un arco y reja, de menores dimensiones que el utilizado en los arados de cinceles.

Figura 114. Arco tipo "C" para cultivador de campo. El resorte en la base permite los movimientos en sentido vertical.



Los arcos elásticos son de sección rectangular de 44,4 (1 3/4") por 14,3 mm (9/16") y se montan al bastidor mediante un sistema de articulación con resorte que permiten el movimiento hacia atrás y arriba. Una variante consiste en montar el arco al bastidor sobre tacos de goma, lo que permite además pequeñas oscilaciones en el sentido lateral.

La reja que se coloca en el extremo del arco es del tipo plana, de 240 mm de ancho. También pueden usarse púas tipo cincel u otros aditamentos para distintas finalidades de roturación.

Otra alternativa es utilizar en reemplazo de los arcos citados, brazos flexibles tipo "danés" (en forma de "S") lo que otorga mayor

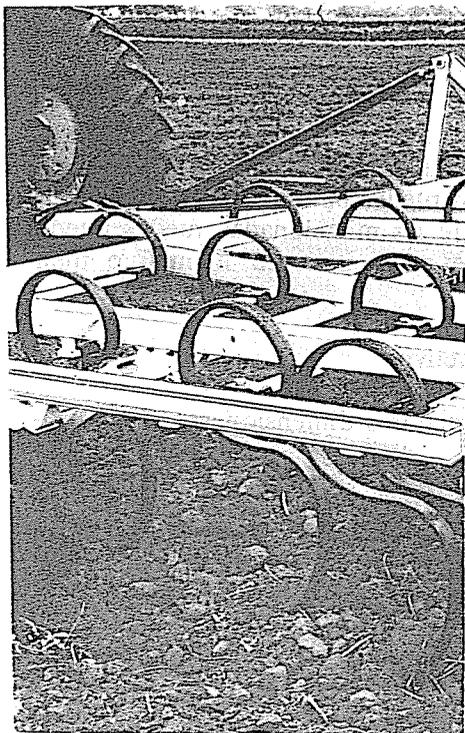


Figura 115. Arcos tipo "S" para cultivador de campo. Su forma permite los movimientos en el sentido vertical y lateral.

elasticidad y posibilidad de desplazamiento en el sentido lateral. Estos brazos son de mayor tamaño que los utilizados en los vibrocultivadores.

La distancia entre los órganos activos es variable, aunque la más utilizada es la de 17,5 centímetros.

#### Accesorios

Entre los accesorios se incluyen, la rastra de dientes flexibles, los rolos compactadores y el rabasto posterior.

Las rastras de dientes flexibles mejoran la disgregación del suelo, particularmente en la superficie. Asimismo, contribuyen a un mejor emparejado y "sellan" medianamente el suelo disminuyendo las pérdidas de humedad por evaporación. La característica de diente flexible y la inclinación hacia atrás de los mismos, disminuyen los riesgos de atascamientos. Por otra parte, su acción contribuye al control de las malezas presentes.



Figura 116. Rabasto combinado con rastra de dientes flexibles aplicado en un cultivador de campo.

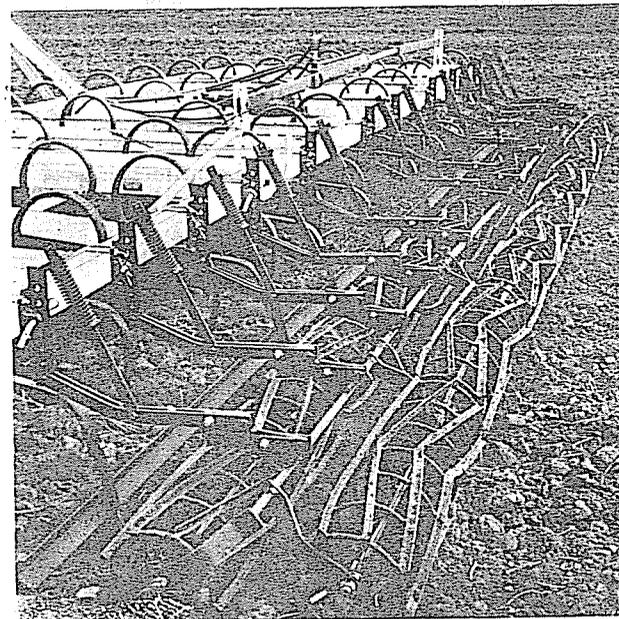


Figura 117. Rabasto combinado con rolos desterronadores aplicado en un cultivador de campo.

