

Serie MONOGRAFIAS - N.º 5 - Año 1986

SEMBRADORAS PRINCIPIOS Y CARACTERISTICAS



JUNTA DE ANDALUCIA
Consejería de Agricultura y Pesca

**DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION
Y EXTENSION AGRARIAS**

**SEMBRADORAS
PRINCIPIOS Y CARACTERISTICAS**

Publicación de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.

Edita: Dirección General de Investigación y Extensión Agrarias
Centro de Información y Documentación Agraria-Sevilla.

Serie: Monografías n.º 5/1986

Diseño: Heliodoro Fernández López de la D.G.I.E.A.

ISBN: 84-505-4030-5

Depósito Legal: SE-686-1986

Composición: Fitolito, Sevilla.

Imprime: Imprenta J. de Haro, Fabiá, 31 - Sevilla, 1986.

JUNTA DE ANDALUCIA
Consejería de Agricultura y Pesca
DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION
Y EXTENSION AGRARIAS

SEMBRADORAS PRINCIPIOS Y CARACTERISTICAS

ANDRES PORRAS PIEDRA
Dr. Ingeniero Agrónomo
Laboratorio de Tecnología Mecánica
Centro de Investigación y Desarrollo Agrario
Córdoba

I N D I C E

1. Introducción	9
2. Métodos de siembra	13
3. Análisis de sembradoras	15
3.1. Bastidor	15
3.2. Tolva	17
3.3. Organos de distribución o dosificación de semillas	19
3.4. Organos de enterrado	45
3.5. Organos complementarios	53
3.6. Mecanismos de regulación	57
4. Uso y mantenimiento	59
5. Agradecimientos	59
6. Bibliografía	61

1. INTRODUCCION

Puede definirse la sembradora como una máquina que permite la siembra regular, bien sobre toda la superficie o bien en líneas equidistantes y a una profundidad uniforme, de todos los granos utilizados en cultivos.

El desarrollo de las sembradoras de gran cultivo ha crecido en los últimos años de forma inusitada, apareciendo en el mercado máquinas sembradoras cada vez más perfeccionadas.

La causa de este asombroso desarrollo puede situarse dentro del gran auge que en el periodo actual tiene la mecanización en agricultura.

Las partes esenciales de una sembradora, que más adelante se analizan son:

- Bastidor.
- Tolva.
- Organos de distribución.
- Organos de enterrado.
- Organos complementarios.
- Mecanismos de regulación.

A la hora de elegir una sembradora, las características que le deben ser exigidas son las siguientes:

A) Condiciones que afectan al Bastidor

- A₁. Gran variabilidad de distancias entre líneas.
- A₂. Solidez.
- A₃. Eganche cómodo y rápido del tractor.

B) Condiciones que afectan a los Organos de distribución

B₁. La cantidad de grano sembrado en cada línea de cultivo debe ser idéntica, respetándose escrupulosamente la densidad de siembra deseada.

B₂. Amplio margen de regulación de la densidad de siembra.

B₃. Polivalencia en cuanto a las diferentes especies y variedad de semillas.

B₄. Integridad del grano, llevándolo al surco sin roturas ni deterioros que afecten a su poder germinativo.

B₅. Las variaciones en la velocidad de avance e inclinaciones del terreno no deben alterar sensiblemente la calidad del trabajo.

B₆. Precisión en la distribución en el caso de buscarse una siembra monogranos.

B₇. Posibilidad de funcionamiento con muy poca cantidad de semilla.

B₈. Fácil limpieza.

C) Condiciones que afectan a la Tolva

C₁. Es necesario poder vaciarla cómodamente a fin de evitar mezclas de semillas.

C₂. Posibilidad de ver el nivel de contenido.

D) Condiciones que afectan a los Organos de enterrado

D₁. Adaptabilidad a los distintos tipos de suelos.

D₂. Uniformidad en la profundidad de enterrado.

D₃. Apertura y cierre del surco de siembra.

D₄. Resistencia a la abrasión.

E) Condiciones que afectan al conjunto de la máquina

E₁. Existencia de marcadores.

E₂. Buena maniobrabilidad.

E₃. Facilidad de transporte.

E₄. Simplicidad de mecanismos.

E₅. Solidez.

E₆. Elevada capacidad de trabajo.

E₇. Precio competitivo.

Es importante colocar el grano en condiciones favorables para una germinación elvada; para ello, tener en cuenta que una buena preparación del te-

rreno es indispensable para el éxito de la siembra y solamente puede obtenerse con intervenciones a tiempo y racionales.

Como norma general puede decirse que el suelo está óptimamente preparado para la siembra cuando un 40% de las partículas tengan un diámetro inferior al de los granos sembrados.

Las labores a realizar para una buena preparación del terreno son las siguientes:

1. Alzar.
2. Desterronar.
3. Nivelación superficial.
4. Preparación del lecho de siembra.
5. Pase de rulo.

Una vez preparado el terreno, se realiza la siembra.

2. METODOS DE SIEMBRA

Las formas de efectuar la siembra se pueden dividir en:

2.1. A voleo.

2.2. En líneas:

- a chorrillo
- a golpes.

2.1. *La siembra a voleo*

Consiste en depositar uniformemente una cantidad previamente determinada de semilla en la superficie a sembrar, y una vez depositada enterrarla con gradas de puas, rulo...

La ejecución material de este método de siembra se ha llevado a cabo de manera clásica manualmente (figura 1). Un obrero cargado de una alforja llena de semilla, caminando por la parcela, arroja el grano buscando una uniformidad de reparto y una determinada densidad de siembra. Evidentemente es un método poco preciso al ser dependiente totalmente de la habilidad del operario encargado de la siembra.

También se efectúa esta siembra con abonadoras centrífugas pero que, aunque consiguen una mayor precisión en el reparto, siguen teniendo los mismos problemas de la siembra manual; es decir, consumo excesivo de semilla y sobre todo imposibilidad de la posterior mecanización de las labores de cultivo.

Hay casos como, el del cultivo de las forrajeras alfalfa, festuca, dactylo, lolium, trifolium..., en los que se usa la siembra a voleo, pero para ello se utilizan sembradoras de chorrillo adaptadas especialmente para tales faenas, a las que se les suprime los tubos de caída haciendo que el grano del distribuidor caiga al suelo repartido uniformemente. De esta forma, se consigue una gran uniformidad en el reparto de la siembra deseada, para que la planta manifieste todo su potencial genético.

2.2. *La siembra en línea*

Es normalmente utilizada en el gran cultivo (figura 2). Puede hacerse a chorrillo y a golpes.

— La siembra a chorrillo consiste en depositar de forma continua sobre cada línea de siembra una cantidad de grano previamente determinada.

— La siembra a golpes consiste en depositar sobre cada línea de siembra una cantidad de grano, previamente determinada, de forma intermitente y de tal modo que los granos queden separados entre sí una distancia constante.

Con ella se consigue gran ahorro de semilla, y de mano de obra en las labores de siembra, aclare y escarda.



Fig. 1. Siembra manual.



Fig. 2. Sembradora de líneas.

3. ANALISIS DE SEMBRADORAS

Para el análisis sistemático de las sembradoras se ha dividido su estudio en los distintos componentes de la máquina y que, en términos generales, son como ya ha sido enunciado:

- 3.1. Bastidor.
- 3.2. Tolva.
- 3.3. Organos de distribución.
- 3.4. Organos de enterrado.
- 3.5. Organos complementarios.
- 3.6. Mecanismos de regulación.

Se presta gran atención a los órganos de distribución y enterrado por ser ambos fundamentales para el correcto funcionamiento de estas máquinas.

3.1. *Bastidor*

El bastidor de la sembradora está constituido fundamentalmente por una barra, provista o no de ruedas, la cual soporta la tolva de la máquina, los órganos de enterrado y las piezas necesarias para efectuar el enganche de tracción necesaria (figura 3).

También, ocasionalmente, puede el bastidor soportar un asiento para el obrero encargado de la vigilancia de las operaciones de siembra.

Existen multitud de bastidores diferentes, pero a juicio del autor, deben tender a conseguir que en toda su longitud se puedan colocar los cuerpos de siembra de forma que no queden zonas muertas, es decir, zonas en las que no pueden colocarse los órganos necesarios para la siembra de las líneas de cultivo.

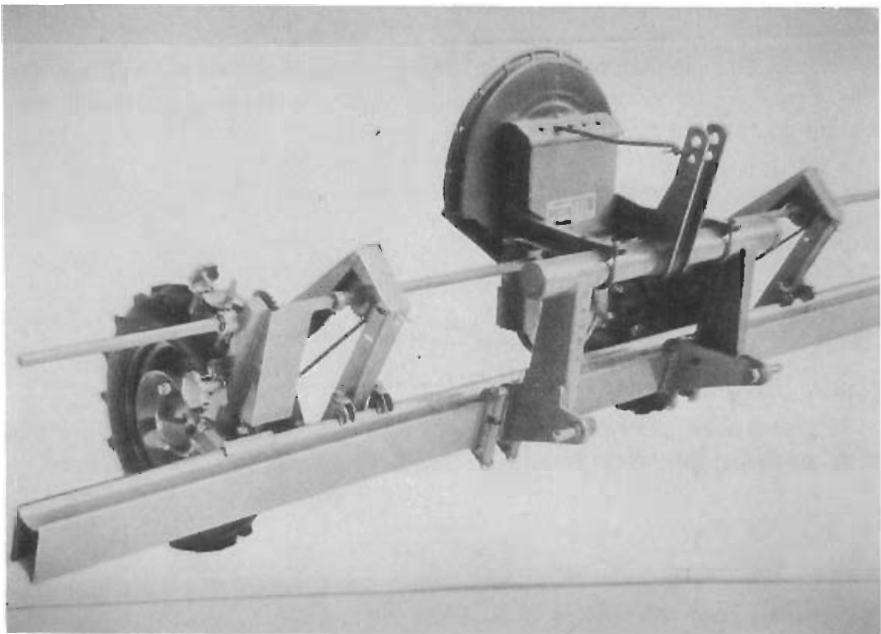
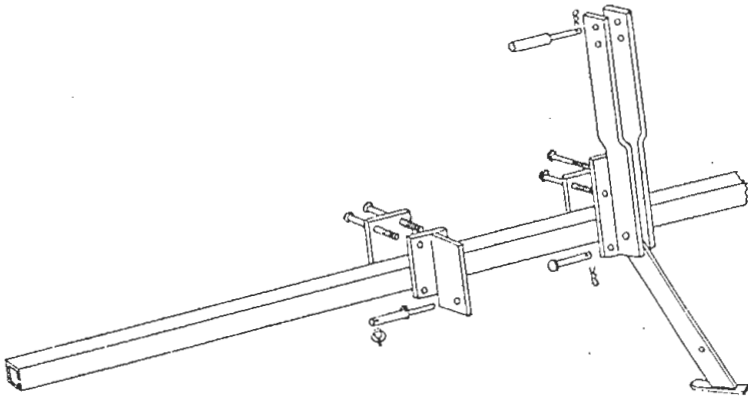


Fig. 3. Bastidor de sembradora.

3.2. *Tolva de Grano*

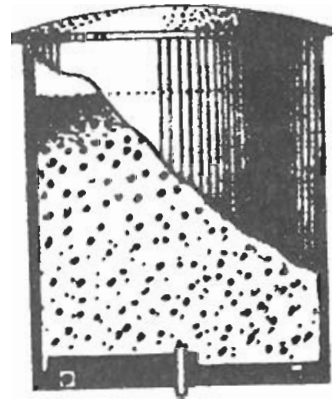
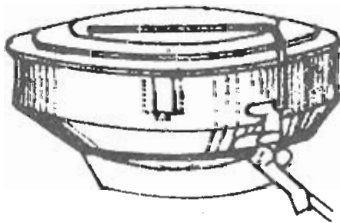
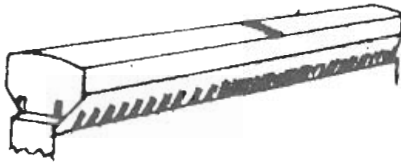
La tolva, que puede ser de madera, plástico o chapa, es el depósito que contiene los granos a usar en la siembra.

Puede ser la tolva común para todas las líneas o independiente para cada una.

Para facilitar la evacuación de semillas y permitir una alimentación regular de los distribuidores, cuando la máquina trabaja sobre un terreno en pendiente, el fondo de la tolva está generalmente, dividido en varios compartimentos.

En ciertos modelos la evacuación de los granos está favorecida por un agitador dotado de movimiento rotativo o alternativo, que impide la formación de bóvedas en el interior de la masa de grano. Este agitador está constituido por un árbol horizontal, sobre el cual se fijan varillas o pletinas de forma variada, que al girar remueven las semillas.

Existen numerosas formas de tolvas, algunas de las más clásicas se presentan en los esquemas y fotografías siguientes:







3.3. *Órganos de distribución*

Fig. 4. Algunos tipos de tolvas.

Los órganos de distribución constituyen la parte esencial de la máquina sembradora.

El sistema de distribución de semillas debe permitir, en todos los casos, una gran regularidad de siembra, con muy débiles variaciones de la dosis de siembra por Ha y poder ser utilizado para distintas especies de semillas.

El distribuidor es el elemento que diferencia unas sembradoras de otras. En la maquinaria actual los sistemas más empleados son los siguientes:

- 3.3.1. Sembradoras con distribuidor de cucharas.
- 3.3.2. Sembradoras con distribuidor de cilindros acanalados.
- 3.3.3. Sembradoras con distribuidor de cilindros dentados.
- 3.3.4. Sembradoras con distribuidor centrífugo.
- 3.3.5. Sembradoras con distribuidor neumático.
- 3.3.6. Sembradoras con distribuidor mecánico de precisión.
- 3.3.7. Sembradoras con distribuidor neumático de precisión.
- 3.3.8. Sembradoras con distribución por cintas de semillas.

Los tipos, 3.3.1., 3.3.2., 3.3.3. y 3.3.4., representan los distribuidores de las llamadas sembradoras de chorrillo. Los restantes son los de las llamadas de precisión.

En cuanto al modo de accionamiento de los órganos de distribución puede hacerse de las formas siguientes (figura 5):

- Por una de las ruedas portadoras, tanto en el caso de sembradoras arrastradas, como semisuspendidas.
- Por una rueda cuyo fin es exclusivamente de accionamiento del distribuidor, en sembradoras suspendidas.
- Por la toma de fuerza del tractor.

