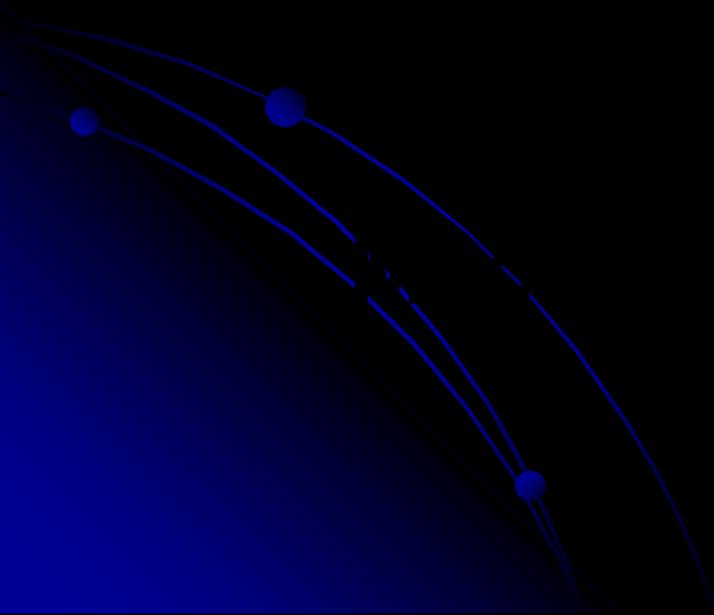


Siembra de cultivos



Objetivos

- Valorar el grado de precisión en la siembra de cultivos
- Conocer los distintos mecanismos dosificadores
- Comprender las características de diseño de los distintos tipos
- Relacionar mecanismos, regulaciones y efectos sobre el grado de precisión alcanzado
- Establecer metodologías que permitan valorar el grado de precisión requerido para un cultivo dado

Objetivos

- Identificar los principales componentes de las interacciones suelo máquina semilla
- A partir del conocimiento de esas relaciones seleccionar, regular y operar las máquinas en búsqueda de satisfacer de la mejor forma posible los requerimientos para el establecimiento de los cultivos
- De ello se desprenden los siguientes objetivos:
 - Identificar las características funcionales y operacionales de las máquinas sembradoras
 - Seleccionar los componentes constitutivos de las máquinas en relación con los requerimientos del sistema de producción de granos
 - alistar (regular) y operar (decidir las condiciones operativas) las máquinas sembradoras.

Funciones de la sembradora

- Transportar semilla
- cortar residuos-labrar el suelo
- abrir un surco
- dosificar la semilla
- depositar la semilla
- colocar la semilla en íntimo contacto con el suelo aire y agua para favorecer la germinación
- Tapar el surco, cerrar el surco
- distribuir las semillas en el terreno de manera uniforme

Análisis funcional

Máquina Agrícola
Sembradora de grano fino

Sistemas de trabajo

Sistemas de apoyo

Siembra
Fertilización

Soporte

Bastidor principal
Bastidor secundario
Enganche
Tolva
Sistema de soporte de
órganos de trabajo

Mecanismos y órganos de Control

De la siembra
De la fertilización

Mecanismos y órganos de Control de

Cuchillas
Abresurcos
Contactado
Cierre de surco
Tapado de surco
Aporte de residuos
Dosificación
Transporte de semillas

Mecanismos que proveen potencia

Sistemas hidráulicos.
Cilindros de acción remota
Motores hidráulicos
Ruedas
Tren de transmisión
Sistemas neumáticos
Turbinas
Sistemas eléctricos
Motores eléctricos

Sembradora de granos finos

Sistemas de trabajo

Siembra

Corte de residuos
roturación del suelo

Apertura del surco

Conformación del surco

Dosificación de la semilla

Transporte de la semilla al surco

Contactado de semilla

Tapado del surco

compactado del surco

Aporte de residuos

Los sistemas tienen variaciones según la máquina se a de grano fino , grano fino soja o grano fino y grano grueso