Los rolos compactadores pueden ser simples o dobles. Además de un leve compactado, estos rolos contribuyen a desmenuzar los terrones más grandes.

Por otra parte, la superficie rugosa así obtenida queda menos expuesta a la erosión, las pérdidas de humedad y el encostramiento.

El rabasto consiste en una (o varias) barra transversal que cubre todo el ancho de labor, por detrás de los arcos. Se monta sobre soportes flexibles y es posible regular su altura. Produce un efecto de ligero emparejado del terreno.

### Tipos de cultivador de campo

En el país predominan los cultivadores para tracción libre.

Cuadro 35. Número de arcos y ancho de labor de los cultivadores de campo.

Número de arcos	Ancho de labor (m)*
21	3,67
23	4,00
31	5,40
39	6,80
49	8,60
59	10,30

\* Separación entre arcos, 17,5 centímetros.

### Regulación y puesta a punto

Los principios de enganches y puesta a punto son similares a los indicados para los arados de cinceles.

Con respecto a la tensión de ajuste de los resortes de cada uno de los arcos, deberá consultarse la recomendación específica de cada fabricante.

En relación a la rastra de dientes flexibles, rolos y rabasto, la presión y acción de cada uno de ellos se controlará a campo según necesidad, mediante el ajuste de los elementos provistos a tal efecto (resortes y soportes de altura regulable).

## VIBROCULTIVADOR PARTES QUE LO COMPONEN

El vibrocultor está compuesto por el bastidor y lanza, los rodados, el órgano activo y los accesorios.

### Bastidor y lanza

El bastidor del vibrocultivador está construido en una combinación de caños estructurales, planchuelas y perfiles ángulo. Generalmente poseen cuatro barras transversales donde se fijan los arcos y la separación entre barras es menor que la de los cultivadores de campo.

La lanza se encuentra rígida con el bastidor y la placa de enganche del extremo presenta perforaciones que permiten regular su altura.

Los vibrocultivadores de gran ancho de labor presentan su bastidor dividido en secciones, lo que permite elevar las alas laterales para reducir el ancho total durante el transporte.

### Rodados

Las ruedas están conectadas al mecanismo del levante (cilindro hidráulico de control remoto) y su número varía según el ancho de la máquina.

En los vibrocultivadores de hasta aproximadamente 6 m de ancho se utilizan dos ruedas mientras que los equipos de mayor ancho, utilizan cuatro, seis y hasta ocho ruedas.

### Organo activo

Se trata de un brazo en forma de "S", también conocido como tipo "danés".

Presenta gran flexibilidad, vibrando en el sentido longitudinal (adelante-atrás) y lateral (hacia los costados).

Dado el ángulo agudo con respecto a la vertical con que atacan al suelo, elevan al mismo, además de removerlo.

Este mismo efecto eleva las malezas incipientes, facilitando su control.

Las dimensiones de los brazos es de 32 por 11 mm y la distancia desde su fijación o soporte hasta el suelo de 400 mm.

Si bien la distancia entre brazos puede variarse, predominan las separaciones de 12 a 15 centímetros.

En el extremo del brazo, se fija la púa siendo la de propósito general (refinamiento) de aproximadamente 3,5 cm de ancho.

En suelos arenosos, sueltos, esta púa, dado la mínima resistencia que encuentra, produce muy poco efecto vibratorio, razón por la cual se la reemplaza por una pequeña reja que puede variar sus dimensiones según necesidad. Existen rejas de mayor ancho aún (10 cm), que pueden aplicarse al control de malezas.

También existen púas muy angostas (1 cm) para airear o renovar praderas.