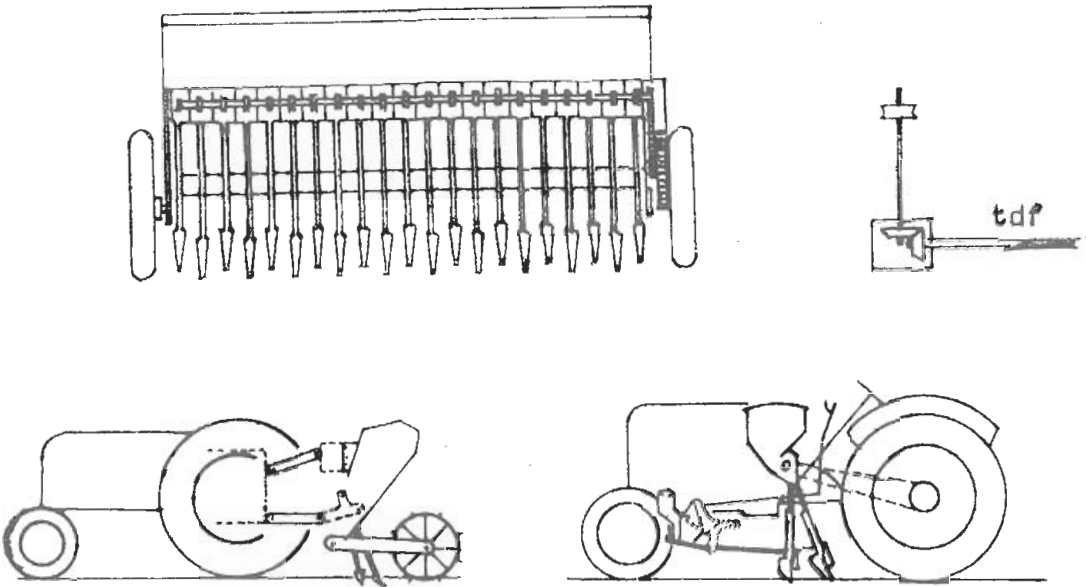


Fig. 5. Formas de accionamiento.

3.3.1. Sembradora con distribuidor de cuchara

Es el sistema más antiguo. El mecanismo de distribución consiste en una serie de discos verticales montados a intervalos regulares sobre un mismo eje. Estos discos llevan una serie de "cucharillas" fijadas al borde de los mismos, las cuales, al pasar por la masa de grano que generalmente se ha depositado en una tolva secundaria, se llenan de semillas y las vierten en unos embudos conectados a unos tubos de caída por los que son conducidos hasta el suelo.

Cada cucharilla posee una concavidad en cada cara, una más pequeña que otra, de forma que al invertir el sentido de la rotación de los discos puedan utilizarse para siembras de semillas de distintos tamaños (figura 6).

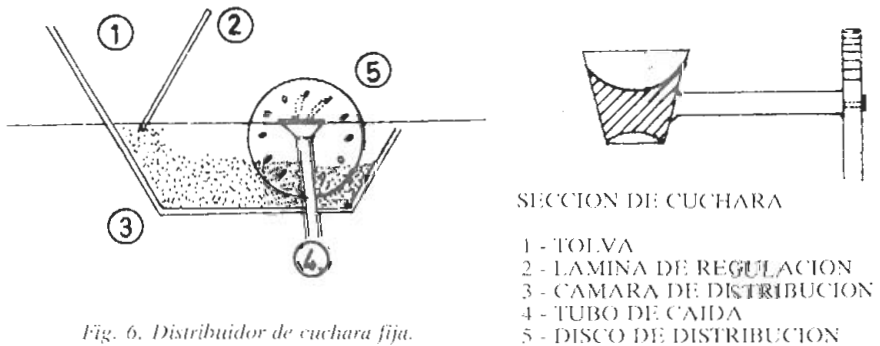


Fig. 6. Distribuidor de cuchara fija.

La dosis por Ha de este tipo de distribución se regula variando la velocidad de rotación de los discos, lo que puede obtenerse con la ayuda de un juego de piñones como indica la figura 7.

El funcionamiento es como se explica a continuación. La corona dentada *A*, fijada sobre una de las ruedas portadoras, engrana con el piñón *B* y éste a su vez con el conjunto *C* formado por dos engranajes solidarios en un mismo eje, uno de los cuales acciona el piñón *D* unido al árbol de arrastre del mecanismo de distribución.

Para hacer variar la velocidad del distribuidor basta con cambiar el conjunto *C* por otro de diferente número de dientes en sus engranajes.

El conjunto *C* está soportado por una palanca pivotante que oscila alrededor de *B* para conseguir el engrane.

Esta forma de regulación de la densidad de siembra no es apenas practicada, pues necesita una caja de cambios de velocidades, lo cual encarece la máquina.

Así pues, se ha sustituido este sistema por un mecanismo de distribución a cucharas regulables.

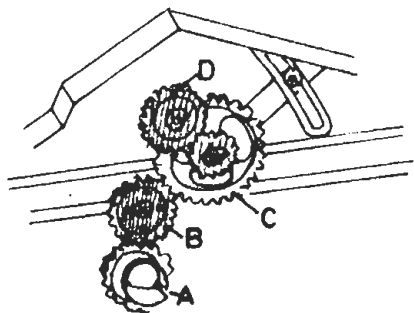


Fig. 7. Caja de cambio de velocidades.

Consta este distribuidor de dos discos gemelos arrastrados por un árbol de distribución cortado en dos partes en el sentido de su longitud. Uno de los discos de estas parejas es solidario a una mitad del árbol, mientras que el otro lo es con la otra mitad.

Las cucharas tienen ahora forma de canales, con un extremo unido a uno de los discos y articuladas mediante junta prismática en la superficie del otro.

La figura 8, muestra un esquema de este tipo de distribuidor.

Los dos medios ejes de accionamiento, con sus discos respectivos, pueden deslizarse el uno sobre el otro. Este movimiento es obtenido con la ayuda de una manivela colocada a un lado de la tolva. Para marcar el espacio existente entre los discos hay una aguja indicadora solidaria a la manivela de apertura y cierre.

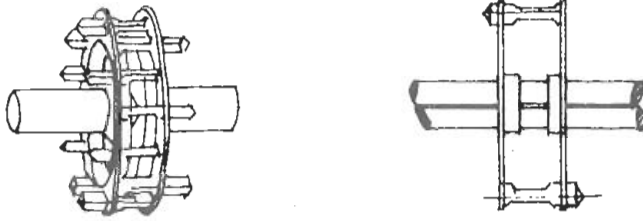


Fig. 8. Distribuidor de cucharas regulables.

Al acercarse o separarse los discos se modifica la capacidad de las cucharillas, obteniéndose de esta forma una regulación continua de la dosis de siembra, de una manera fácil y rápida.

Como ventaja de este sistema puede resaltarse el hecho de no atacar nunca la integridad de las semillas, siendo por ello interesante en el caso de siembra de granos frágiles.

Como inconvenientes se destacan que esta máquina no trabaja bien a velocidades superiores a 6 Km/h. El terreno en mal estado puede motivar sacudidas o vibraciones con influencia desfavorable en la uniformidad de reparto. Así mismo sucede cuando se trata de terrenos en pendientes; y por lo general podemos decir que es un tipo de mecanismo que carece de precisión en el distribuidor.

3.3.2. Sembradoras con distribuidor de cilindro acanalado

Este tipo de sembradoras pertenece a las llamadas de distribución forzada.

Los elementos de distribución son cilindros con acanaladuras rectas o helicoidales como se indica en la figura 9.

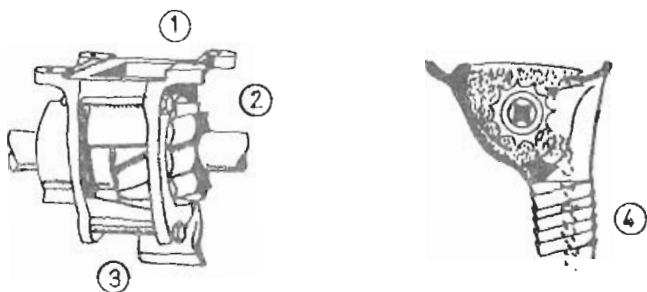
Dichos cilindros giran, solidarios a un eje transversal, en el interior de pequeñas cajas fijadas en el fondo de la tolva, denominadas cámaras de distribución.

Al girar estos cilindros aprisionan en sus acanaladuras una cierta cantidad de semillas, dirigiéndolas hacia los tubos de caída por donde llegarán al terreno.

En su giro rozan con una lengüeta metálica o de plástico que se mantiene en posición por medio de un resorte que le permite ceder, eventualmente, ante la presión de ciertos cuerpos extraños.

La regulación de salida de la semilla se logra, fundamentalmente, por deslizamiento longitudinal de todo el conjunto de los distribuidores, entrando en la cámara más o menos superficie acanalada y variando así la capacidad para sacar el grano de la tolva. En la figura puede verse el funcionamiento.

Existe dentro de este tipo de mecanismos de distribución, una variante que extrae el grano por encima del cilindro como se indica en la figura 11.



- 1 - CAMARA DE DISTRIBUCION
- 2 - CILINDRO ACANALADO
- 3 - SALIDA DE GRANO
- 4 - TUBO DE CAIDA

E. García Fernández-García del Caz.

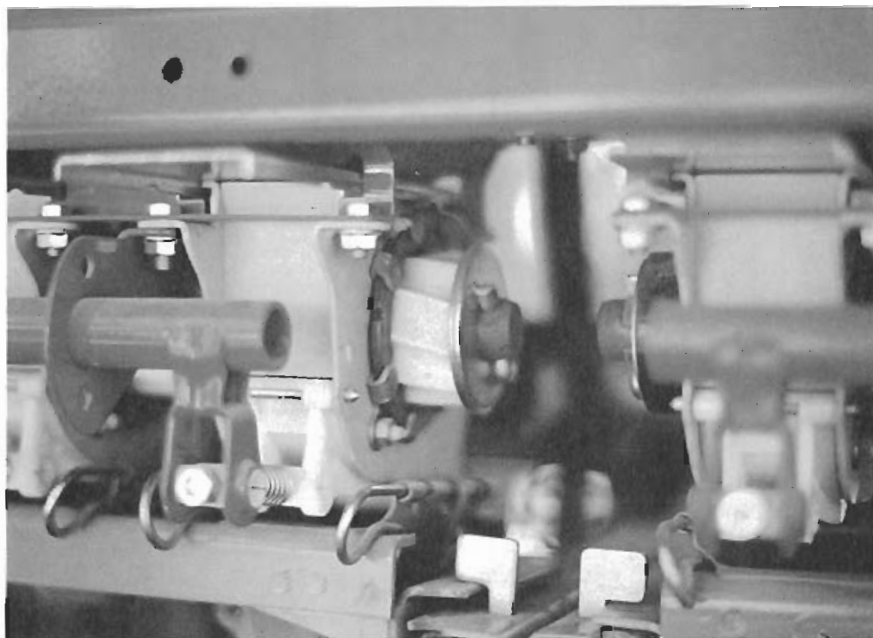
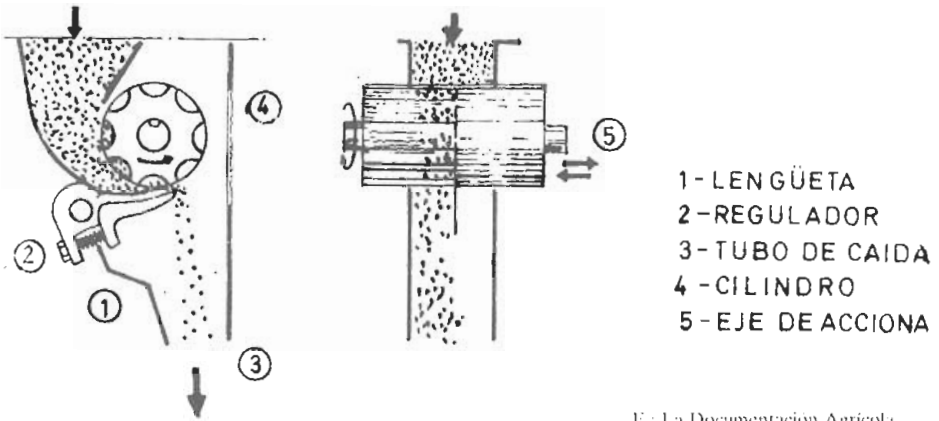


Fig. 9. Distribuidor de cilindros acanalados.



E: La Documentación Agrícola.

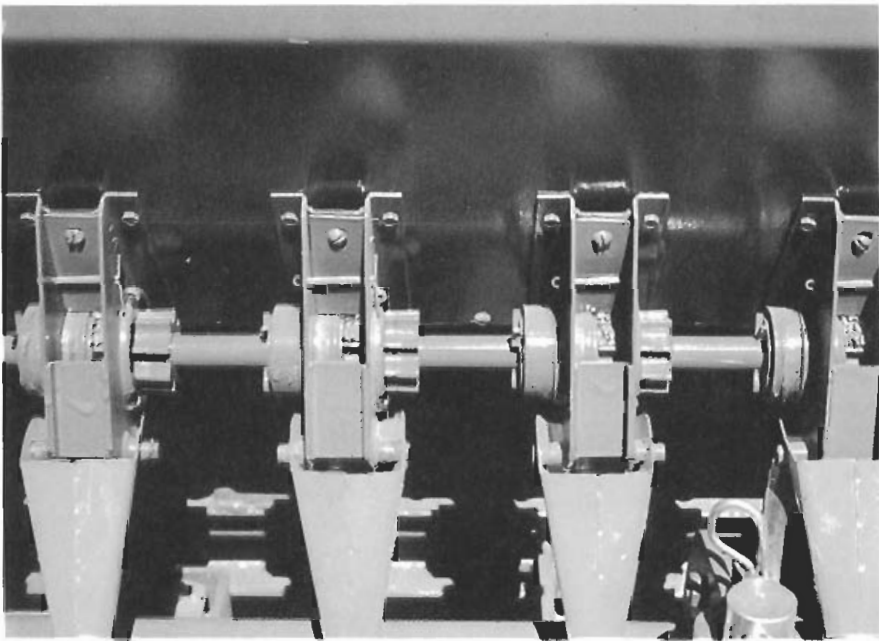


Fig. 10. Regulación de la cantidad de semilla.

Para impedir que la semilla salte por encima del cilindro, el fondo de la tolva lleva un limitador de entrada de grano en la cámara de distribución, en la que se encuentra el cilindro acanalado (ver figura 11).

Algunas de estas sembradoras llevan una caja de velocidades, como la vista en el caso de sembradoras de distribución por cucharillas, con lo cual se consigue un amplio margen en la densidad de siembra.

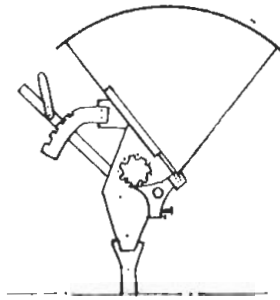


Fig. 11. Distribuidor de cilindros acanalados sacando el grano por encima.

Como ventajas de este tipo de distribución puede decirse que es bastante regular y no resulta influenciado por la velocidad de tracción, el estado o la pendiente del terreno. Es un sistema simple y de precio asequible.

Como inconvenientes caben citar, que produce rotura de una parte de las semillas, en especial, en el caso de semillas frágiles y que se adapta con dificultad a la distribución de semillas de tamaños muy grandes o muy pequeñas.