Fertilización



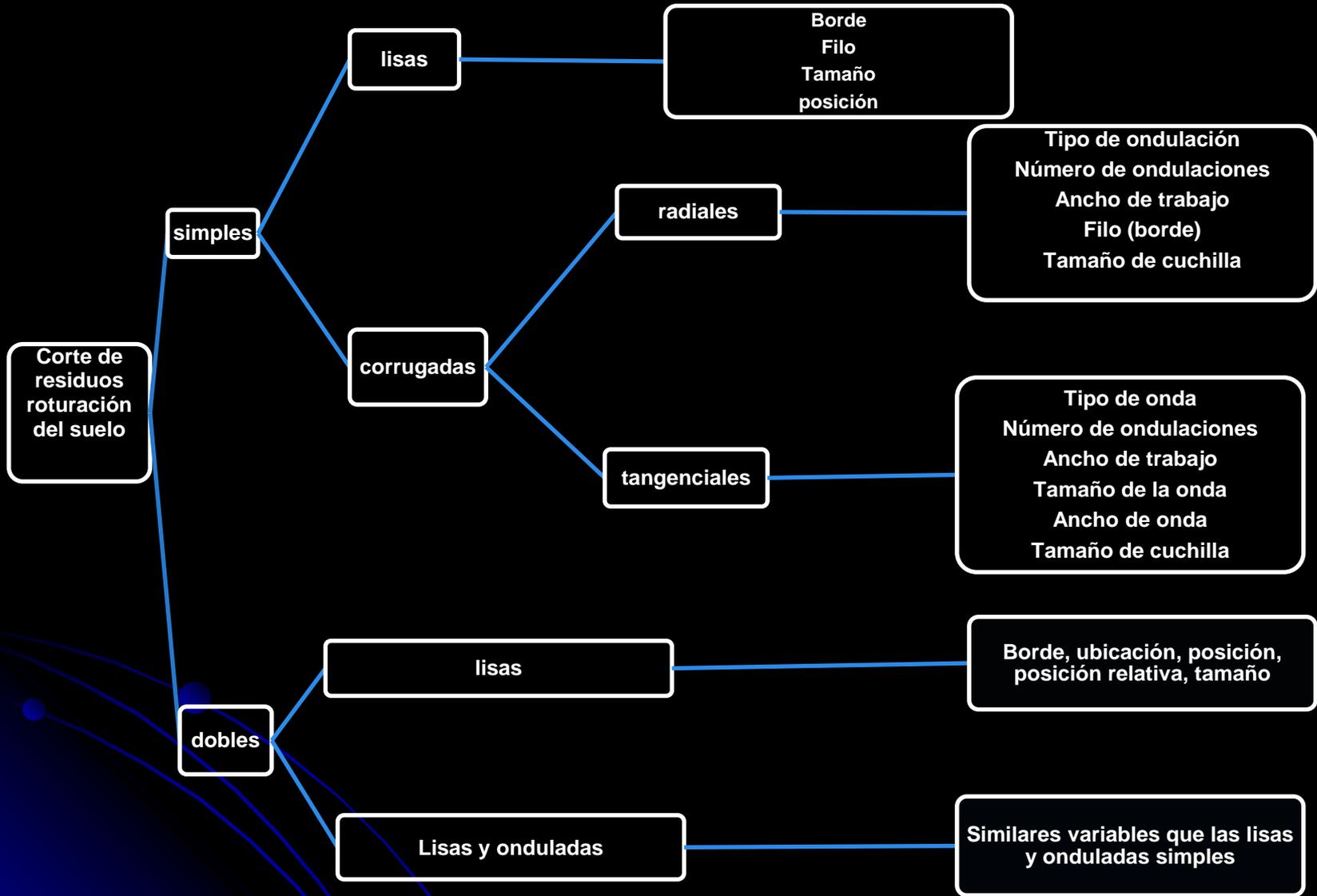
Dosificación de fertilizante

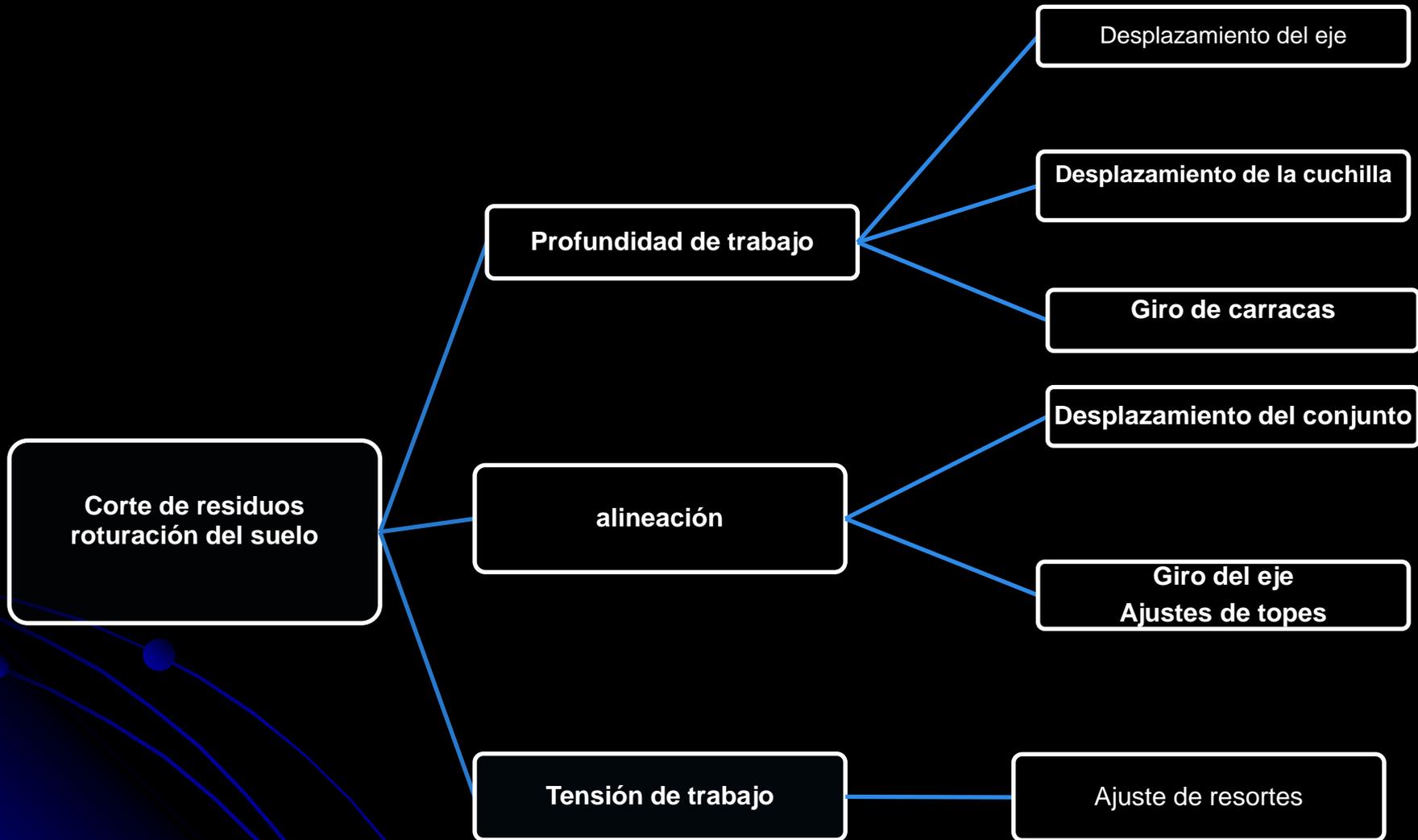
Transporte de fertilizante al fondo del surco

Tapado o cierre del surco

Cuchillas de corte y roturación

- Los esquemas siguientes muestran
 - Los sistemas de trabajo principales y secundarios de la sembradora
 - Las alternativas básicas de órganos de trabajo de corte y remoción
 - los sistemas que controlan los elementos de corte y remoción
- los esquemas son orientativos y muestran la complejidad de trabajo de la máquina en función de las múltiples tareas que la misma desarrolla y que interactúan entre sí

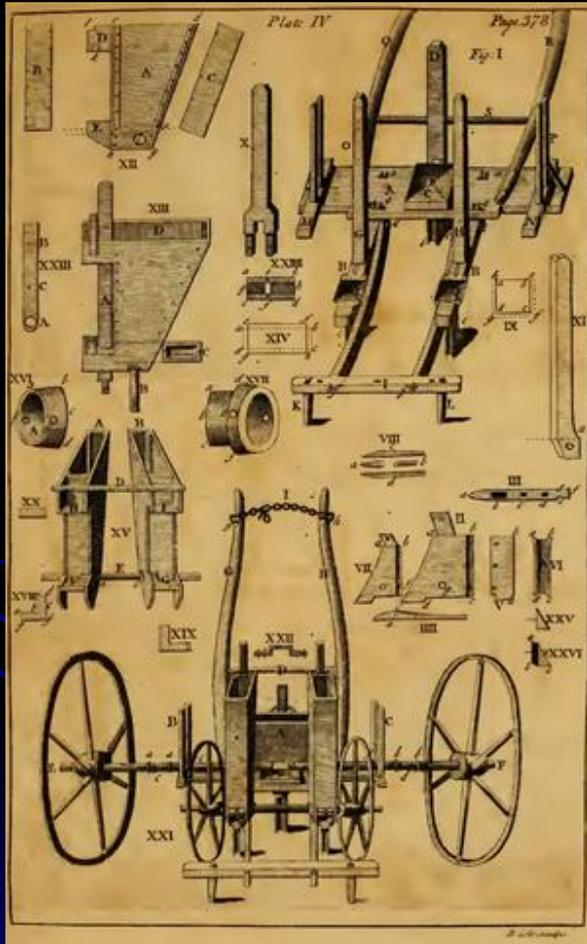




Órganos dosificadores



Jethro Tull 1701





Qué se requiere de la máquina sembradora?

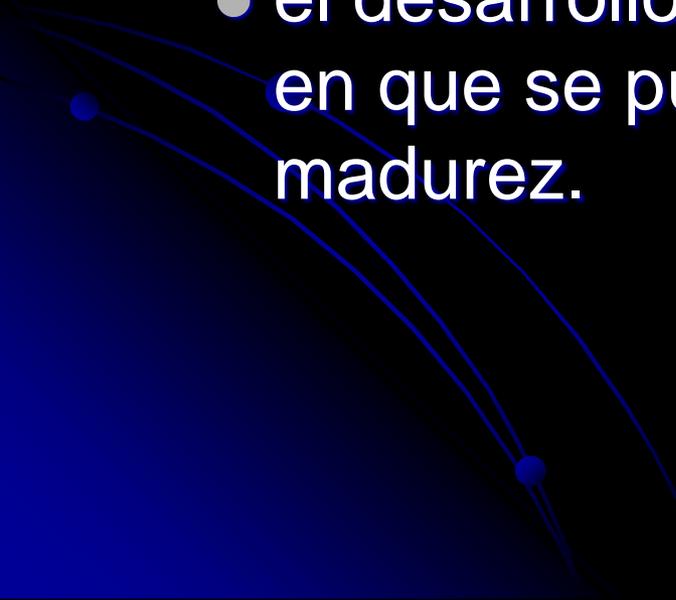
- **La necesidad de alcanzar un grado de precisión acorde con los requerimientos ecofisiológicos del cultivo que le permita alcanzar su máximo potencial de rendimiento en determinadas condiciones agroclimáticas**

Cómo intervienen las máquinas?