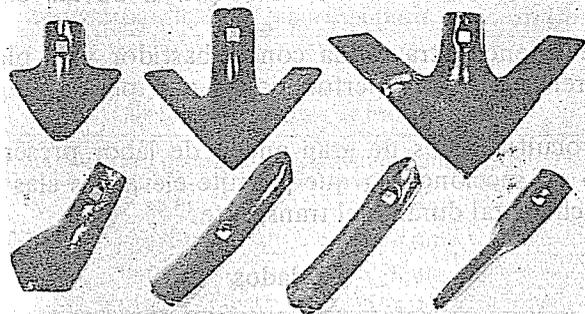


Figura 118. Tipos de rejas y púas aplicables en los arcos del vibrocultivador.

## Accesorios

### a) Rabasto nivelador

Se ubica por delante de los brazos. Se trata de una hoja o especie de cuchilla, construida en chapa plegada y cuya altura e inclinación puede registrarse. Está montada al bastidor por medio de soportes elásticos que en algunos diseños son de tensión regulable.

La función de este rabasto es nivelar ligeramente las imperfecciones del suelo mejorando la calidad de la cama de siembra.

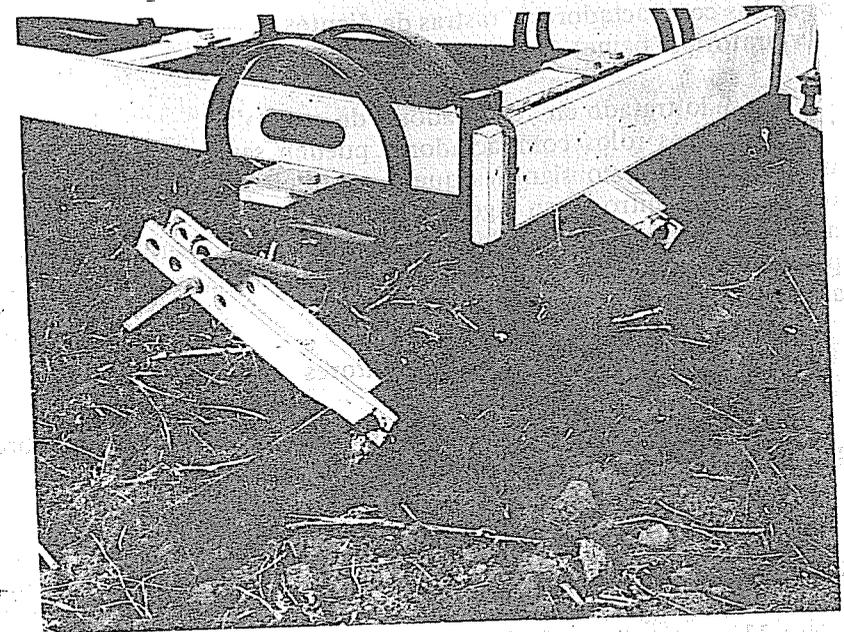


Figura 119. Accesorio de vibrocultivador. Rabasto nivelador aplicado en la parte delantera de la máquina.

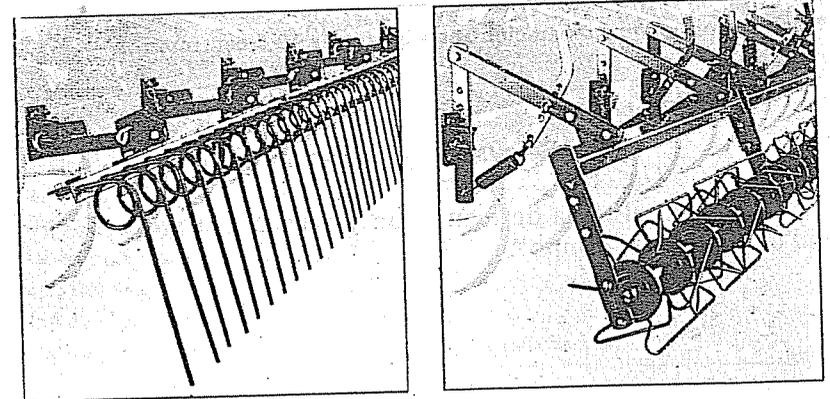


Figura 120. Rastra de dientes flexibles (izquierda) y rolos desterronadores estratificadores (derecha).