Cuando se trata de lograr dosis muy reducidas, el ajuste de este dispositivo de distribución es difícil, e irregular, debido a que la longitud del elemento acanalado que entra en la cámara de distribución para extraer el grano, es demasiado pequeño para asegurar uniformidad en su trabajo, siendo muy fácil la formación de bóvedas que impiden el llenado de los cilindros.

3.3.3. Sembradoras con distribuidor de cilindros dentados

En este tipo de sembradoras la disposición de los órganos de distribución son semejantes al tipo anterior. No obstante, el cilindro distribuidor es diferente, ya que en lugar de acanaladuras lleva dientes dispuestos a tresbolillo y además, cada cilindro dentado está colocado fijo en el eje, es decir, no tiene desplazamiento en sentido axial.

Los cilindros distribuidores giran en el interior de sus respectivas cámaras de distribución, colocadas en la parte inferior de la tolva. Dichas cámaras tienen en su fondo una lengüeta que puede quedar, a voluntad, más o menos distante del cilindro distribuidor, en función del tamaño de los granos. Al girar, los cilindros arrastran las semillas hacia los tubos de caída correspondientes.

Al ser los granos solamente empujados por los dientes de los cilindros, se disminuye su riesgo de rotura.

En la figura 12 se muestra un esquema del mecanismo de distribución de este tipo de sembradora.

La dosis de siembra en este tipo de sembradoras es obtenido, exclusivamente, por variación del régimen del eje distribuidor.

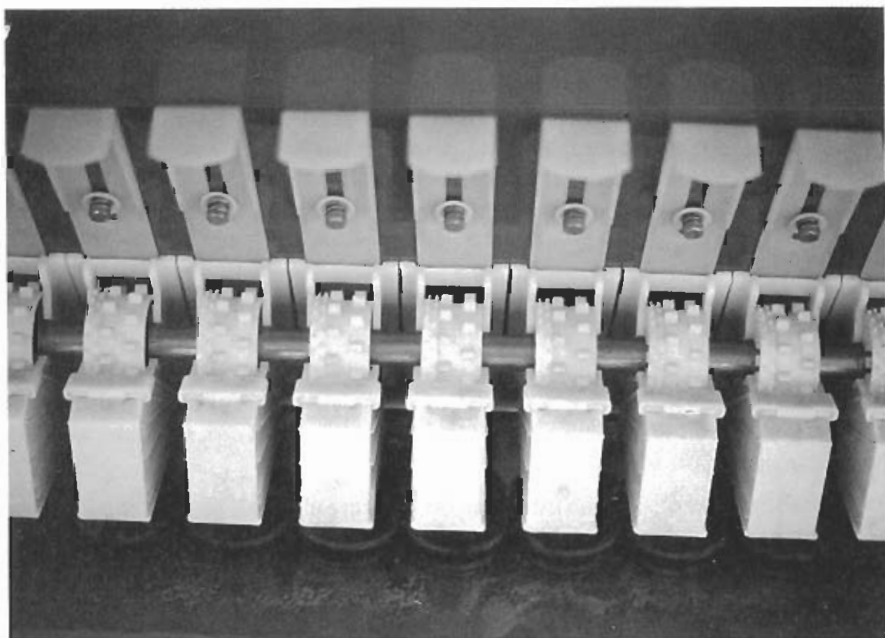
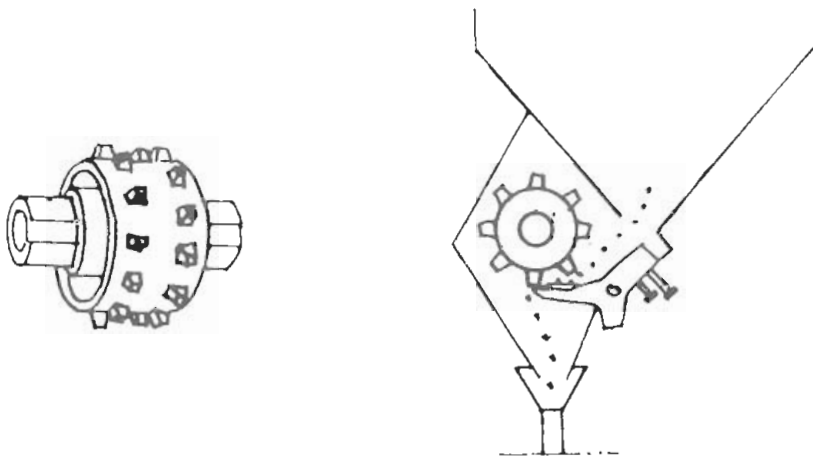


Fig. 12. Distribuidor de cilindros dentados.

Generalmente están equipadas de una caja de velocidades tipo NORTON con la que puede obtenerse un elevado número de velocidades.

La figura 13 muestra una caja NORTON de ocho velocidades. Los números escritos sobre los piñones representan el número de dientes de los engranajes.

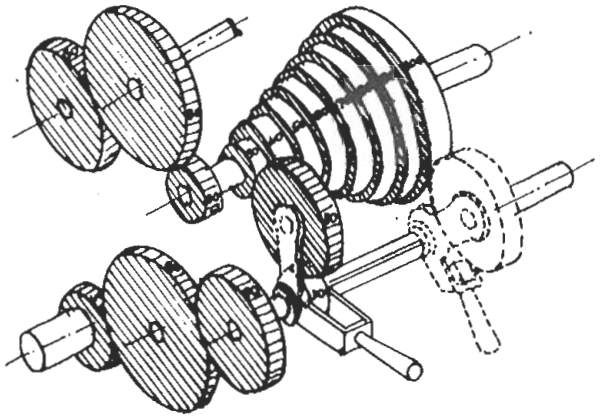


Fig. 12. Caja de cambio tipo Norton.

Como ventajas de este sistema caben citar que se puede utilizar con cualquier tamaño de semilla. La regularidad de distribución es grande, tanto en dosis altas como en bajas y rompe, relativamente, poca semilla.

Como inconvenientes de este tipo de sembradora pueden señalarse su alto precio y su falta de precisión, tanto en el distribuidor como en la distribución de semilla en el suelo.

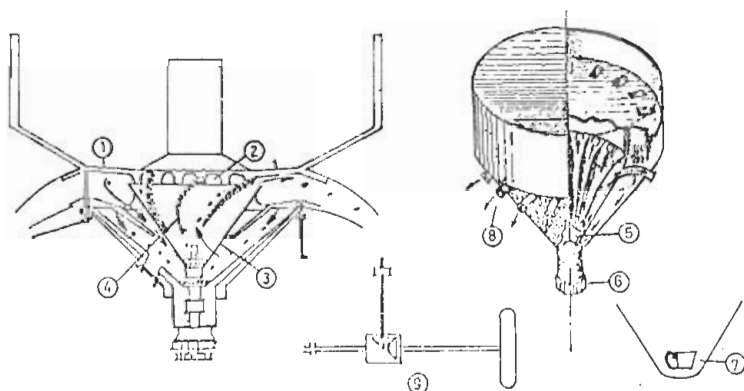
3.3.4. Sembradoras con distribuidor centrifugo

En los sistemas vistos anteriormente cada tubo de caída tiene su sistema de distribución propio. La particularidad de este sistema es que utiliza un distribuidor único para la totalidad de las líneas de siembra.

Su principio de funcionamiento consiste en lo siguiente: por gravedad, las semillas que contiene la tolva atraviesan una corona agujereada y vienen a colocarse alrededor de un cono giratorio de distribución. Los granos penetran en el interior de este cono por una apertura regulable que es la que ajusta la dosis de siembra. Una vez en su interior, son arrastrados por cuatro aletas que van soldadas al cono, sometiendo las semillas a fuerzas que originan la ascensión de las mismas hasta llegar a la tapa superior donde existen agujeros por los que entran en los tubos de caída de grano cayendo hacia las botas de apertura del surco de siembra.

La regulación de la dosis de siembra se logra por medio de una trampilla solidaria a un tambor graduado que girando en un sentido o en otro dará mayor o menor paso de la semilla al cono distribuidor.

El accionamiento del mecanismo se hace a partir de las ruedas portadoras por medio de dos piñones cónicos. El esquema de funcionamiento se muestra en la figura 14.



- | | |
|--------------------------|--------------------------------|
| 1. Entrada de grano | 5. Ventana de entrada de grano |
| 2. Salida de grano | 6. Regulador |
| 3. Cono distribuidor | 7. Detalle de regulador |
| 4. Trayectoria del grano | 8. Tubos de caída |
| | 9. Mecanismo de accionamiento |

Fig. 14. Distribuidor centrífugo.

Como ventajas de este sistema pueden encontrarse, una regulación fácil y rápida de la dosis de siembra y la posibilidad de trabajar a gran velocidad.

Como inconvenientes, citar que deteriora los granos y que se producen obstrucciones en la entrada regulable de alimentación del cono distribuidor, lo que origina irregularidades en la siembra. Asimismo, puede decirse que la mezcla de semillas de muy diferentes densidades es difícil de sembrar y a veces imposible.

3.3.5. Sembradoras con distribuidor neumático

Son de concepción muy semejante a las de tipo centrífugo. La diferencia fundamental entre ambos sistemas estriba en el movimiento del grano desde la tolva hasta los tubos de salida. En éstas la dosificación se realiza como sigue: Un único cilindro acanalado, accionado por una rueda motriz arrastrada por el tractor, saca el grano de la cámara de distribución. Las semillas que arrastra en su giro son aspiradas por un venturi, por el que circulà la corriente

de aire que produce una turbina accionada por la toma de fuerza del tractor, y son transportadas a lo largo de un tubo hasta la cabeza cónica de distribución, con ventanas de salida hacia los diferentes tubos de caída del grano a los surcos de siembra.

El principio de funcionamiento se muestra en la figura 15.

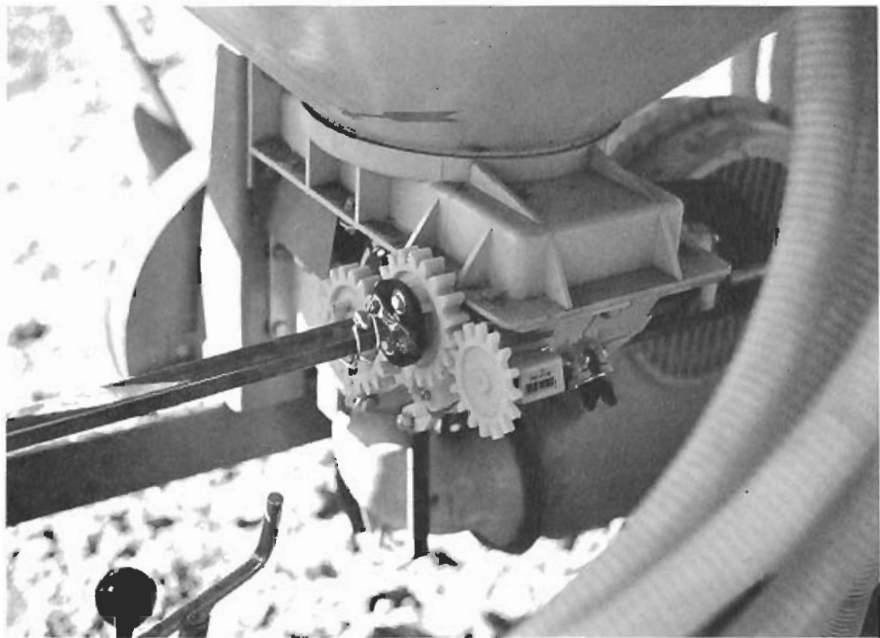
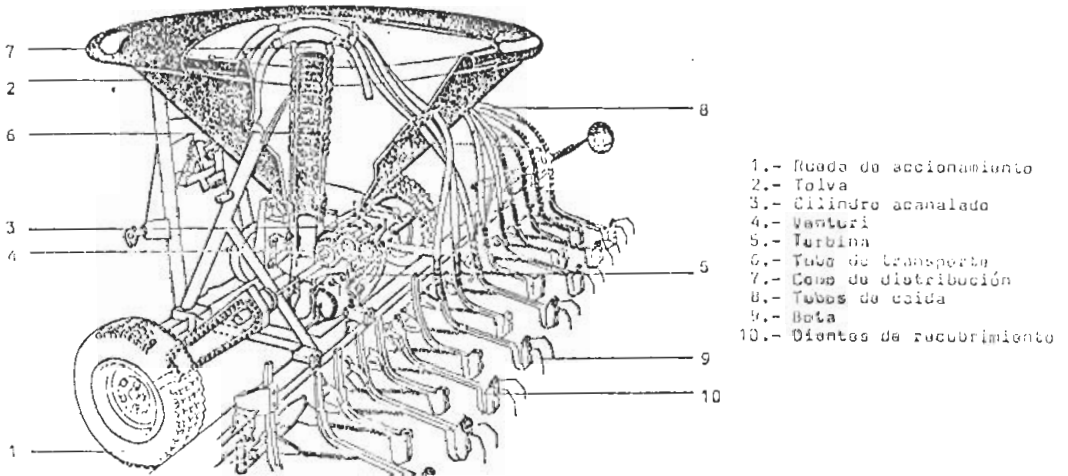


Fig. 15. Sembradoras de distribución neumática.

Este sistema de siembra puede ser considerado como un modelo perfeccionado de las sembradoras centrífugas con el que se eliminan la mayoría de los inconvenientes de funcionamiento.

3.3.6. *Sembradoras con distribuidor mecánico de precisión*

En la mayor parte de los cultivos que necesitan una siembra monograno, se busca que la planta manifieste todo su potencial genético. Por otra parte, una densidad elevada introduce competencia entre las plantas lo que limita su crecimiento al competir entre ellas para procurarse el agua, los elementos minerales, el oxígeno, el gas carbónico y la luz que le son necesarios.

Si el suelo es pobre en agua y elementos minerales se produce un gran desarrollo de las raíces, estableciéndose una competencia radicular entre las diversas plantas. Si el suelo es rico, es el exceso de hojas en las diferentes plantas el que provoca el desequilibrio.

Para evitar estas interacciones de las plantas se debe adaptar las distancias entre semillas a la capacidad productiva del suelo.

Ciertos investigadores en EE. UU. han obtenido una fórmula que da el número de granos a sembrar por unidad de superficie, en función de las condiciones productivas del suelo que viene representada por un "factor de campo" cuya determinación es experimental:

$$\text{N.º de granos a sembrar / Ha} = \frac{33,59 \cdot n}{g \cdot l \cdot f}$$

Siendo n = plantas deseadas / m².

g = miles de granos / kg.

l = poder germinativo (%).

f = factor de campo.

Situar en el suelo un número limitado de granos, especialmente preparados, a una profundidad y a una distancia entre ellos constante, son los objetivos de la siembra de precisión.

Como se ha indicado en otras ocasiones la realización de tal operación supone la selección de un grano en la cámara de distribución, su aislamiento y posterior enterrado a la profundidad idónea y a la distancia determinada.