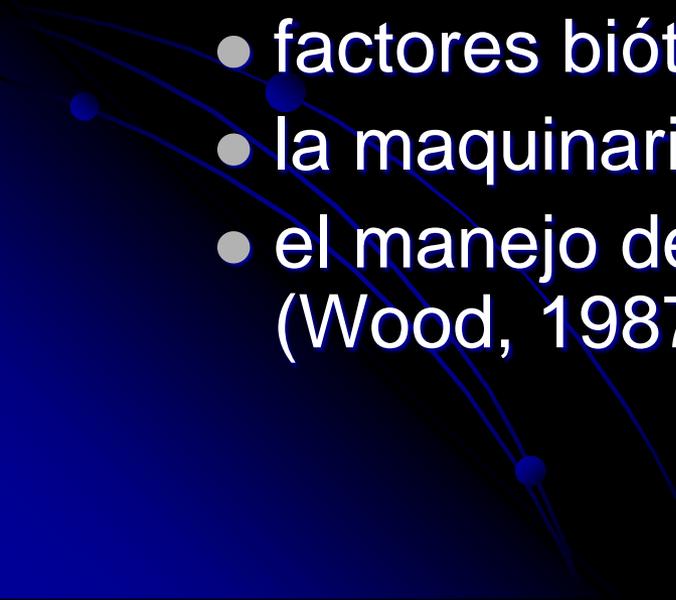
- En los sistemas de producción de granos el potencial de implantación es primariamente dependiente de las condiciones prevalecientes inmediatamente antes de la siembra
 - Calidad de la semilla
 - El ambiente de la cama de siembra determinado por la interacción de suelo, clima y aspectos biológicos
 - Las condiciones climáticas durante el período de establecimiento del cultivo (Wood, 1987; Miller *et al.*, 1993)

- Las máquinas sembradoras son importantes en el establecimiento del cultivo
 - Modifican las condiciones previas de suelo y de la semilla
 - Determinan la ubicación de la semilla dentro de la cama de siembra
 - Las condiciones pre-existentes pueden ser mejoradas o empeoradas como resultado del trabajo de las máquinas sembradoras
- 

Establecimiento de cultivos

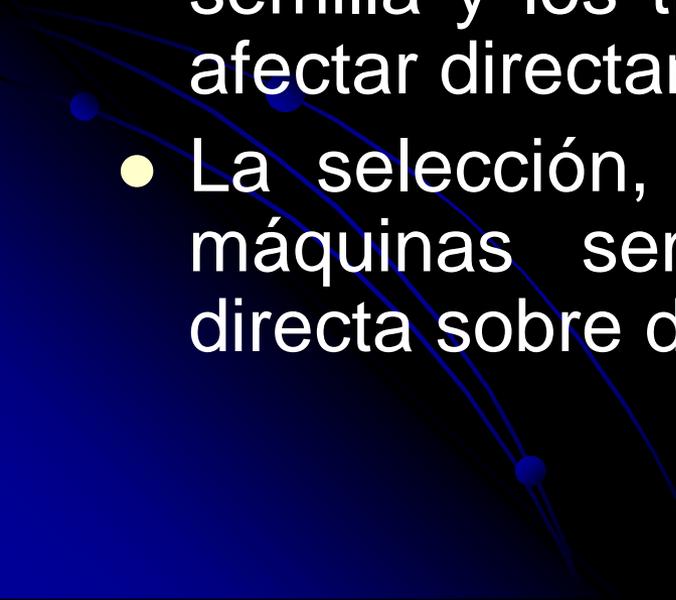
- En términos biológicos, es la secuencia de eventos que incluye
 - la germinación de semillas
 - emergencia de las plántulas
 - el desarrollo de las plántulas hasta la etapa en que se puede esperar que crezca hasta la madurez.
- 

Establecimiento

- depende de la interacción compleja a través del tiempo entre
 - la semilla
 - el suelo
 - factores climáticos
 - factores bióticos
 - la maquinaria
 - el manejo del conjunto de las variables (Wood, 1987).
- 

Las consecuencias del establecimiento del cultivo debajo del nivel óptimo de rentabilidad en la explotación incluyen

- la reducción del rendimiento
- Costos de resiembra
- pérdidas de oportunidad de siembra
- reducción del control de malezas
- efectos directos e indirectos de la germinación tardía, retrasada
 - (Blacket, 1987)

- Las variables de manejo y ambientales se encuentran fuertemente relacionadas
 - El riego, la aplicación de fertilizantes y de pesticidas modifican el ambiente
 - Las técnicas de cosecha, el almacenamiento de semilla y los tratamientos de la semilla pueden afectar directamente a la calidad de la semilla
 - La selección, preparación y operación de las máquinas sembradoras influyen de manera directa sobre distintas propiedades de la semilla
- 

Requerimientos para la germinación

- La germinación comienza con la toma de agua por la semilla (imbibición) y termina con la emisión de los ejes embrionarios, generalmente la radícula
- Primero se absorbe agua por procesos físicos
- El requerimiento de oxígeno aumenta hacia los estadios finales de la germinación
- Durante este proceso no se requieren nutrientes adicionales
- Tanto la germinación como la toma de agua son procesos dependientes de la temperatura

- Se debe favorecer
 - Adecuado contacto del suelo con la humedad, para el proceso de germinación
 - Provisión de oxígeno, para la germinación y el crecimiento radicular
 - Resistencia mecánica que facilite la emergencia y el desarrollo radical
 - Profundidad que optimice el “nacimiento”, emergencia del cultivo
 - Residuos que eviten encostramiento y conserven la humedad

¿Qué tipos de sembradoras existen?

- Según su adaptación al sistema de labranza
 - Siembra directa
 - Siembra convencional
- Según el tipo de cultivo que permiten implantar
 - Grano fino (grano fino/soja/pasturas)
 - Grano grueso
 - Grano fino y grano grueso
- Según su estructura
 - Convencionales
 - Autotransportadas (Autotrailer)
 - Con tolva independiente de la estructura de soporte del tren de siembra (Con asistencia para el transporte de la semilla (Air drill))
- Según sus mecanismos abresurcos
 - Monodisco
 - Doble disco
 - Triple disco (cuchilla y doble disco)
 - Reja – cuchilla y reja
- Según el sistema de dosificación
 - Mecánicos
 - Neumáticos

¿Qué problemas principales presenta cada uno de los sistemas?

- **S. Convencional**

- El grado de precisión se relaciona

principalmente con :

- el funcionamiento del mecanismo dosificador

- **SD**

- el grado de precisión se relaciona principalmente con:

- el tren de siembra
- el mecanismo dosificador



Tren de siembra con cuchillas onduladas, abresurco de doble disco plano y ruedas formadoras de camellón macizas









Tolva de sembradora con asistencia neumática







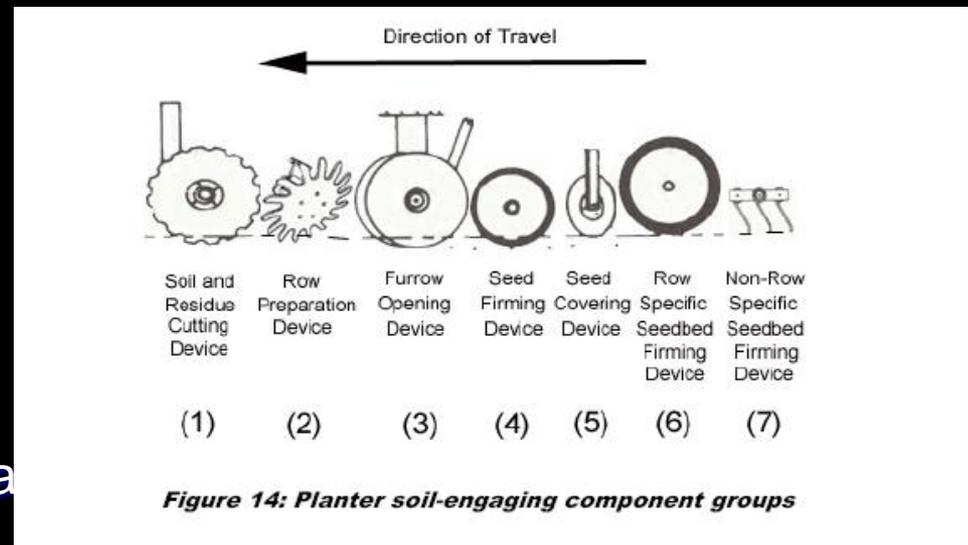
Roturación del suelo por el tren de siembra



Tren de siembra

- Mecanismos

1. Corte de residuos, corte y/o roturación
2. Preparación de la línea de siembra
3. Apertura de surco
4. Asentamiento de la semilla
5. Cobertura de la semilla
6. asentamiento de la cama de siembra en la línea
7. Asentamiento general del suelo