**b) Rolos compactadores y rastras de dientes vibratorios (peine)**

Véase lo tratado en "cultivadores de campo"

*Nota.* Los rolos compactadores pueden ser también del tipo "estratificadores", esto significa que durante el avance de la máquina, estos rolos se introducen ligeramente en el suelo elevando los terrones más grandes que quedan en la superficie y permitiendo que las partículas menores se ubiquen por debajo de la misma, proveyendo así una adecuada cama de siembra.

**Tipos de vibrocultores**

Los vibrocultores pueden ser de tracción libre y montados sobre enganche hidráulico de tres puntos.

**Cuadro 36. Número de brazos y ancho de labor de los vibrocultores.**

Número de brazos	Ancho de labor (m)*	Número de brazos	Ancho de labor (m)*
11	1,37	53	6,62
15	1,87	61	7,70
21	2,62	73	9,12
25	3,12	85	10,60
28	3,50	96	12
39	4,87	107	13,37
47	5,87		

\* Calculados con una separación entre brazos de 12,5 centímetros.

**Regulación y puesta a punto**

En cuanto al tema de regulación y puesta a punto, véase lo tratado en "cultivador de campo".

**APENDICE**

**UNIDADES DEL SISTEMA INTERNACIONAL (SI)**

**Cuadro 37. Unidades básicas**

MAGNITUD	NOMBRE	SIMBOLO
1. Longitud	.metro	m
2. Masa	.kilogramo	kg
3. Tiempo	.segundo	s
4. Intensidad de corriente eléctrica	.ampere	a
5. Temperatura termodinámica	.kelvin	k
6. Cantidad de sustancia	.molé	mol
7. Intensidad luminosa	.bujía	b

**Cuadro 38. Unidades suplementarias.**

MAGNITUD	NOMBRE	SIMBOLO
Angulo plano	.radián	rad
Angulo sólido	.esterradián	sr

**Cuadro 39. Algunas unidades derivadas.**

MAGNITUD	NOMBRE	SIMBOLO
1. Frecuencia	.herz	hz
2. Fuerza	.newton	n
3. Presión	.pascal	pa
4. Energía, trabajo, cantidad de calor	.joule	j
5. Potencia, flujo energético	.watt	w
6. Cantidad de electricidad, carga eléctrica	.coulomb	c
7. Potencial eléctrico, tensión eléctrica, fuerza electromotriz	volt	v

## ALGUNAS UNIDADES FUERA DEL SI

El Congreso Internacional de Pesos y Medidas (1969) admitió otras unidades que no pertenecen al SI (Sistema Internacional).

Cuadro 38. Algunas unidades fuera del SI.

Nombre	Símbolo	Valor en unidad del SI
minuto	min	1 min = 60 s
hora	h	1 h = 60 min = 3.600 s
día	d	1 d = 24 h = 86.400 s
litro	l	1 l = 1 dm <sup>3</sup>
tonelada	t	1 t = 1.000 kg

Cuadro 39. Algunas unidades que se mantienen temporalmente en el SI.

Nombre	Símbolo	Valor en unidad del SI
área	a	1 a = 100 m <sup>2</sup>
hectárea	ha	1 ha = 10.000 m <sup>2</sup>

## ALGUNAS CONVERSIONES

### Sistema métrico a inglés

#### Superficie

1 metro cuadrado = 10,76 pies cuadrados  
1 hectárea = 2,471 acres

#### Longitud

1 milímetro = 0,03937 pulgadas  
1 metro = 3,281 pies  
1 kilómetro = 0,621 millas

### Peso

1 kilogramo = 2,205 libras

### Volumen

1 metro cúbico = 35,31 pies cúbicos  
1 metro cúbico = 28,38 fanegas  
1 litro = 0,028 fanegas

### Potencia

1 kilovatio = 1,341 HP

### Sistema inglés a métrico

#### Superficie

1 pie cuadrado = 0,0929 metros cuadrados  
1 acre = 0,4047 hectáreas

#### Longitud

1 pulgada = 25,4 milímetros  
1 pie = 0,3048 metros  
1 milla = 1,608 kilómetros

### Peso

1 libra = 0,4535 kilogramos

### Volumen

1 pie cúbico = 0,02832 metro cúbico  
1 fanega = 0,03524 metro cúbico  
1 fanega = 35,4 litros

### Potencia

1 HP = 0,7457 kilovatio

## POTENCIA DE TRACCION

### Conceptos básicos

**Fuerza:** Tiende a producir o modificar el estado de reposo, movimiento o forma de un cuerpo.

Generalmente se miden las fuerzas en la unidad kilogramo (kg).