Los modelos descritos hasta el momento dejan las semillas en las líneas de cultivo, dispuestas de manera desordenada. En cambio las sembradoras de precisión están concebidas especialmente para los fines enunciados. Esta cualidad facilita mucho las labores de entresaque y aclareo ya que permite obtener una colocación directa de las semillas sin, prácticamente, necesidad de ninguna intervención posterior.

Según lo dicho, puede definirse sembradora de precisión como aquella máquina que deposita a profundidad uniforme y a distancias iguales las semillas, consiguiendo además un paralelismo entre líneas.

La finalidad de la sembradora de precisión es conseguir distribuir una cantidad de Kg / Ha de simiente suficientes para obtener el número de plantas deseado sin necesidad de un posterior aclareo. La precisión no sólo se traduce en una mayor producción, sino que facilita la recolección mecánica, tanto por el desarrollo homogéneo de las plantas como por la uniformidad de su distribución.

Las ventajas más notables de la utilización de sembradoras de precisión son:

- ahorro de semillas.
- mejor floración y uniformidad del cultivo.
- disminución de las faenas de escarda y aclareos.
- aumento del rendimiento de la recolección mecánica.

Para obtener los resultados esperados, en las sembradoras de precisión, los distribuidores están concebidos de forma que suelten las semillas individualmente, una tras otra con intervalos regulares.

Los modos de accionamiento del mecanismo distribuidor de precisión tienen gran influencia en la uniformidad del reparto de grano en las líneas de siembra.

La irregularidad de los intervalos entre granos no es debida al deslizamiento en sí de la rueda de accionamiento del mecanismo distribuidor, con la cual éste guarda una relación constante, sino que es debido a las fluctuaciones de ese deslizamiento.

Estudios realizados por el C.N.E.E.M.A. francés han mostrado que los intervalos entre granos sucesivos son tanto más regulares cuanto mayor es el radio de la rueda de accionamiento del distribuidor, soporta mayor carga o está equipada de mejores dispositivos de adherencia. Pero, el tipo de accionamiento no presenta elevada importancia, salvo en siembras con grandes intervalos tales como el maíz, en cambio para la remolacha con pequeñas distancias entre semillas su acción influye poco sobre la regularidad de siembra.

Dentro de las máquinas sembradoras de precisión con distribución mecánica, existen cuatro variantes que son:

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

a) *Distribuidor de plato vertical*

El órgano de distribución es un disco de cierto espesor cuyo canto está agujereado con alveolos de dimensiones adaptadas a las características de los granos a utilizar para la siembra. Los alveolos se encuentran divididos en dos mitades por una ranura circular continua practicada en el borde del plato, para la colocación de un sistema de expulsión del grano.

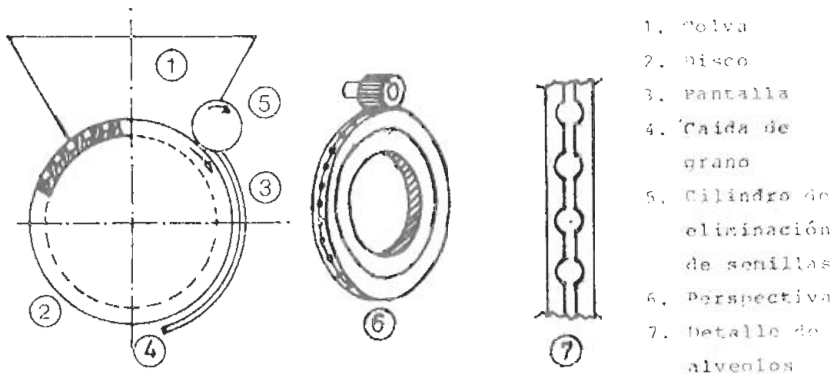
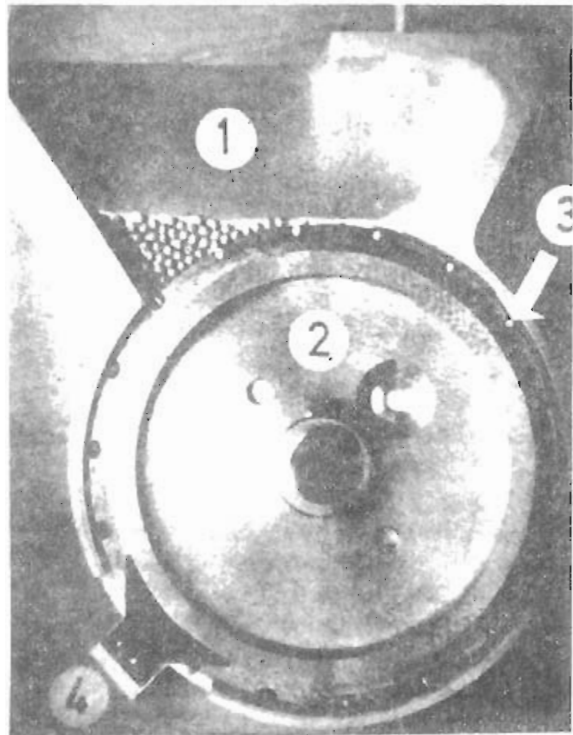


Fig. 16. Distribuidor mecánico de plato vertical.



La parte superior de este plato pasa dentro de la tolva, lo que permite a los granos penetrar por gravedad en los alveolos. El disco distribuidor en su giro extrae los granos de la tolva pero, antes de salir de ella, un pequeño rodillo, que gira en el mismo sentido, impide que puedan salir más de una semilla por cada alveolo. Una vez pasado el rodillo, los alveolos, llenos con sus granos respectivos, arrastran la semilla hasta sobrepasar una superficie cilíndrica de retención que permite su caída en el momento oportuno.

Algunas firmas constructoras utilizan en lugar del rodillo un chorro de aire dirigido al alveolo que lo vacía de semilla dejando sólo una.

El disco vertical, elemento esencial del distribuidor, tiene dimensiones muy variables, con diámetros desde 10 a 60 cm, según el tipo de máquina, y su espesor y el tamaño de los alveolos son variables dependiendo del tipo de grano a sembrar.

La precisión de este sistema de distribución depende de las características geométricas de los alveolos que deben estar perfectamente adaptadas a las dimensiones de los granos sembrados, siendo además necesario un calibrado preciso de las semillas.

Estos alveolos tienen generalmente una forma cilíndrica que termina en un cono debido a la punta de la broca que los realiza. El diámetro de la parte cilíndrica debe ser ligeramente superior al de los granos. Se ha comprobado, por el C.N.E.E.M.A. francés, que las faltas disminuyen con la profundidad de los alveolos, mientras que con ella crece el porcentaje de granos dobles.

El sistema eyector existente en este tipo de sembradoras, tiene por misión obligar a los granos que no han caído por gravedad a abandonar el hueco en el que estaban.

La forma del dedo que limpia los alveolos tiene una gran importancia dado que determina la trayectoria seguida por el grano, lo que condiciona la uniformidad de distribución en el surco.

La polivalencia de este tipo de sembradoras se consigue cambiando de plato y escogiendo aquel cuyos alveolos tengan un volumen apto para el tipo de semillas a sembrar.

Las separaciones entre golpes en la misma línea, se consigue con una caja de cambio de velocidades semejante a las descritas anteriormente.

Este tipo de sembradoras permite una gran precisión, a condición de que el disco tenga los alveolos adaptados a los tipos de granos a sembrar, y de que los granos estén calibrados. Presenta algunos defectos tales como no permitir la visibilidad de la distribución, ni su control, ser muy sensible al calibrado de las semillas, tener poca polivalencia. Además este tipo de distribución provoca cierta rotura de granos, lo que se evita con el sistema de eliminación por corriente de aire.

b) *Distribuidor de plato oblicuo*

En este mecanismo de distribución el plato distribuidor va aplicado contra una pared oblicua separada del resto de la tolva por una superficie plana paralela a ella. El arrastre de las semillas se efectúa por una serie de dientes, de formas muy variables, colocados en la periferia del disco, ideados y dimensionados de forma que sólo puedan arrastrar un grano.

El esquema dado en la figura 17 muestra este tipo de distribuidor.

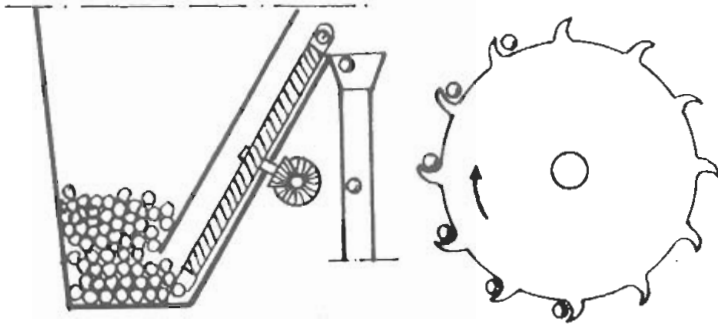


Fig. 17. Distribuidor mecánico de precisión de plato oblicuo. F.: La Documentación Agrícola.

Como ventajas de este método pueden citarse, que es un sistema en el cual existe muy poco peligro de rotura de grano incluso en el caso de semillas frágiles y la perfección de calibrado de semillas no resulta excesivamente importante.

Como inconvenientes caben destacar que no es un sistema de gran polyvalencia y que tiene poca precisión, ya que ésta se ve influida desfavorablemente por las sacudidas o vibraciones de la sembradora, por lo que no trabaja de forma satisfactoria a altas velocidades ni terrenos con pendientes elevadas.

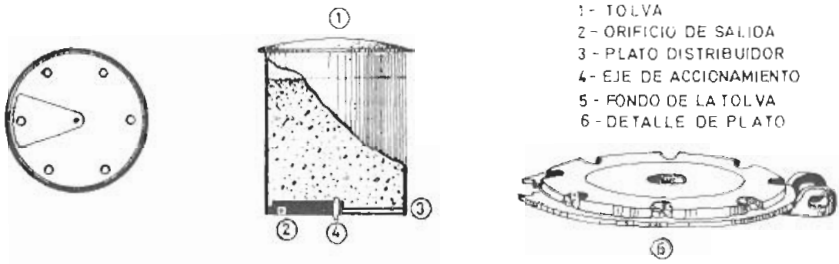
c) *Distribuidor de plato horizontal*

Este sistema de distribución, muy extendido, usa un principio análogo al anteriormente expuesto de plato vertical.

Un plato horizontal fijo a un eje vertical que le transmite el movimiento, gira en el fondo de la tolva de semilla.

Este plato lleva en la periferia de sus caras alveolos en los que los granos penetran por gravedad y son arrastrados horizontalmente hasta un dispositivo de barrido continuo que usa cerdas naturales o de material plástico, situado muy próximo al punto de caída de las semillas, que elimina la posibilidad de que se agrupen varias semillas en un alveolo. En el punto de caída un expulsor, en general de tipo de rueda dentada, impide a los granos quedar incrustados en los alveolos.

La figura 18 muestra alguna de las características constructivas de este sistema de distribución.



El. García Fernández-García del Cuz.

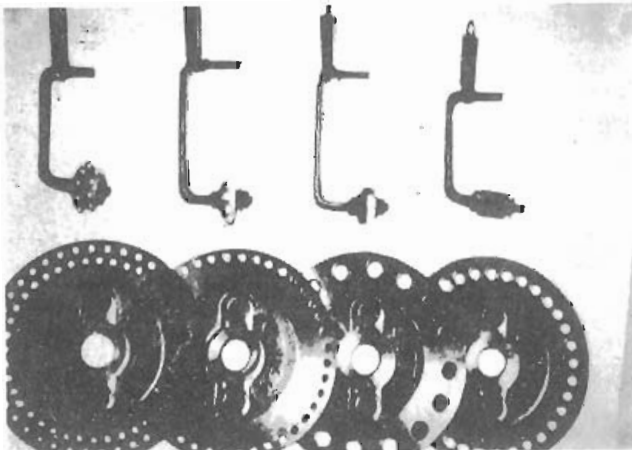
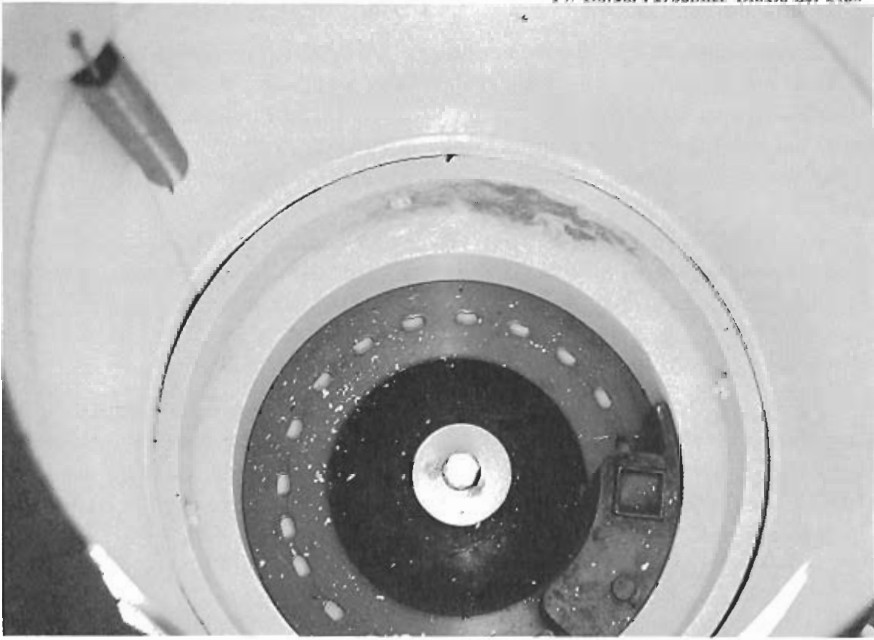


Fig. 18. Distribuidor mecánico de precisión de plato horizontal.

Como ventaja de este sistema puede decirse que con él se consigue una gran precisión tanto de funcionamiento del distribuidor como de distribución de la semilla en el terreno, a condición de usar granos calibrados y alveolos muy adaptados a las semillas.

Como inconvenientes presenta, no permitir la visibilidad de la distribución y en consecuencia su control, ser poco polivalente y muy sensible al calibrado de los lotes de granos.

d) Distribuidor de correa

En este tipo de sembradoras el plato distribuidor está sustituido por una cinta de caucho perforada o bien por correas con escotaduras. El principio de funcionamiento se desprende de la observación de las figuras 19 A y 19 B. Para las sembradoras que usan la banda perforada es como sigue: El distribuidor es arrastrado por un cilindro (H) que recibe su movimiento de una rueda motriz.

Las semillas pasan de la tolva (B) a una cámara de distribución situada inmediatamente encima de la correa perforada (A). Se colocan una a una en cada uno de los agujeros de la correa y son transportadas a lo largo de la guía ranurada (G) hasta su parte trasera donde son descargados. La ranura guía (G) debe ser tanto o más ancha que los agujeros de la correa.