Eficiencia de trenes de siembra

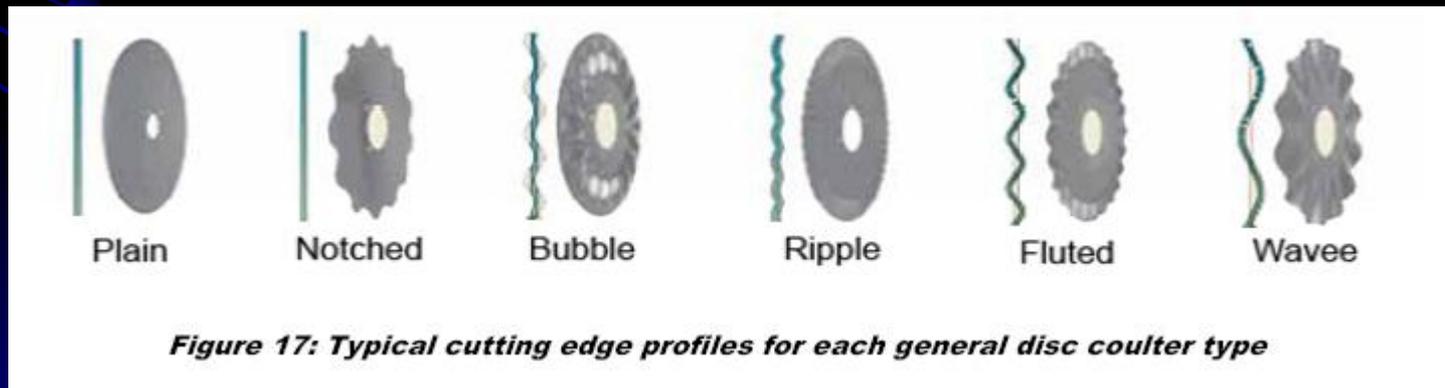
Dos enfoques son generalmente seguidos para la evaluación de la actuación de los mecanismos del tren de siembra.

- En el primer enfoque, se lo evalúa en relación con la emergencia de plantas y rendimiento de los cultivos.
- El segundo enfoque consiste en evaluar el surco apertura en relación a las variables relacionadas con las características del surco y la calidad de la operación que afectan la emergencia de las plantas y el rendimiento del cultivo.
 - Corte de residuos
 - Cobertura de la línea de siembra con residuos
 - compactación del surco
 - perturbación del suelo, nivelación y roturación
 - la humedad en el surco
 - la tasa de evaporación de la humedad del suelo
 - La variación en la profundidad de la siembra
 - la separación de las semillas y fertilizantes

Mecanismos de corte de residuos y roturación del suelo



Planas escotadas inflada ondulada estriada ondeada turbo



Planas escotadas inflada ondulada estriada ondeada

Cuchilla lisa u ondulada de diferente amplitud y tipo de onda

- Las cuchillas pueden ir tomadas al chasis o al cuerpo sembrador
- Las cuchillas deben cortar el rastrojo y remover el suelo
- Se debe evitar el enterrado del rastrojo
- las altas velocidades sacan demasiados terrones y tierra de la línea de siembra

Cuchilla tomada al chasis independiente del cuerpo de siembra





Cuchilla tomada al cuerpo de siembra



Cuchillas de corte y remoción

- La eficiencia de las cuchillas varía en función de
- Condiciones del suelo y del residuo
 - Tipo estado mecánico del suelo y de suelo
 - Humedad
 - Propiedades mecánicas del residuo a ser cortado
- Aspectos de diseño de la cuchilla
 - Diámetro
 - Finura
 - Espesor
 - Forma
- Aspectos operativos
 - Profundidad de labor
 - Velocidad de avance

Cuchillas onduladas turbo de diferente diámetro, número de ondulaciones y tipo de ondulaciones (a mayor número, para un mismo diámetro mayor remoción del suelo)





Cuchilla turbo con fleje para evitar la elevación de los agregados



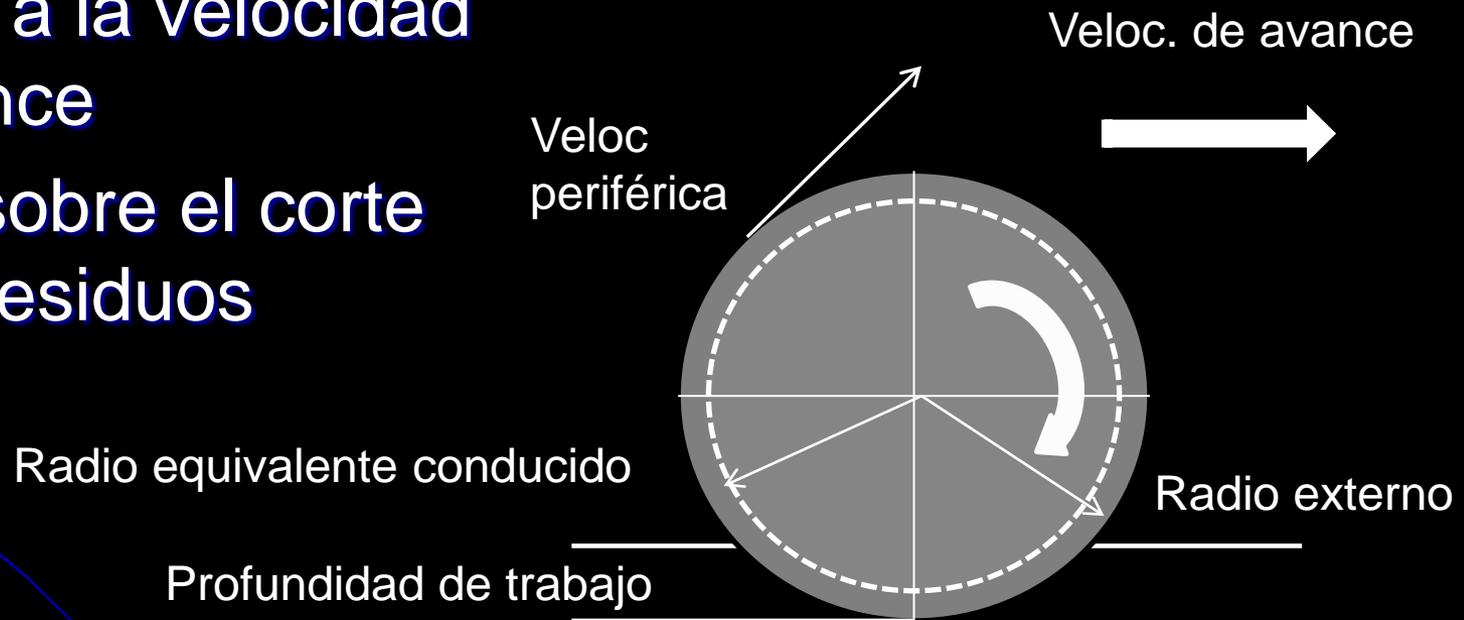


Monodisco con rueda limitadora, contactadora y rueda de cierre de surco simple angulada. Cuchilla turbo (con zuncho metálico de limitación de profundidad)



Velocidad de la cuchilla

- Se expresa en forma relativa a la velocidad de avance
- Incide sobre el corte de los residuos

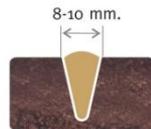


Tipos de cuchillas onduladas

#1

Cuchilla Dura Flute / 38 ondas

Diámetro 11", 12", 13", 14"
Tipo de ondas:
38 ondas radiales
sinusoidales simétricas.
Ancho de la banda
labrada: 8 mm

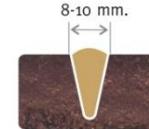


➤ Esta cuchilla es utilizada en pastura y en siembra directa con suelos arcillosos. Necesita poca fuerza vertical para su penetración en el suelo.

#2

Cuchilla Dura Flute / 50 ondas

Diámetro 15", 16", 17", 18"
Ondas: 50 ondas radiales
simétricas.
Ancho de la banda
labrada: 8 mm

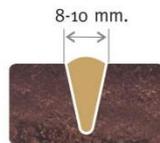


➤ Esta cuchilla es utilizada en pastura y en siembra directa con suelos arcillosos. Necesita poca fuerza vertical para su penetración en el suelo, pero mayor según el diámetro de la cuchilla. Las cuchillas con el filo liso tienen un buen giro ya que las ondas aseguran un engrane con el suelo. La cuchilla con el borde ondulado tiene un mejor corte de rastrojo.