**Trabajo:** Es la acción de una fuerza en una distancia determinada.

Es decir que para mover un cuerpo se debe efectuar un trabajo. Puede medirse el trabajo en la unidad kilográmetro (kgm).

**Potencia:** El trabajo realizado para mover un cuerpo se efectúa en un determinado TIEMPO.

Potencia es el trabajo que se ha efectuado, en la UNIDAD DE TIEMPO.

### Expresiones que definen trabajo y potencia

TRABAJO: fuerza ejercida X distancia recorrida  
(kgm) (kg) (m)

POTENCIA:  $\frac{\text{Fuerza ejercida X Distancia recorrida}}{\text{Tiempo empleado}}$   
(kg) (m) (s)

Considerando que el tiempo empleado es función de la VELOCIDAD, se puede decir que:

POTENCIA: fuerza (kg) X velocidad  $\frac{\text{(m)}}{\text{s}}$   
 $\frac{\text{(kgm)}}{\text{s}}$

Como se observa, la potencia se expresa en kgm/s, pero comúnmente en la práctica se utiliza el CABALLO VAPOR (CV), razón por la cual se debe *dividir* los kgm/s por 75. También se utiliza el CABALLO DE FUERZA o HP (del idioma inglés Horse Power). La diferencia entre HP y CV es mínima (1 HP = 1,014 CV).

En la actualidad, y de acuerdo con el sistema internacional de unidades (SI), la unidad de potencia debe ser el Watt (w) y su múltiplo el kilowatt (kw). De todas maneras, la costumbre hace que se siga usando el CV (1 kw = 1,359 CV).

**Ejemplo:** Para arrastrar un arado de 4 rejas, el dinamómetro indica una fuerza de tracción de 1.000 kg.

Si lo arrastramos en un tramo de 100 m, el trabajo será:

$$\text{Trabajo: } 1.000 \text{ kg} \times 100 \text{ m} = 100.000 \text{ kgm}$$

Si el trabajo lo hacemos en 50 segundos, la potencia será:

$$\text{Potencia: } 100.000 \text{ kgm} \div 50 \text{ s} = 2.000 \text{ kgm/s}$$

Para llevar a CV será:

$$\frac{2.000 \text{ kgm/s}}{75} = 26,6 \text{ CV}$$

Esos CV son necesarios EN LA BARRA DE TIRO para traccionar ese arado y en esas condiciones. Expresado en kw serían 19,6 kw.

Si se aumentara la velocidad de avance, la potencia será:

$$\text{Potencia: } 100.000 \text{ kgm} \div 30 \text{ s} = 3.333 \text{ kgm/s}$$

$$\text{CV: } \frac{3.333 \text{ kgm/s}}{75} = 44,4 \text{ CV (32,6 kw)}$$

Como se observa, al incrementar la velocidad, aumenta la potencia necesaria de tracción. Por lo tanto, cuando se dicen los HP o CV necesarios para traccionar un equipo, deberá indicarse a QUE VELOCIDAD.

### Potencia en la barra. Potencia en el motor

Obviamente, la potencia disponible en la barra de tiro no es igual que en el motor. Según datos recopilados, para condiciones normales, en suelo firme y con un 15% de patinamiento de las ruedas motrices, los rendimientos son aproximadamente los siguientes:

- Tractor de tracción simple . . . . . 60% en la barra de tiro
- Tractor de tracción doble . . . . . 65-68%  
(con ruedas chicas adelante)
- Tractor de tracción doble . . . . . 75%  
(4 ruedas iguales generalmente articulado)

En nuestro ejemplo anterior, entonces, necesitaremos para un tractor de tracción simple una potencia en el motor de 50 HP, a una velocidad de 7,2 km/h (50 segundos para recorrer 100 metros). Si avanzamos a 10,8 km/h (33 segundos para recorrer 100 m), la potencia se eleva a 75 HP en el motor (no usual; el valor responde a los efectos del ejemplo).