La llegada del grano a la cámara (C) es regulada por una compuerta (D) y un agitador (E) colocado en la tolva (B). Este agitador (E) es accionado a partir del cilindro (F), que tiene como misión asegurar que las semillas contenidas en la cámara de distribución sean continuamente agitadas y que cada agujero no contenga más que una sola semilla.

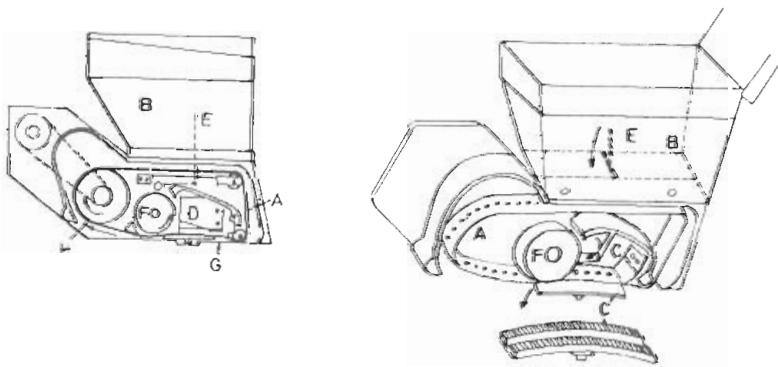
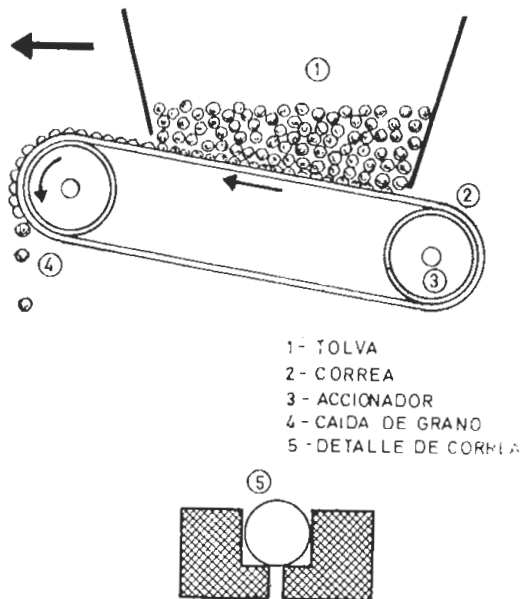


Fig. 19 A. Distribuidor de correa perforada.

F.: P. Candelón.



Mucho más simple en cuanto a concepción, pero de reducida precisión tanto en el mecanismo distribuidor, como en la equidistancia de reparto de las semillas en el surco, es el sistema de correa con escotadura. Una banda de caucho (2) accionada por un cilindro (3) pasa en su movimiento por el fondo de una tolva (1). Los granos penetran por gravedad en la escotadura (5) de la correa y caen al terreno desde (4).

Como ventajas de estos sistemas caben destacar que no ofrece peligro de rotura de grano, permitiendo una gran suavidad de funcionamiento y elevada uniformidad de distribución de la semilla en el surco.

Como inconvenientes se encuentran: Una elevada necesidad de calibrado del grano para obtener precisión, muy baja polivalencia y además no permite la visibilidad de la distribución ni su control.

3.3.7. *Sembradoras con distribuidor neumático de precisión.*

Mientras que en los sistemas precedentes, las operaciones de toma, arrastre y expulsión de grano eran todas efectuadas mecánicamente, los distribuidores neumáticos utilizan la depresión creada por un órgano auxiliar (ventilador o bomba) para extraer los granos de la cámara de distribución.

Los sistemas utilizados en los mecanismos de distribución neumática son de dos tipos:

- a) Sistema de disco vertical.
- b) Sistema de disco con agujas o tubos.
- c) Sistema de cilindro común a todas las líneas de siembra.

a) *Sistema de disco vertical*

El elemento de siembra comprende una tolva de aprovisionamiento de granos, con una cámara de distribución separada de una cámara de depresión por un disco vertical.

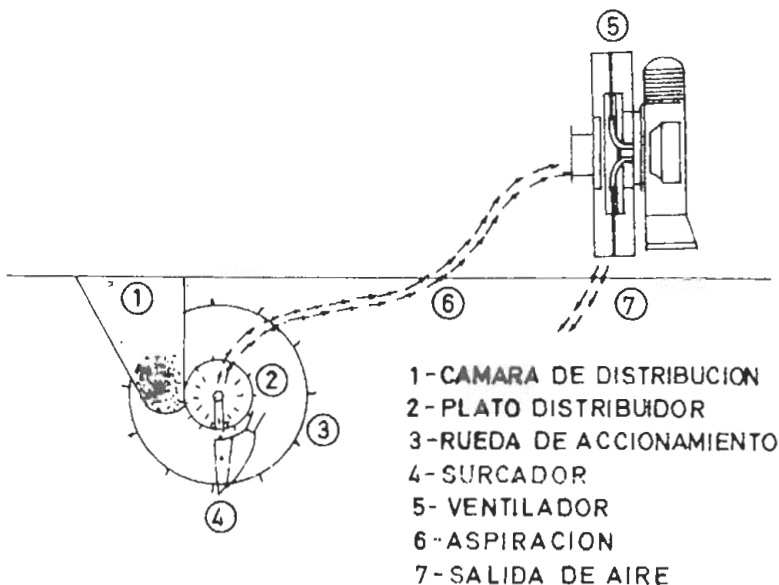
Esta cámara de depresión, está en comunicación con el orificio de aspiración de un ventilador generalmente centrífugo accionado a gran velocidad por un motor auxiliar o más normalmente por la toma de fuerza del tractor. En el caso de ser un motor auxiliar el de accionamiento del ventilador tiene como ventaja evitar las fluctuaciones de caudal y de depresión que se dan en el caso de ventiladores accionados por la toma de fuerza del tractor, aunque supone mayor complejidad y encarecimiento del equipo.

El disco distribuidor lleva orificios de diámetro inferior al del grano utilizado por los que los granos son aspirados y pegados contra él, siendo arras-trados en su giro hasta llegar a una zona en la que cesa la depresión y caen al surco de siembra.

Con métodos mecánicos se eliminan los granos aspirados que en número superior a uno son adheridos al orificio.

El método mecánico más generalizado, para la eliminación de los granos en exceso, consiste en un dedo metálico de posición regulable que cierra el agujero de tal forma que al disminuir la sección disminuye el esfuerzo de succión debido a la depresión, con lo que se consigue dejar sólo un grano por orificio cayendo los restantes.

La figura 20 ilustra el principio de funcionamiento de este sistema de distribución.



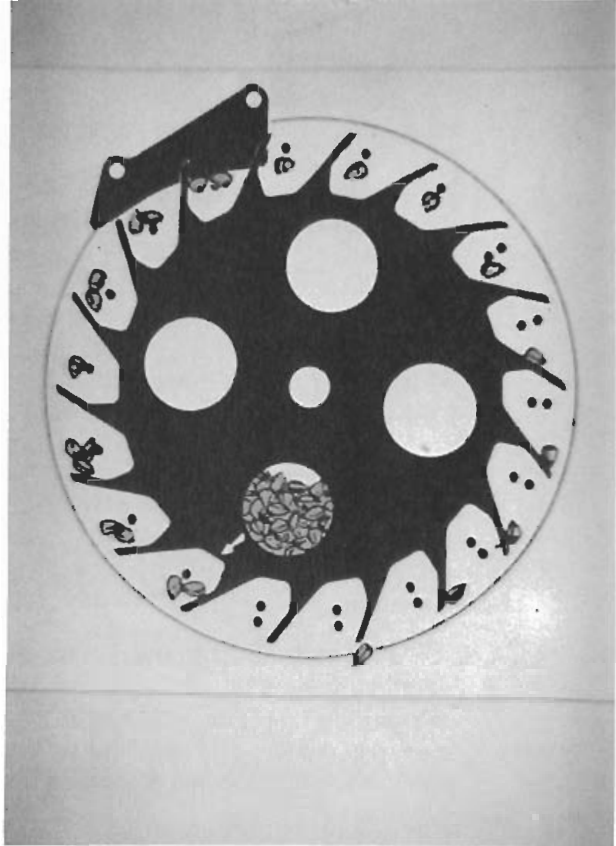
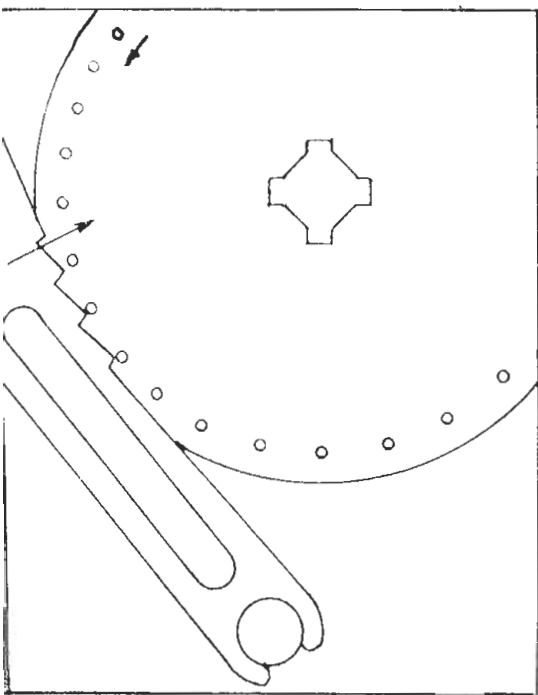


Fig. 20. Distribuidor neumático de plato vertical.

b) Sistema de disco con agujas o tubos

En este sistema, el distribuidor está constituido por un estrecho cilindro en cuyo interior se crea una depresión a través de las conducciones neumáticas que llegan a un eje. Este disco dispone en su superficie lateral de pequeños tubos que se asemejan a los engrasadores clásicos, los cuales al girar se ponen en contacto con la semilla.

Cuando se alcanza el punto deseado, cesa la aspiración y los granos caen hasta el suelo.

Utilizando agujas con orificios bien adaptados al grano y creando una depresión suficiente se llega en la mayor parte de los casos a no tomar más que un solo grano por tubo.

Este sistema no es más que una variante del sistema anterior introducido y patentado en Francia por el Departamento de Mecanización del INRA de Clermont-Ferrand.

c) *Sistema de cilindro común para todas las líneas de siembra*

Es este un sistema desarrollado por el autor de la presente publicación, una de cuyas características principales es que el distribuidor neumático usado no realiza la selección de granos de forma mecánica sino que hace una selección neumática, por ser la que menos daño puede causar a la semilla. En efecto, la selección mecánica si bien, en general, presenta como una de sus características el buen trato que da al grano de la semilla, en el caso de granos alargados que pueden penetrar parcialmente en el agujero de aspiración, éstos pueden ser cortados por la horquilla o dedo seleccionador. Igualmente en el caso de siembras en las que las semillas han empezado la germinación en laboratorio, como es el caso de semillas de girasol inoculadas, la radícula que ha comenzado a emerger es muy frágil, y cualquier golpe puede romperla impidiendo su posterior desarrollo. Este hecho es aún más evidente cuando la radícula penetra en el agujero, ya que entonces es cortada por la placa seleccionadora.

Para impedir esta rotura, que en el gran cultivo no es importante y en cambio puede serlo en el caso de cultivos experimentales, en los que es muy normal disponer de muy pequeño número de semillas, la solución adoptada consiste en hacer dobles agujeros de aspiración colocados por parejas en circunferencia sobre la pared de un cilindro distribuidor externo (Figura 21).

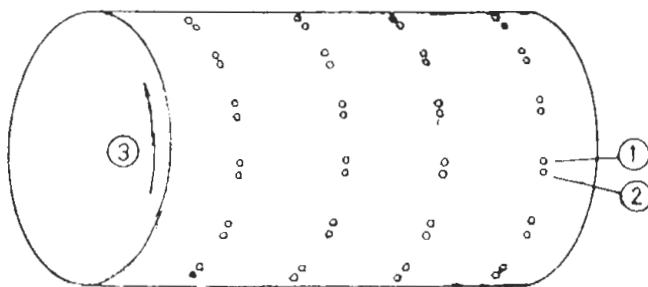


Fig. 21. *Cilindro distribuidor externo.*

1. **Agujero superior**
2. **Agujero inferior**
3. **Sentido de giro**

El principio de funcionamiento es como sigue:

En el momento de pasar el agujero superior por la cámara de distribución, la depresión producida por un ventilador hace que al entrar en contacto uno o más granos de semillas con dicho agujero queden adheridos a él, saliendo de esta forma de la cámara de distribución sujetos por la depresión uno o más granos.

Al mismo tiempo que el agujero superior permanece abierto al pasar por la cámara de distribución, el agujero inferior se encuentra cerrado con lo cual no se adhiere a él ningún grano de semilla.

Una vez que ambos agujeros han pasado la cámara de distribución, el superior permanece abierto y el inferior que estuvo cerrado durante un trayecto, cuya longitud puede regularse, se abre. Al llegar a una cierta posición el agujero superior se cierra y deja caer la semilla que pasa por delante del inferior y es atrapada.

Al girar el cilindro, la diferencia de altura entre ambos orificios varía y, en consecuencia, la velocidad que alcanzará el grano en su caída desde uno a otro también. Por otro lado, para que dicho grano pueda ser frenado en su descenso y retenido por la aspiración que ejerce el orificio inferior es necesario que su energía cinética no sobrepase un cierto valor. Así pues, existirá un trayecto considerado óptimo, para cada especie de semillas, tras el cual deben sucesivamente abrirse el orificio inferior y cerrarse el superior. Es por lo que este tramo, como se indicó en el párrafo anterior, admite regulación, para adaptarse a las características de la semilla tales como masa, longitud, coeficiente de rozamiento y de forma. El grano que llega primero al agujero inferior se pega a él e impide a los otros permanecer en él cayendo a la cámara

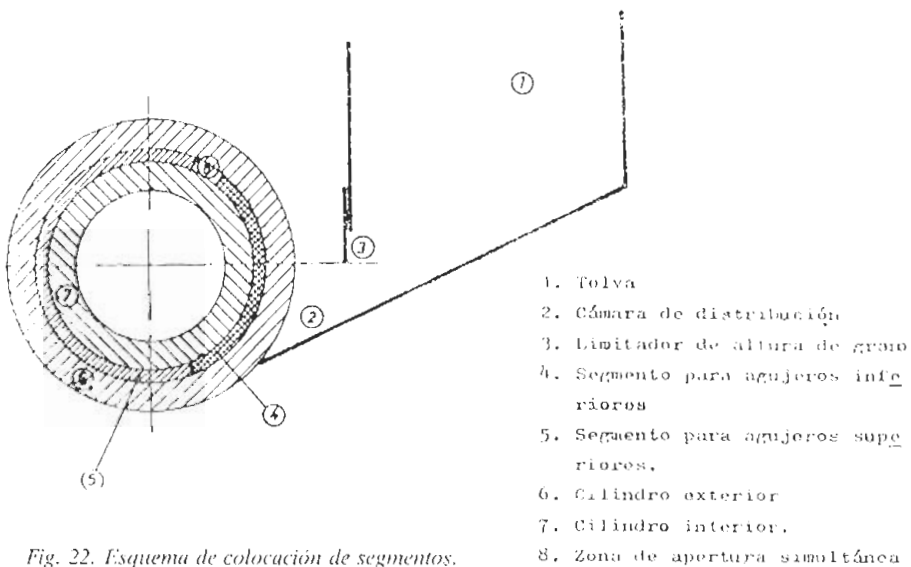


Fig. 22. Esquema de colocación de segmentos.

de distribución, con lo que la selección de un solo grano queda así conseguida.