#3

Cuchilla Dura Flute / 60 ondas

Diámetro 20", 22"
Tipo de ondas: 60 ondas
radiales sinusoidales
simétricas.
Ancho de la banda
labrada: 8 mm

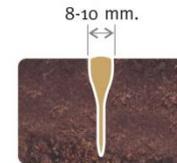


➤ Esta cuchilla es utilizada en labranza vertical, para remoción profunda del suelo y en suelos arcillosos. Necesita más fuerza vertical para su penetración en el suelo debido al gran diámetro de la misma.

#4

Cuchilla Dura Flute / 38 ondas Filo plano

Diámetro 16", 17" y 18"
Tipo de ondas, radiales
sinusoidales simétricas,
ubicadas a 1" del borde
formando un filo plano
similar al de la RIPPLED.
Ancho de banda labrada: 8 mm.

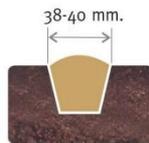


➤ Esta cuchilla combina la excelente condición de corte de la RIPPLED por tener el filo plano con la poca remoción de la DURA FLUTE

#5

Cuchilla Wavy / 8 ondas

Diámetro 16", 17", 18"
ondas: 8 ondas radiales
sinusoidales simétricas.
Ancho de la banda
labrada: 36 mm a 38 mm



➤ Es utilizada en suelos arenosos, debido a la cantidad de ondas y el gran ancho de labranza. Necesita un esfuerzo considerable para su penetración en el suelo.

#6

Cuchilla Wavy / 12 ondas

Diámetro 16", 17", 18"
ondas: 12 ondas radiales
sinusoidales simétricas.
Ancho de la banda
labrada: 18 mm.

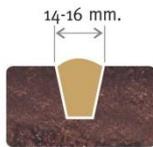


➤ Es indicada para suelos arenosos y para suelos con arcillas pegajosas, con exceso de humedad. Necesita menor esfuerzo vertical que la cuchilla con 8 ondas.

#7

Cuchilla Wavy / 24 ondas

Diámetro: 15", 16", 17", 18"
Tipo de ondas:
24 ondas radiales
sinusoidales simétricas.
Ancho de la banda
labrada: 16 mm

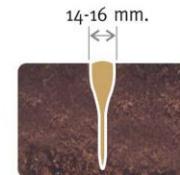


➤ Es una cuchilla adecuada para suelos franco arcillosos, muy utilizada en la siembra directa, hasta que fue desplazada por la cuchilla Turbo. Debido a la menor banda labrada absorbe menores esfuerzos para penetrar el suelo. Tiene buena capacidad de corte de rastrojo.

#8

**Cuchilla Rippled / 18 ondas
Bubble**

Diámetro 16", 17"
Tipo de ondas: 18 ondas
radiales simétricas
sectorizadas.
Ancho de la banda labrada:
14 mm a 290 mm
del diámetro.

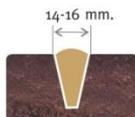


➤ Es adecuada para suelos con poco rastrojo donde se busca una remoción superficial mínima del surco. Puede ser utilizada cuando se requiere una mínima remoción del suelo.

#9

Cuchilla Turbo / 20 ondas

Diámetro 15", 16", 17", 18"
Tipo de ondas:
20 ondas tangenciales
sinusoidales simétricas.
Ancho de la banda
labrada: 14 mm

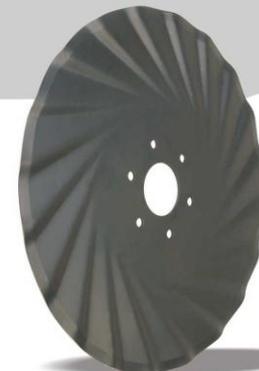
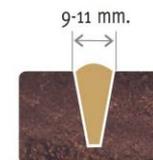


La ondulación de la cuchilla Turbo entra perpendicular a la superficie del suelo y sale horizontal a la misma. Esto le confiere gran capacidad de corte con una mínima fuerza vertical. Podemos decir que a velocidades de siembra altas, existe una alta remoción de tierra que la saca fuera del surco, reduciendo la humedad y dificultando el tapado posterior del surco. De todas maneras es la única cuchilla que puede trabajar en óptimas condiciones en suelos con muchos años de siembra directa.

#10

Cuchilla Directa / 20 ondas

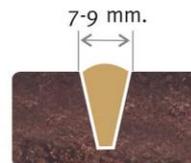
Diámetro 15", 16", 17", 18"
Tipo de ondas:
20 ondas tangenciales
lineales asimétricas.
Ancho de la banda
labrada: 10 mm



#11

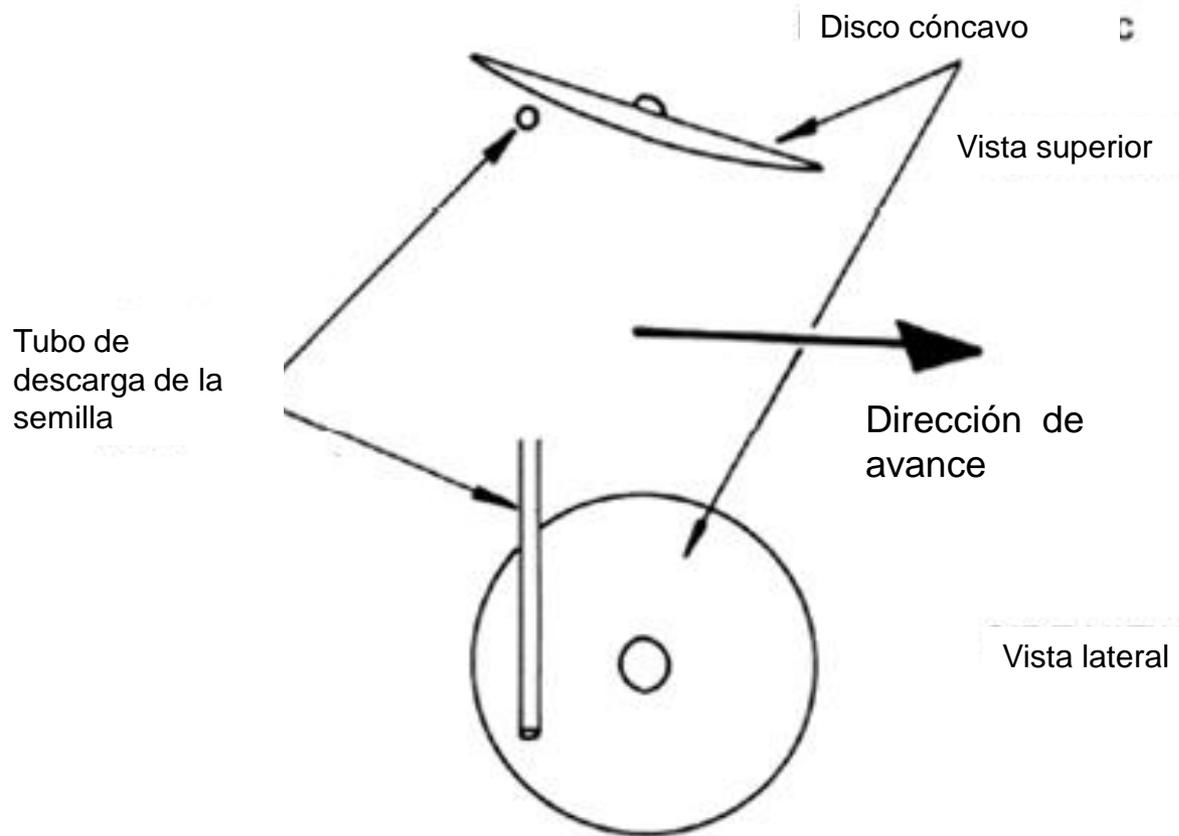
Cuchilla Directa / 30 ondas

Diámetro 15", 16", 17" y 18 "
Tipo de ondas tangenciales
lineales asimétricas.
Ancho de la banda
labrada: 8 mm.