Como se observa en el ejemplo, la potencia puede variar solamente en *función de la velocidad*, entre 12 y 18 HP por reja.

Si agregamos a esto las variaciones del suelo, la profundidad, la puesta a punto, etc., se comprenderá porqué los datos que se sugieren, referidos a un equipo dado, son solo orientativos y cambian para cada caso en particular.

#### Variables más comunes que influyen sobre la potencia necesaria en el motor del tractor

- Velocidad de avance.
- Textura del suelo.
- Profundidad de trabajo.
- Humedad del suelo.
- Puesta a punto del equipo.
- Diseño del equipo.
- Tipo de tractor (tracción simple, doble).
- Patinamiento del tractor.
- Estado de mantenimiento de los órganos activos del equipo y del tractor.

En el cuadro 40 se indica a título orientativo los HP (o kW) necesarios en el motor para traccionar cada órgano activo de distintos equipos agrícolas. Se considera una velocidad de aproximadamente 7 km/h y para conocer la potencia total necesaria se debe multiplicar el número de órganos activos de la máquina por el valor indicado.

Cuadro 40. HP o kW necesarios para traccionar cada órgano activo en diversos equipos agrícolas; velocidad 7 km/hora.

Tipo de máquina	HP por cada órgano activo	Equivalentes en kW
Arado de rejas	12-13	9-9,7
Arado de cinceles	9-10	6,7-7,4
Arado de discos	10-12	7,4-9
Rastra de discos de doble acción		
Livianas (30 kg por disco)	1,5-2	1,1-1,5
Medianas (40 kg por disco)	2-2,5	1,5-1,8
Pesadas (60 kg por disco)	2,5-3	1,8-2,2
Rastras de discos excéntricas (70 kg por disco)	3-4	2,2-3
Cultivador de campo*	3,5-4	2,6-3
Vibrocultivador*	2-3	1,5-2,2

\* Velocidades mayores (8-11 km/hora).

Puede haber variaciones según el uso de rabastos, rolos, etcétera.

## BIBLIOGRAFIA

- ASHBURNER, J. y SIMS, B. Elementos de diseño del tractor y herramientas de labranza. IICA, Costa Rica. 1984.
- ATLAND, G. Hidráulica práctica. Sperry Rand Argentina, División Vickers.
- AUGE, R. Tecnología-mecánica agrícola. Paraninfo, Madrid. 1976.
- BARAÑO, V. y CHIESA, C. Maquinaria agrícola. Hemisferio Sur, Argentina. 1982.
- BERMEJO ZUAZUA, A. Manual práctico del mecánico agrícola. Ministerio de Agricultura, Madrid. 1972.
- BUCKMAN, H. y BRADY, N. Naturaleza y propiedades de los suelos. Montaner y Simon, Barcelona. 1965.
- CANDELON, P. Las máquinas agrícolas. Mundi Prensa, Madrid. 1971.
- DENCKER, C. Manual de tecnología agrícola. Omega, Barcelona. 1966.
- DONELL HUNT. Maquinaria agrícola. Limusa, Méjico. 1983.
- Fundamentos de funcionamiento de maquinaria. Deere & Co., Moline, Illinois, E.U.A. 1977.
- Manuales para educación agropecuaria. Area Mecánica Agrícola. Trillas, Méjico. 1982.
- RICCITELLI, J. Arados de reja y vertedera. EUDEBA, Buenos Aires, 1967.
- RISUENO, A. Motocultivo. Salvat, Barcelona. 1960.
- SMITH, H. P. Maquinaria y equipo agrícola. Omega, Barcelona. 1967.
- THOMPSON, L. M. El suelo y su fertilidad. Reverté, Zaragoza. 1965.
- WILKINSON, R. y BRAUNBECK, O. Elementos de maquinaria agrícola. FAO, Roma. 1977.