La apertura y cierre de los agujeros se consigue mediante segmentos de material plástico autolubrificante colocados en la superficie lateral de un cilindro interior, en el que se hace el vacío mediante un ventilador.

La forma de colocación de los segmentos de estanqueidad es como se indica en la figura 22.

Los segmentos 4 y 5 de la figura 22, no están colocados en una misma circunferencia del cilindro interior; de ser así, no se conseguiría la apertura y cierre de los puntos de aspiración en la forma deseada. es por lo que en la fabricación del cilindro exterior todos los agujeros inferiores se han taladrado colocando la broca con un ángulo positivo respecto a la vertical y los superiores con un ángulo negativo; de esta manera, en la cara interna del cilindro exterior, aparecen parejas de circunferencias con una separación entre ellas, que es función de los ángulos utilizados en el taladro y del espesor del cilindro (figura 23).

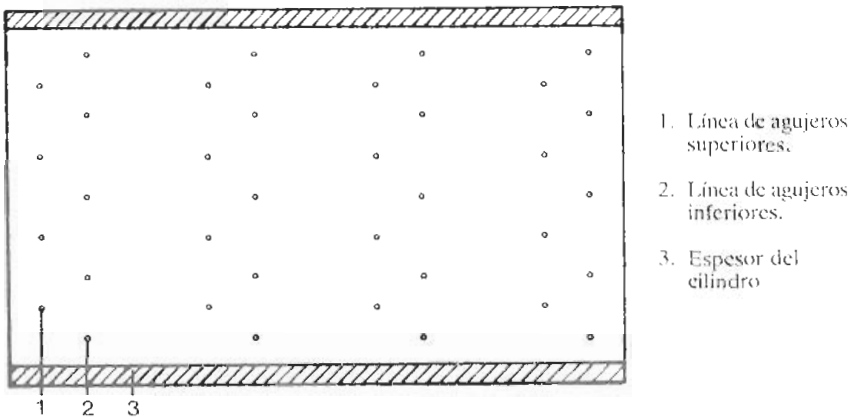


Fig. 23. Selección del cilindro exterior. (Superficie interna).

La distribución en el terreno del grano colocado por una sembradora de precisión, como ya ha sido expuesta, debe ser regulada en función de las características de las semillas utilizadas y del espaciamento de los granos que se quiere obtener en la línea de siembra.

Dos métodos son utilizados:

- a) Sustitución del plato de distribución.
- b) Reglaje de su velocidad de rotación.

a) *Sustitución del plato de distribución*

Cada elemento de siembra debe estar acompañado de una serie de platos distribuidores intercambiables con un número variable de puntos de entrada del grano.

b) *Reglaje de la velocidad de rotación del distribuidor*

Es el método comúnmente empleado para la regulación de la distribución. Se consigue por cambios de juego de piñones o por cambio continuo de velocidades. Los cambios de piñones son utilizados normalmente para accionar varios cuerpos simultáneamente. Los cambios continuos de velocidades son más utilizados en sembradoras de accionamiento individual.

Como ventajas de la distribución neumática se pueden decir que, obtiene gran precisión, siendo poco sensible al calibrado previo de los granos, a condición de utilizar un diámetro de agujeros y una depresión adaptados al tamaño y características de las semillas. Es un sistema en el cual los granos no resultan dañados, salvo en caso de utilización de horquillas, la cual rompe granos de formas alargadas. Asimismo es un sistema que permite al visibilidad y control del distribuidor y con una gran polivalencia para diferentes semillas.

Como inconvenientes pueden citarse, que es un sistema que está influido desfavorablemente por las vibraciones y sacudidas de la sembradora siendo más notable en el caso de elementos distribuidores individuales próximos al suelo. Es un tipo de distribución que no se adapta a altas velocidades de siembra, siendo además muy sensible a la suciedad de la semilla y a su humedad.

3.3.8. *Sembradora con distribución por cinta de semillas*

Las sembradoras hasta ahora estudiadas realizan sobre el lugar de siembra dos operaciones muy diferentes que son la selección de grano y su puesta en tierra.

A veces se busca separar estas dos operaciones en el tiempo, sobre todo en el caso de siembras en las que se necesita gran precisión en la distribución bien por pruebas experimentales, bien por el hecho de tener una pequeña cantidad de grano que obliga a adoptar un sistema que permita la utilización integral del grano disponible.

La última novedad en la siembra de precisión es sin duda el sistema de siembra por cintas de semillas. Este método ha sido ensayado en EE. UU. y puede llegar a convertirse en el sistema más sencillo y eficaz de siembra.

Es un sistema que ya los egipcios trataron hace unos 3.000 años. Consiste en utilizar una cinta larga y estrecha de material soluble en agua, sobre la cual se colocan en laboratorio y a intervalos exactos una sola semilla o un número de ellas. Preparado el terreno apropiadamente, buscando la temperatura y el contenido en humedad idóneos para la germinación, se coloca la cinta que será disuelta por la humedad del suelo, poniendo entonces la semilla en contacto con su cama y produciéndose la germinación.

Muchos tipos de materiales diferentes se han ensayado como vehículo de transporte de grano hasta llegar a obtener una película plástica que cumple los requisitos necesarios para este fin, o sea, gran solubilidad, solidez suficiente para su manejo y puesta en el terreno y, por supuesto, que no deje residuos nocivos en éste.

El reparto de los granos sobre las cintas soporte es efectuado en fábrica, en unas condiciones ideales, con la ayuda de máquinas complejas y precisas de las cuales se ofrece el esquema representado en la figura 24.

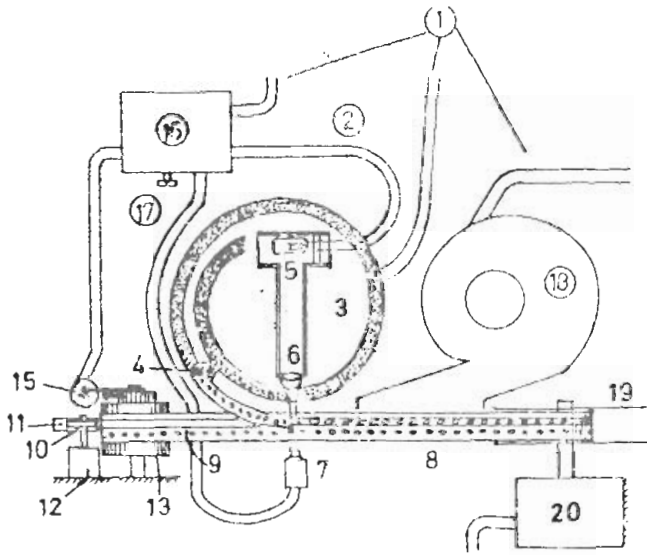


Fig. 24. Mecanismos de producción de cintas de semillas.

- 1.- Fuente de energía eléctrica
- 2.- Fuente secundaria de energía (24 v.)
- 3.- Cámara de alimentación vibrante
- 4.- Sistema regulador
- 5.- Lámpara
- 6.- Lente
- 7.- Célula fotoeléctrica
- 8.- Banda de papel perforado sobre un lado
- 9.- Señal de la cola
- 10.- Rueda aplicadora de la cola
- 11.- Depósito de reserva de cola
- 12.- Motor de arrastre de cinta y rueda aplicadora de la cola
- 13.- Rueda dentada
- 14.- Sistema de trinquete
- 15.- Mando de sistema de trinquete
- 16.- Relé y caja de contacto
- 17.- Botón de regulación
- 18.- Ventilador para secar cola
- 19.- Rodillo bobinador
- 20.- Motor de accionamiento del rodillo bobinador

Los granos son pegados a la superficie de la banda o incrustados en ella. Es muy importante evitar el deterioro de la banda durante su manipulación.

Las dimensiones geométricas y espesor de la banda tienen una gran influencia sobre la germinación de los granos. Como norma debe ser tan reducida como sea posible y se le deben practicar a la cinta perforaciones que favorezcan los contactos entre la tierra húmeda y el grano.

Las bandas preparadas en las fábricas se montan sobre carretes para ser desliadas en el campo. Estos carretes se colocan sobre un soporte que permite su desarrollo fácilmente. La cinta pasa por un órgano que asegura una cierta tensión de la misma y desemboca por un tubo detrás de los surcadores. Así la semilla queda perfectamente distribuida en el fondo del surco y es cubierta por la tierra.

Los reglajes que pueden ser efectuados son la tensión de la cinta, la presión de la rueda de recubrimiento y el control de la profundidad.

Como ventajas de este sistema podemos decir que asegura un perfecto reparto de semillas, no ataca la integridad de los granos, gran exactitud en la colocación de una o varias semillas por golpe, gran velocidad de siembra y mínima necesidad de mano de obra para aclareos.

Como inconvenientes de este tipo de mecanismo de distribución se le pueden achacar que hasta ahora es un método antieconómico, con gran dificultad de conseguir una uniformidad de profundidad de siembra por lo que hay poca uniformidad en la nascencia y que el espacio entre golpes de semilla queda sometido al que fija la cinta preparada en fábrica, que la mayor parte de las veces no corresponde a la distancia óptima que la propia experiencia considera más adecuada a las características del cultivo.

3.4. ORGANOS DE ENTERRADO DE LAS SEMILLAS

Son los que realizan la colocación de la semilla en la tierra.

Constan de:

- 3.4.1. Tubos de caída del grano.
- 3.4.2. Fijación de los órganos de enterrado.
- 3.4.3. Surcadores.
- 3.4.4. Organos de recubrimiento.

3.4.1. *Tubos de caída de grano*

Tienen por misión llevar el grano desde los órganos de distribución hasta el terreno.

Puesto que los tubos han de poder levantarse es preciso que ofrezcan posibilidad de variar su longitud o bien de deformarse. Existen dos tipos, uno

formado de tubos de materia plástica flexible o bien por una cinta o hilo de alambre enrollado, sistemas ambos muy deformables, pero de un coeficiente de rozamiento tan elevado que impide una buena caída de los granos, y además al elevarse las rejas se originan deformaciones, que a veces ocasionan pendientes tan pequeñas que impiden la libre caída del grano, con las consiguientes irregularidades en el reparto de la semilla.

Otro tipo es el denominado telescópico, que en nuestra opinión es el mejor para conseguir las misiones que se le solicitan. Consiste en una serie de tubos, de materia plástica o de caucho con tratamiento especial, que pueden deslizarse unos dentro de los otros. De esta forma, no hay apenas cambios de pendientes y la caída de semillas es mucho más uniforme.

Algunas sembradoras van provistas de dispositivo de expulsión neumática de semilla: un ventilador envía aire a los tubos de caída lo que al acelerar el descenso, asegura una mejor regularidad de distribución del grano en el surco.

Las figuras 25A y 25B muestran algunos de los sistemas enunciados:

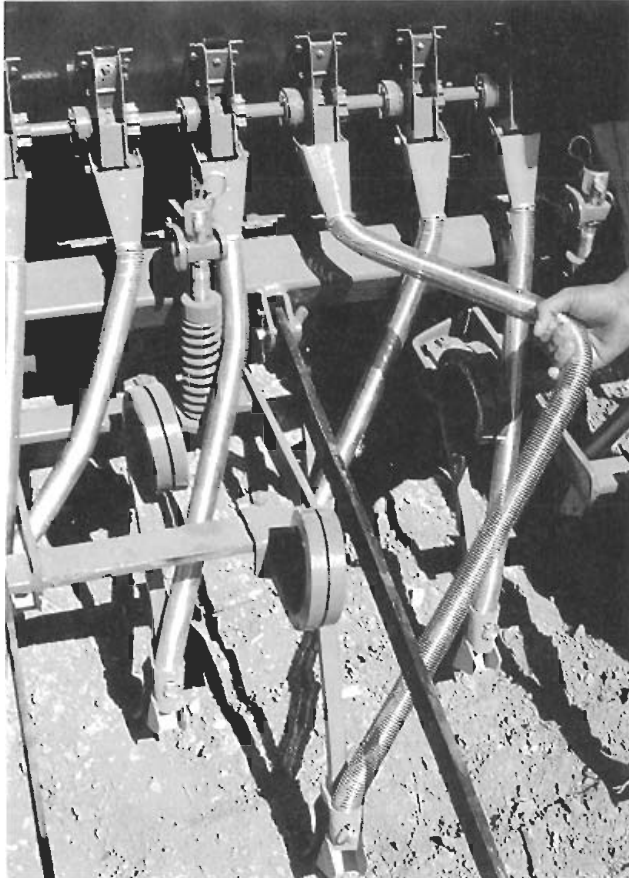


Fig. 25.A. Tubos de caída de granos flexibles.

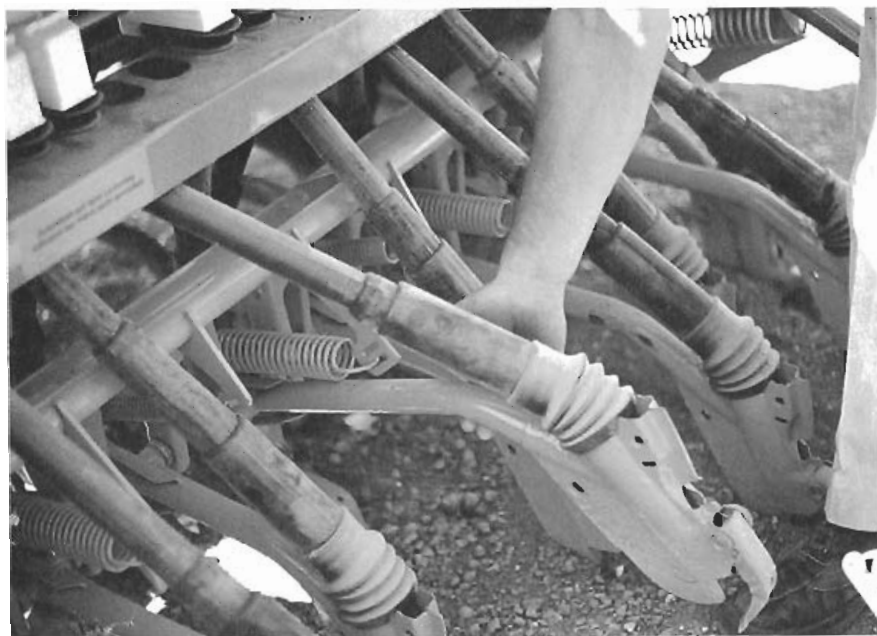


Fig. 25.B. Tubos telescópicos de caída de granos.