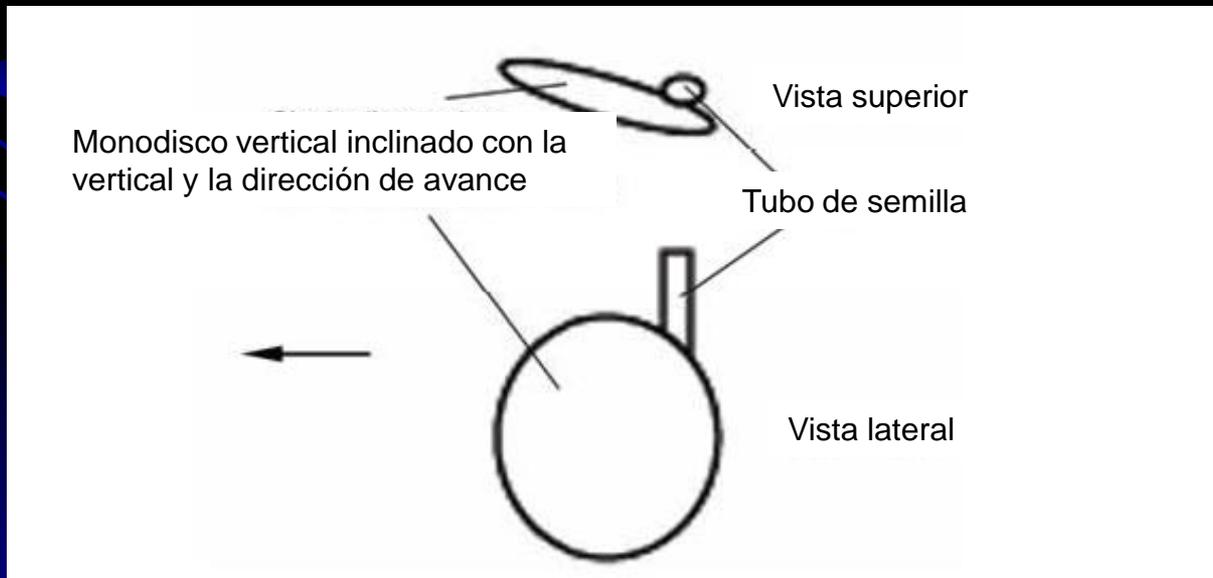
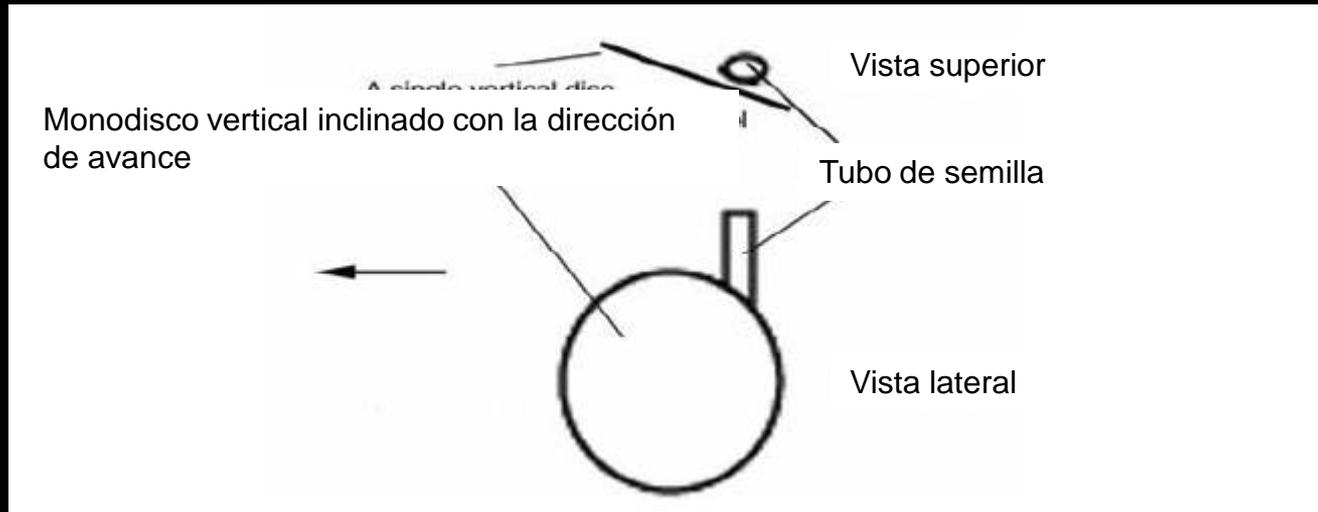


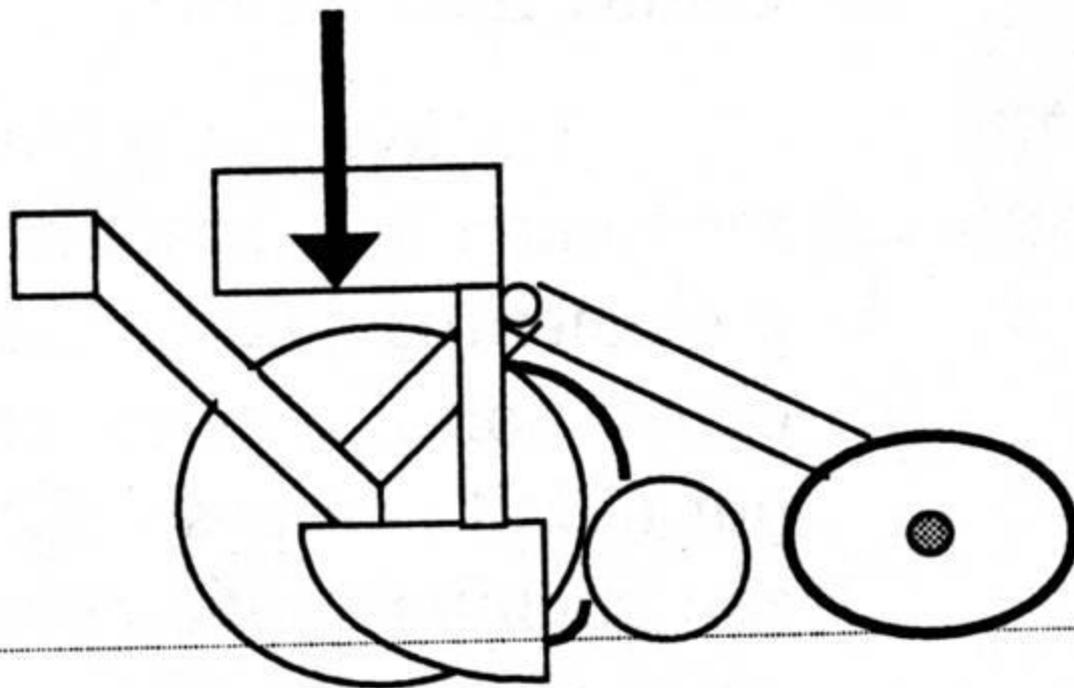
De características similares a la Directa de 20 ondas solo que de menor ancho para hacer menor remoción aún.

Abresurco de casquete



Abresurco de Monodisco

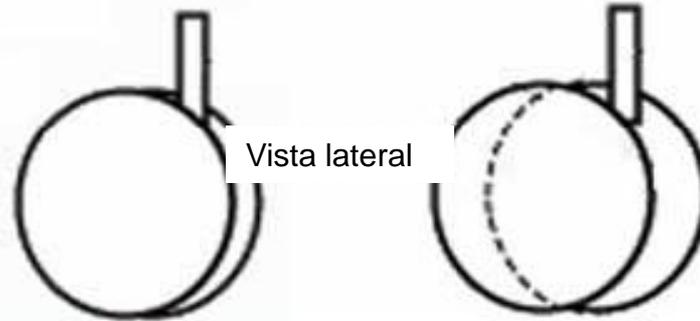
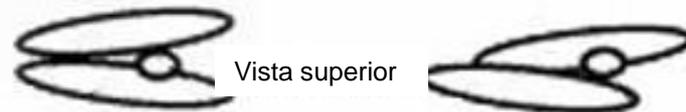




Monodisco con zapata.