3.4.2. Fijación de los órganos de enterrado

Esta se lleva a cabo mediante un sistema que sujeta cada uno de los órganos de enterrado al propio bastidor o bien a una barra horizontal colocada paralela a él.

El sistema de fijación ha de permitir a los órganos de enterrado adaptarse a las desigualdades del terreno, para lo que deben tener libertad de movimiento en sentido vertical. Además, debe ser suficientemente rígido para impedir a los órganos de enterrado desplazamientos en sentido lateral, consiguiéndose con ello un total paralelismo de las líneas de siembra.

Asimismo, el sistema de fijación de los órganos de enterrado, debe permitir una fácil maniobrabilidad para el cambio cómodo de distancias entre líneas.

Existen multitud de métodos de fijación de los órganos de enterrado, de los cuales la figura 26 muestra algunas de sus formas más clásicas.

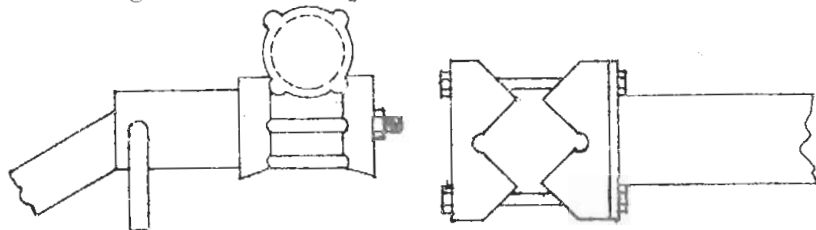


Fig. 26. Mecanismos de enganche.

3.3.2. *Surcadores*

Son los elementos encargados de abrir el pequeño surco en el que se deposita la semilla que proviene del distribuidor a través del tubo de caída.

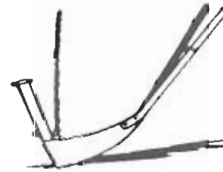
Según su forma pueden ser:

- Reja o bota.
- Disco simple.
- Disco doble.

Las rejas o botas están construidas por una pieza perfilada de acero o de hierro fundido.

Es el sistema más económico de surcadores, se adaptan perfectamente a todos los suelos. En su fabricación es muy importante la elección del material pues en algunos modelos de rejas se da un desgaste muy rápido, sobre todo en tierras abrasivas, debido a la mala calidad del material usado.

La figura 27 muestra los esquemas y fotografías de los tres tipos más usuales de rejas.



F.: García Fernández-García del Caz.





Fig. 27. Tipos usuales de rejas.

Los discos simples, son ligeramente cóncavos y presentan las ventajas del corte con rodadura análogas a los arados y gradas de discos. En el disco simple se descarga la semilla por la cara convexa.

Deben llevar adosados rascadoras en la cara cóncava.

Es un sistema en desuso, cuyo esquema es el representado en la figura 28.



Fig. 28. Esquema de surcador de disco simple.

Los surcadores de disco dobles, consisten en dos discos colocados en planos convergentes, realizándose la descarga de semillas entre ambos. Los discos van colocados de forma que se tocan en su parte delantera como se muestra en la figura 29.

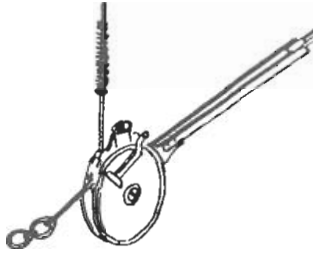


Fig. 29. Surcador de discos dobles.

Con este sistema de surcador, el mullido que se obtiene en la siembra, sobre todo en terrenos no preparados o sin laboreo previo, o endurecidos por condiciones climáticas adversas, es muy bueno. Su desgaste es lento y la fuerza necesaria para su tracción no es elevada. En cambio son muy sensibles a los cambios de profundidad de siembra y de construcción más onerosa.

3.4.4. *Organos de recubrimiento*

Estos accesorios aunque no son imprescindibles, pueden considerarse importantes por el hecho de que favorecen la nascencia.

Los surcos que abren los surcadores deben, si la tierra tiene buen tempero, cerrarse por sí solos, pero las condiciones climáticas, de laboreo, así como la propia naturaleza del terreno no siempre lo permiten, con lo que las semillas quedarían al aire libre y sólo en contacto parcial con la tierra, con lo que no se produciría una buena germinación.

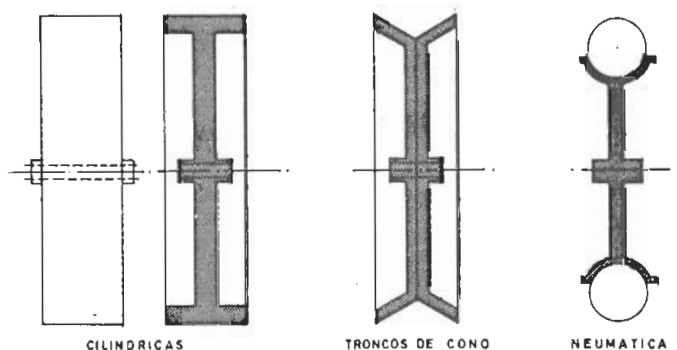
En el caso de suelos sueltos, se logra una mejor nascencia al comprimirlos ya que reducen los espacios libres proporcionándose la humedad necesaria para la germinación al darse un más íntimo contacto tierra-semilla.

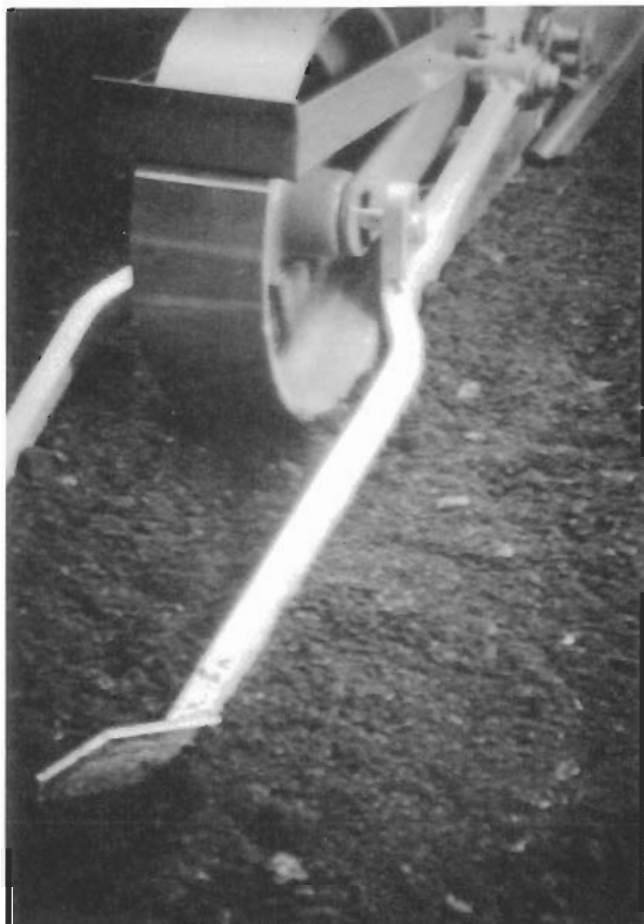
Los sistemas usados como órganos de recubrimiento son de los siguientes tipos:

- Cadena rastrera.
- Diente de recubrimiento.
- Grada ligera.
- Rodillo individual.

De todos ellos es el último el que debe usarse en las sembradoras de precisión, ya que con él se favorece altamente la nascencia, y no provoca movimientos por arrastre del grano una vez colocado en el suelo.

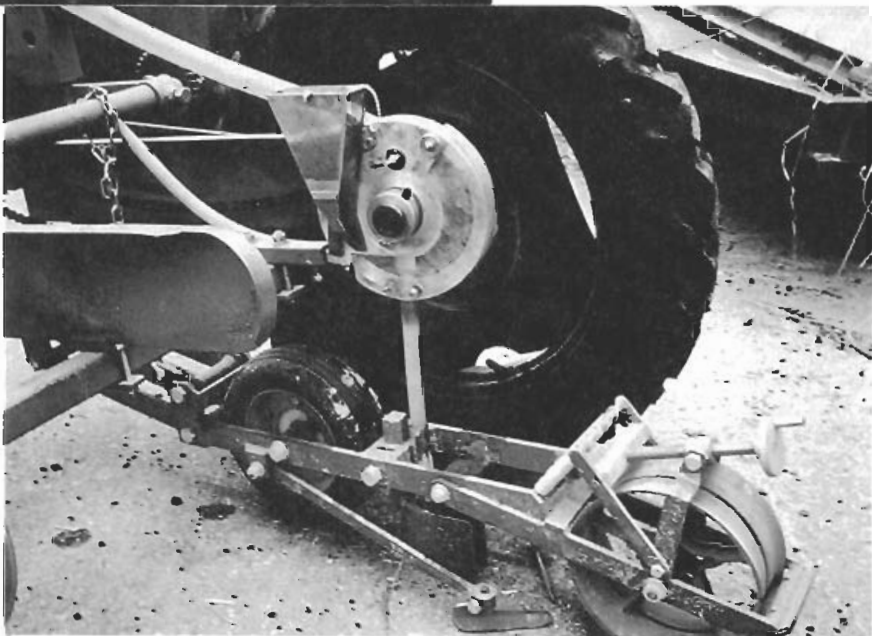
Los esquemas y fotografías de la figura 30 muestran algunas de las versiones comerciales de rodillos individuales.





Rodillo cilíndrico.

Rodillo homocónico.



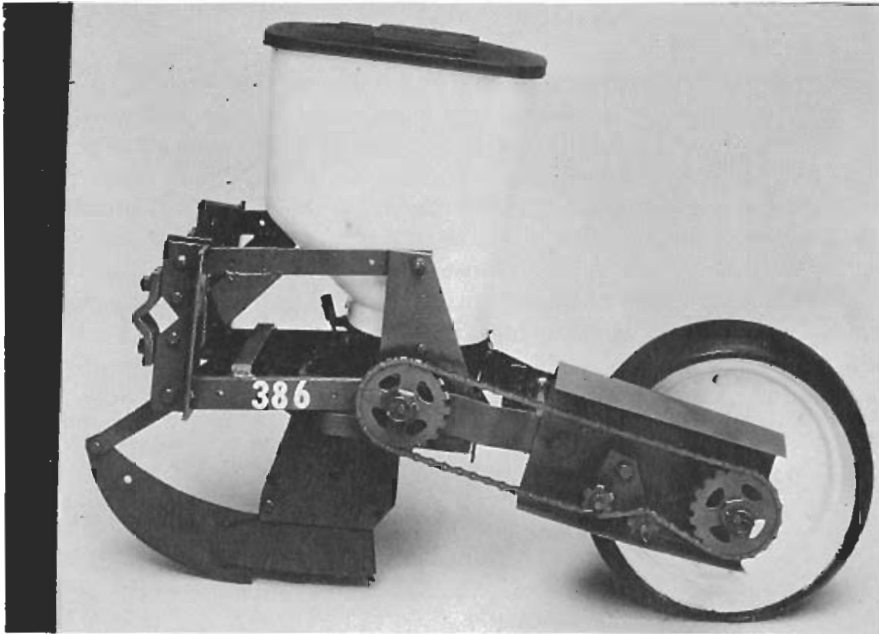


Fig. 30. Rodillos de recubrimiento de semillas.

Rodillo neumático.

3.5. ORGANOS COMPLEMENTARIOS

3.5.1. Elevación de los órganos de enterrado

Este alzamiento sólo debe asegurarse en las sembradoras arrastradas, ya que las suspendidas se levantan en su totalidad por medio del elevador hidráulico del tractor, cuando se desea detener la distribución de semilla.

La mayoría de las veces, la manipulación de los órganos de enterrado se combina con el desembrague del distribuidor, con el fin de evitar el tener que realizar dos maniobras diferentes.

El sistema de alzamiento puede ser:

--- Manual: el tractorista actúa sobre una palanca que acciona, al mismo tiempo, la regulación de la profundidad.

— Mecánico: el alzamiento queda asegurado por un dispositivo en forma de jaula de ardilla accionado desde el tractor por medio de una cuerda; al tirar de ésta, se provoca la elevación de los órganos de enterrado. Tirando de nuevo se consigue su descenso.

--- Hidráulico: la sembradora va unida al tractor por una tubería de presión flexible que conduce el aceite a presión hasta un cilindro hidráulico. Es este quien motiva la elevación o descenso de los órganos de enterrado.

Este sistema permite obtener una maniobra prácticamente instantánea, lo que es siempre interesante, sobre todo en las cabeceras de las parcelas.

3.5.2. Marcadores o trazadores

La utilización de las sembradoras requiere una gran precisión, para que dos líneas contiguas, pertenecientes a dos pasadas consecutivas de la máquina estén exactamente a la misma distancia que las distintas líneas de siembra dejadas en cada pasada. Semejante precisión sólo puede obtenerse utilizando marcadores montados en un brazo o palanca con alzamiento, accionado independiente o conjuntamente con los órganos de enterrado de la semilla. Existen formas y modelos muy diferentes de trazadores (figura 31), siendo los más extendidos los constituidos por discos cóncavos. La regulación de estos marcadores debe efectuarse con arreglo a la fórmula que se expone a continuación, obtenida de la observación de la figura 30 y considerando que el tractorista pase la rueda delantera del tractor por el eje de la marca o traza.

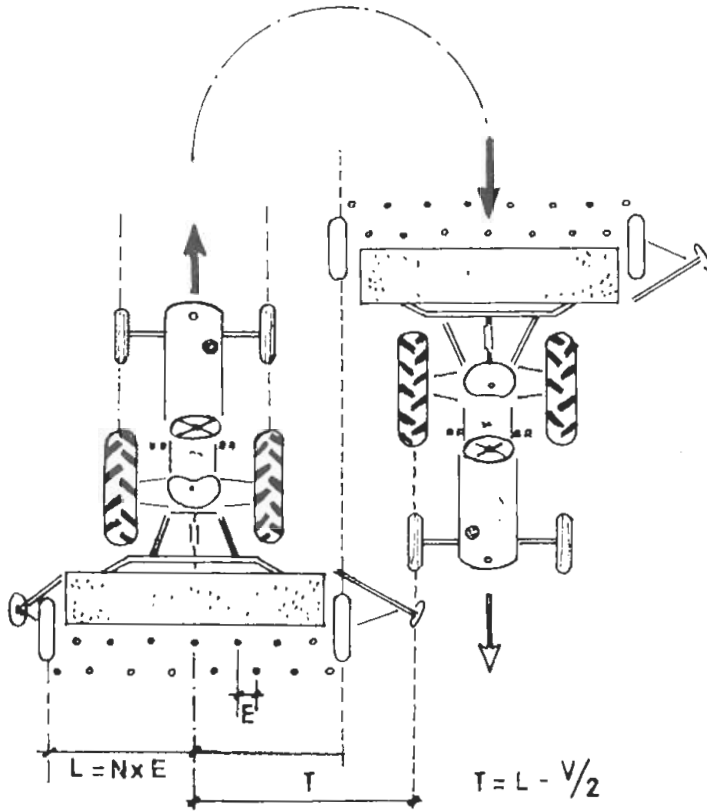


Fig. 31. Regulación de marcadores.
(F.: P. Candelón)

F.: P. Candelón.

También, y aunque de menor precisión, la regulación de los marcadores se realiza de forma que el tractorista conduzca haciendo pasar el eje longitudinal del tractor sobre la huella dejada en el terreno por el trazador. En este caso $T = L$.

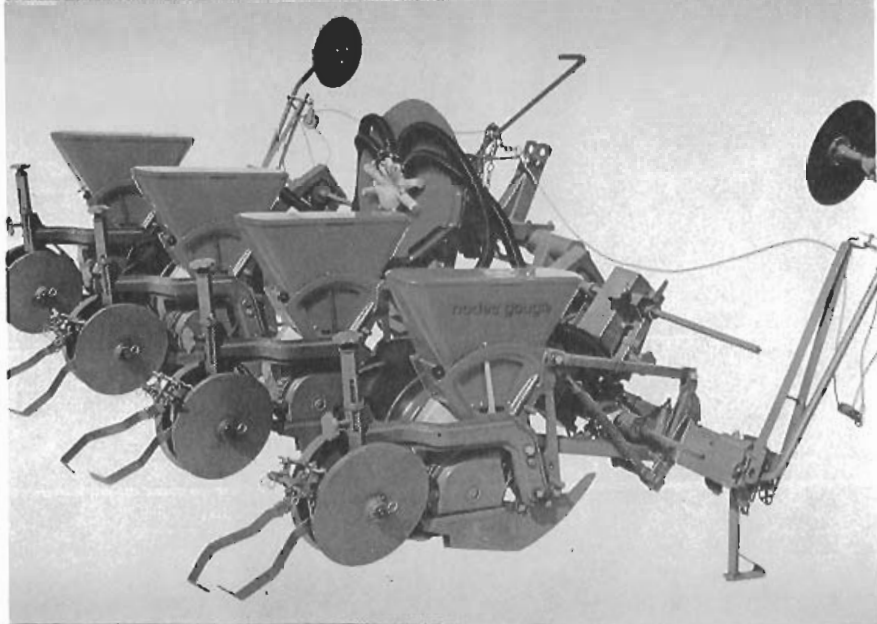
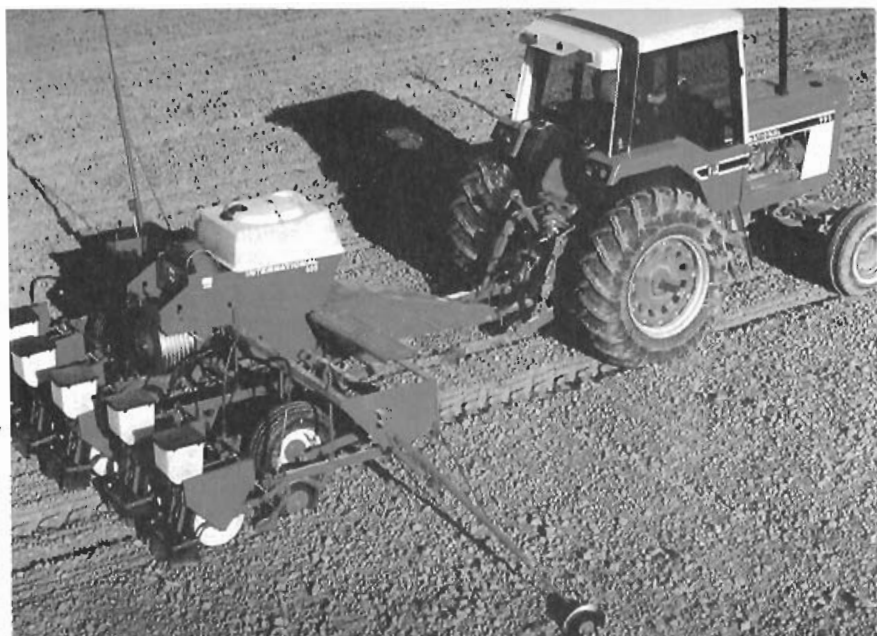


Fig. 32. Sembradoras con trazadores.

3.5.3. Borradores de rodadas

El empleo del tractor en las faenas de siembra motiva un apelmazamiento anormal del suelo en la línea de paso de sus ruedas, lo que hace difícil la penetración, en esas zonas, de las rejas o discos de la sembradora. Con el fin de paliar este inconveniente, se utilizan dispositivos especiales para borrar las rodadas, y que generalmente están constituidos por uno o dos dientes flexibles de cultivador, unidos a la parte delantera del bastidor de la sembradora (figura 33). Su posición en sentido lateral es, por supuesto, ajustable según convenga y su alzamiento puede accionarse conjunta o separadamente con el de los órganos de enterrado de las semillas.



Fig. 33.
Borrador de rodadas.

A este respecto, observemos que también es posible, o al menos atenuar mucho, el apisonado que efectúa el tractor en el suelo, equipándolo con ruedas de jaula antideslizante o ruedas gemelas susceptibles de rendir, por otra parte, servicio muy útiles en otras faenas de superficie.

3.6. MECANISMOS DE REGULACION

Los reglajes de las sembradoras tienen una importancia considerable y sobre todo en las sembradoras de precisión.

Las regulaciones a las que debe poder someterse toda máquina sembradora son las siguientes:

3.6.1. *Separación entre líneas*

Este ajuste se obtiene de manera muy sencilla sin más que desplazar sobre el bastidor los órganos de enterrado de las semillas. Para una correcta equidistancia entre líneas de siembra puede servir una regla graduada o cualquier aparato de medida.

Es muy conveniente, casi necesario, el que las ruedas portadoras, si es que existen, puedan desplazarse lateralmente, para que no produzcan compactación en el terreno, circunstancia ésta muy desfavorable en el caso de que pasen sobre alguna de las líneas de siembra, pues pueden formarse costras que impidan la nascencia de las semillas.

3.6.2. *Regulación de la densidad de siembra*

Este ajuste ha quedado explicado en los apartados anteriores. Como resumen, sólo decir, que el número de granos sembrados por unidad de longitud, se puede variar de las formas siguientes y según el tipo de máquina:

- Variando la capacidad de grano del mecanismo distribuidor.
- Aumentando o disminuyendo la velocidad de rotación del distribuidor.
- Cambiando el rotor distribuidor por otro de más o menos agujeros.
- Aplicando simultáneamente las tres soluciones expuestas.

3.6.3. *Regulación de la profundidad de siembra*

La profundidad de siembra es uno de los factores importantes en el éxito de la operación. Debe ser regulada en función de:

- *Los granos sembrados:* granos pequeños son generalmente sembrados a profundidades menores que los granos gruesos.
- *De la época de siembra:* se sembrará a más profundidad cuanto mayor sea la temperatura ambiente.

— *Del tipo de suelo*: en los suelos arenosos se sembrará a mayor profundidad que en los suelos arcillosos.

— *De la existencia de costras*: en la superficie del suelo pueden formarse costras bien naturalmente o por el uso de los abonos. En suelos con facilidad de encostramiento, se debe sembrar más superficialmente que en aquellos que no exista dicha posibilidad.

— *De las condiciones climáticas de la zona*: en zonas con pluviometría adecuada se sembrará a menor profundidad que en zonas que no la tengan.

— *De la humedad del suelo*: suelos con más contenido de agua requieren menor profundidad de colocación de las semillas.

En la mayoría de los casos se regula variando la altura de la rueda de enterrado con respecto al punto más bajo del surcador.

Si la sembradora posee patines limitadores a profundidad es necesario ajustarlos distanciándolos a más o menos altura de la base del surcador según la profundidad de siembra deseada.

Otros tipos de sembradora poseen resortes de apoyo para forzar la penetración del surcador, de forma que para una tensión dada del resorte se consigue una profundidad que tienda a ser constante, fluctuando en función de las variaciones de resistencia del terreno.

Algunas marcas de sembradoras llevan contrapesos que variados de posición o variando su masa, obligan al surcador a penetrar en el suelo a más o menos profundidad.

3.6.4. *Regulación de recubrimiento de los granos*

La regulación del recubrimiento de los granos es una operación que hasta ahora se le ha dado una importancia menor de la que en realidad presenta.

Son numerosas las experiencias que demuestran la necesidad de un enterrado uniforme de las semillas por ser grande su influencia en la nascencia y uniformidad de la misma.

Las sembradoras con órganos de recubrimiento, tales como cadena de rastra y grada ligera, no pueden actuar en la regulación del enterrado de los granos de una forma tan clara como las sembradoras que llevan dientes de recubrimiento o rodillos.

En las sembradoras con dientes de recubrimiento el ángulo de ataque y la profundidad de penetración de los dientes tienen una acción decisiva sobre el enterrado de los granos. Es necesario, sin embargo, ajustar estos órganos de manera precisa, pues si se cierran demasiado pueden llegar a levantar el elemento sembrador, de forma que las ruedas de accionamiento de los órganos de distribución quedan sin suficiente carga para tener la adherencia necesaria, con lo cual la siembra se vuelve irregular.

4. *USO Y ENTRETENIMIENTO*

Una de las posibles causas de irregularidades en la distribución de semilla es, como ha sido expuesto, el patinaje de las ruedas de accionamiento del sistema distribuidor; por lo cual, el usuario de las sembradoras deberá dirigir especial atención a esta transmisión. Para ello, todos los días engrasará los puntos necesarios de la máquina que faciliten una suavidad en el funcionamiento del distribuidor. Asimismo se revisarán a diario todas las tuercas y tornillos de la máquina.

Al finalizar la siembra se limpiará toda la máquina, cuidando de no dejar grano en su interior, que puede ser causa de atascos en próximas siembras y de rápidas oxidaciones de partes metálicas. Se sustituirán o repararán las piezas dañadas durante el trabajo y se protegerán de la oxidación con pinturas y aceites los distintos elementos expuestos a ella.

5. *AGRADECIMIENTOS*

Con esta monografía se ha pretendido aportar a agricultores y técnicos los conocimientos que les posibiliten para un adecuado uso y selección de las máquinas sembradoras. Para su realización se ha llevado a cabo una amplia revisión bibliográfica, completada con la propia experiencia del autor y con la de sus amigos y compañeros, a los que ha consultado y por lo que está muy agradecido.

6. BIBLIOGRAFIA

- 6.1. ANONIMO, "Características des principaux semoirs en lignes offerts sur le marché français, d'après les informations recueillies auprès des constructeurs et importateurs". CNEEMA. B.I. N.º 114. Julio 1967.
- 6.2. ANONIMO, "Las sembradoras de precisión". Rev. Laboreo n.º 39. Enero 1973.
- 6.3. ANONIMO, "Les principaux semoirs de précision disponibles sur le marché français en Décembre 1967". CNEEMA. B.I. n.º 120. Enero 1968.
- 6.4. ANONIMO, "Les semoirs monograines". CNEEMA, B.I. n.º 109. Febrero 1967.
- 6.5. ANONIMO, "Semoir Monosem pneumatic". Rev. Fermes Modernes, n.º 28. Febrero 1975.
- 6.6. AUBINEAU, M., "Les semis de précision". Rev. Hautes études betteravières et agricoles, n.º 20. Mayo-Junio 1973.
- 6.7. BERMEJO ZUAZUA, A., "Manual práctico del mecánico agrícola". Tomo II. Ed. Ministerio Agricultura, Madrid, 1969.
- 6.8. BRANCHU, B., "Les semis de précision et betterave sucrière". Rev. Tracteurs et machines agricoles, n.º 12. Diciembre 1972.
- 6.9. CANDELON, Ph., "Las máquinas agrícolas". Ed. Mundi-Prensa. Madrid, 1971.
- 6.10. CASTILLO PEREZ, E. del, "Siembra por cintas de semillas". Rev. MAG (Mecanización Agraria) Col. VII, n.º 1. Enero 1973.
- 6.11. CASTILLO PEREZ, E. del, "Evolución de la siembra de precisión". Rev. MAG (Mecanización Agraria). Vol. VII, n.º 2. Febrero 1973.
- 6.12. CERA, M., ZANCHE, C. de y CHIUMENTI, R., "Prove di laboratorio sulla funzionalità di distributori meccanici per semi di mais". Revista di Ingegneria Agraria, n.º 4. Diciembre 1973.
- 6.13. DALLEINNE, E.M., "Note de tournée: semis en lignes, semis à la volée, semis en bandes". CNEEMA, B.I., n.º 184. Mayo 1973.
- 6.14. DALLEINNE, E.M., "Quelques problèmes agronomiques relatifs aux semis de précision de mais". CNEEMA, B.I., n.º 161. Junio 1971.

- 6.15. DAO HUU, M., "Les matériels pour la mécanisation des cultures expérimentales en petites parcelles". CNEEMA, B.I., n.º 126. Julio 1968.
- 6.16. GARCIA FERNANDEZ, J. y GARCIA DEL CAZ, R., "Máquinas agrícolas". Ed. Marcombo. Barcelona 1976.
- 6.17. L'HULLIER, F.M., "Semis et semoirs monograines". CNEEMA, B.I. 174-175. Julio-Agosto, 1972.
- 6.18. MARQUEZ, I., "Las sembradoras de precisión en el cultivo del maíz". Rev. MAG (Mecanización Agraria). Vol. VIII, n.º 9, Septiembre 1973.
- 6.19. MINGOT SALVETTI, M., "La mecanización de la siembra". Rev. Mecanización Agraria. Vol. III, n.º 6, Noviembre-Diciembre, 1969.
- 6.20. MINGOT SALVETTI, M., "Las máquinas sembradoras". Rev. MAG (Mecanización Agraria). Vol. V, n.º 2, Febrero 1971.
- 6.21. MONTI, J.R., DETRAUX, F. y OESTEGES, O., "La mécanisation de l'agriculture". Tomo I. Editions J. Duculot, S.A. Gemblous.
- 6.22. ORTIZ-CAÑAVATE y PUIG-MAURI, J., "Técnica de la mecanización agraria" (Tractores y aperos de labranza y cultivo). Ed. Garsi. Madrid 1968.
- 6.23. PERROUD, B., "Choix et utilisation d'un semoir a mais". Rev. Fermes Modernes, n.º 19. Marzo 1974.
- 6.24. SOFFIETTI, S., "Les semoirs pneumatiques". Rev. Le producteur agricole français, 2.º Número. Marzo 1974, n.º 146.
- 6.25. SILVA, A. y GALAN, A., "Máquinas de siembra y semillas de remolacha azucarera". Rev. MAG (Mecanización Agraria), Vol. III, n.º 6. Junio 1973.

Precio 400 Ptas.