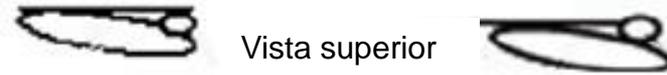
Discos dobles inclinados



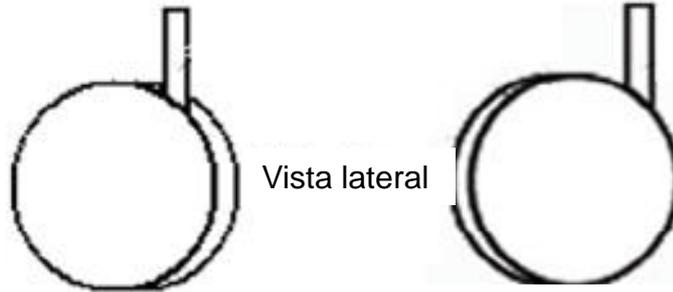
Doble disco cortador
Alineado ambos
inclinados

Doble disco cortador
desfasado ambos
inclinados

Abresurco de doble disco



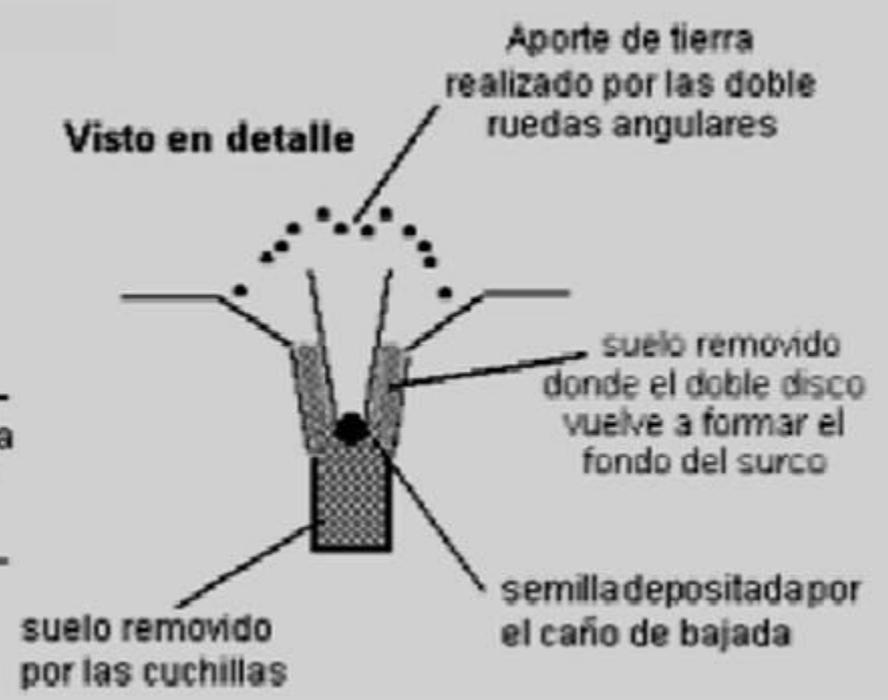
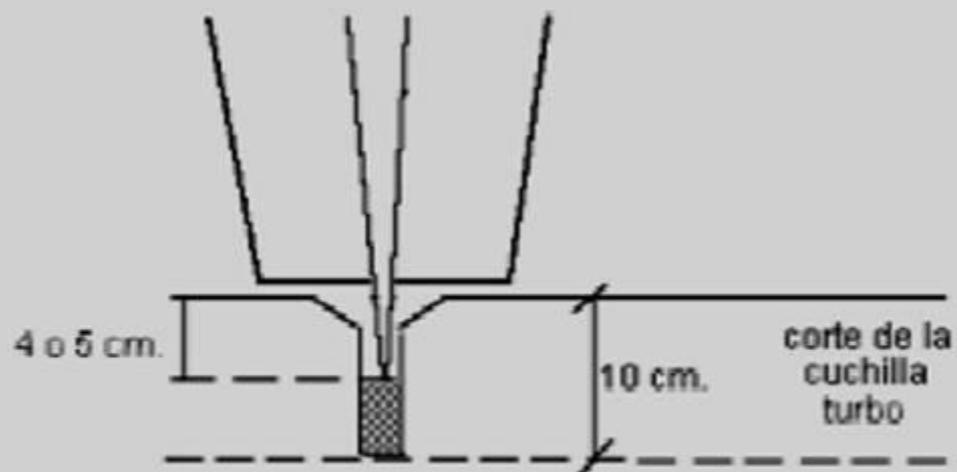
Vista superior



Vista lateral

Alineado uno vertical
Uno inclinado Doble
disco cortador

Escalonado uno vertical
Uno inclinado Doble
disco cortador



Mecanismos distribuidores

- Chorrillo:
 - Mecánicos
 - Roldana
 - Roldana con centro desplazable
 - Rodillo acanalado (rotor externo)
 - Chevrón
 - De dientes
 - Con Asistencia neumática

Mecanismos distribuidores

- Siembra monograno (Precisión):
 - Mecánicos
 - Plato oblicuo
 - Plato horizontal
 - Plato vertical alveolado (interno y externo)
 - Dedos
 - Distribuidores neumáticos:
 - Sobrepresión
 - Depresión

Rodillo acanalado



Registro de desplazamiento del rodillo acanalado





Rodillo acanalado

Engranajes que permiten el cambio de relación de transmisión entre la rueda y los distribuidores



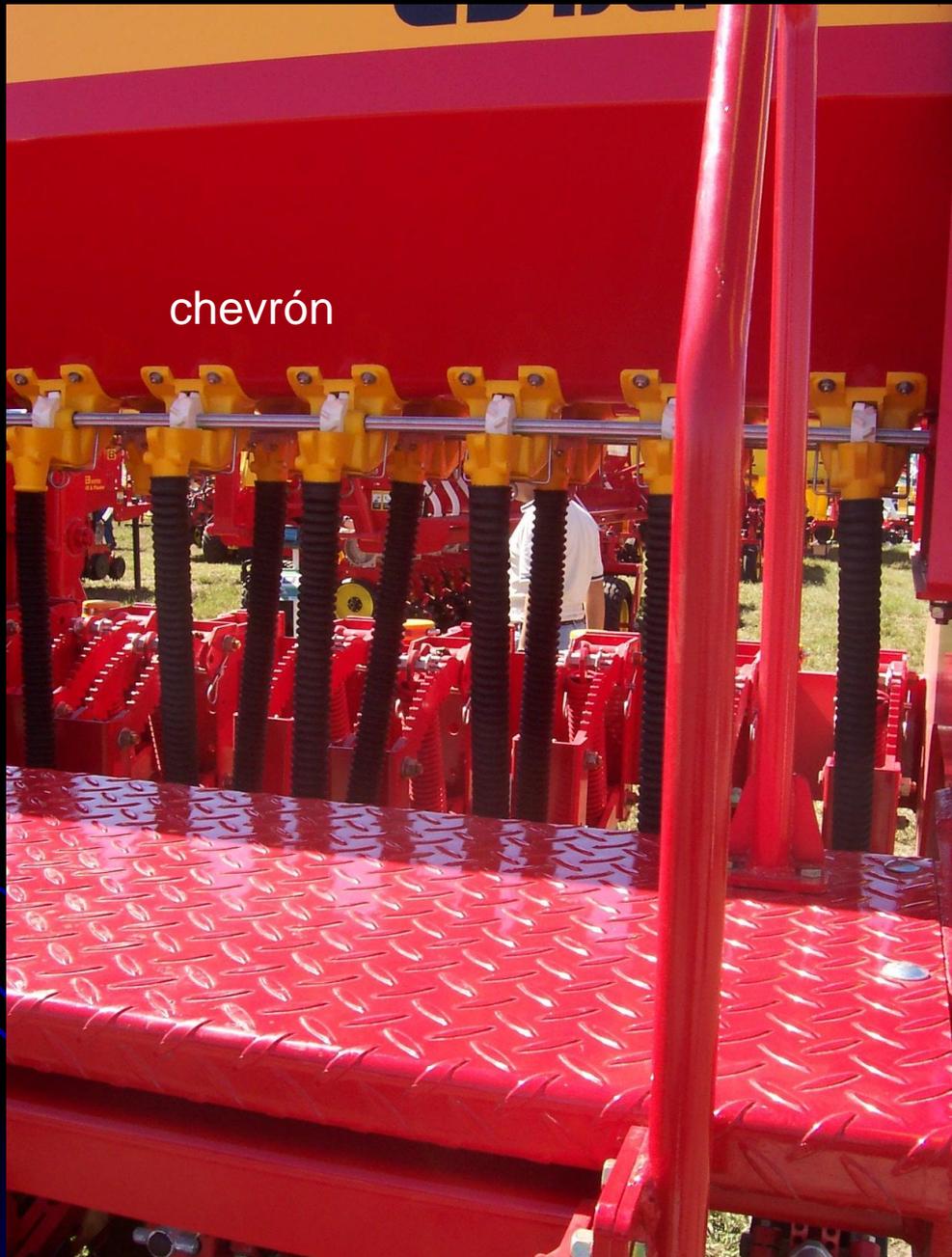
chevrón





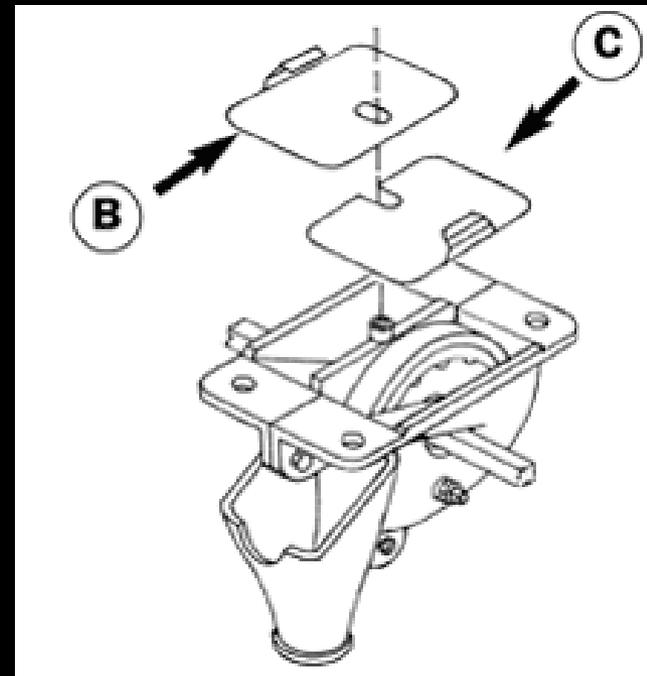
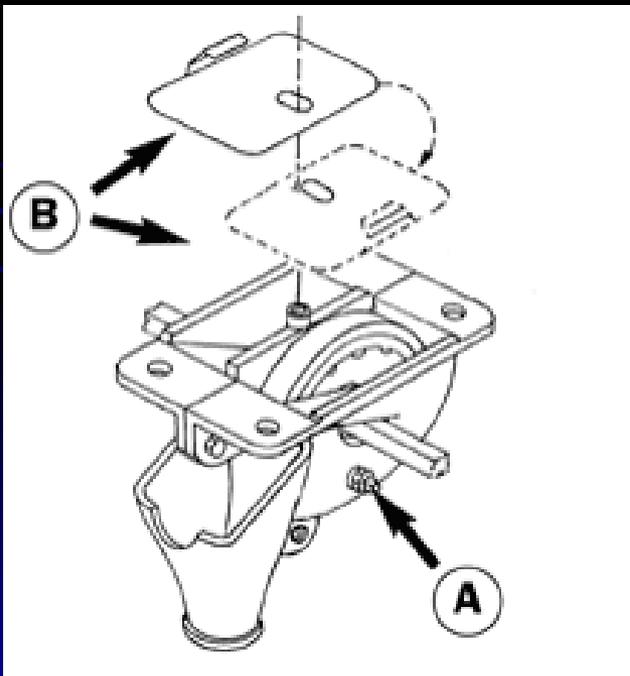


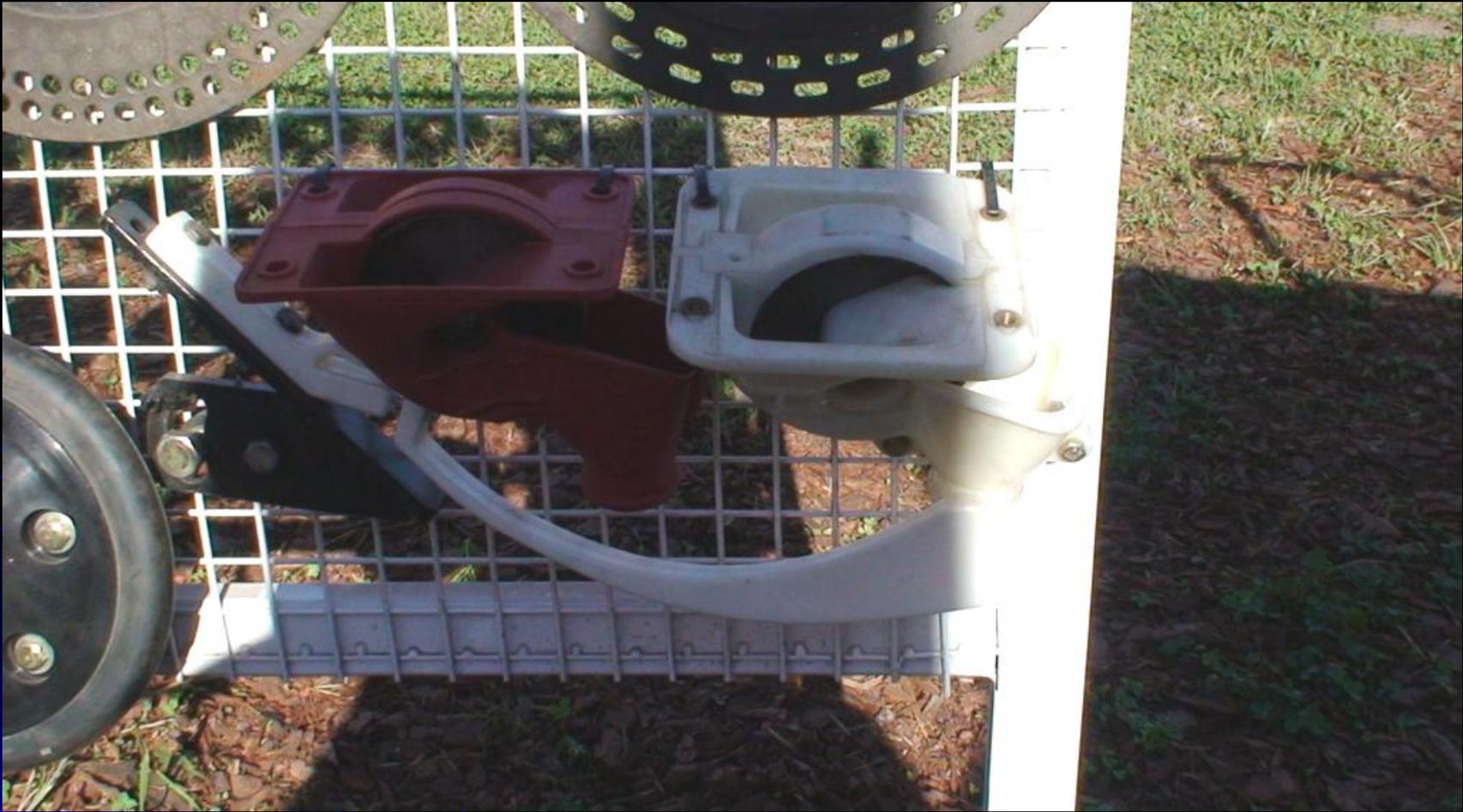
chevrón



roldana

- **Anulación de una boca de descarga:** Una tapa girable (B) asegura el cierre de una boca, en función de la dosificación elegida. **Anulación total:** Introduciendo la tapa postiza (C) por debajo de la (B) se obtura totalmente el descenso de semillas a través del dosificador.





Platillo vertical



Plato vertical alveolado externo

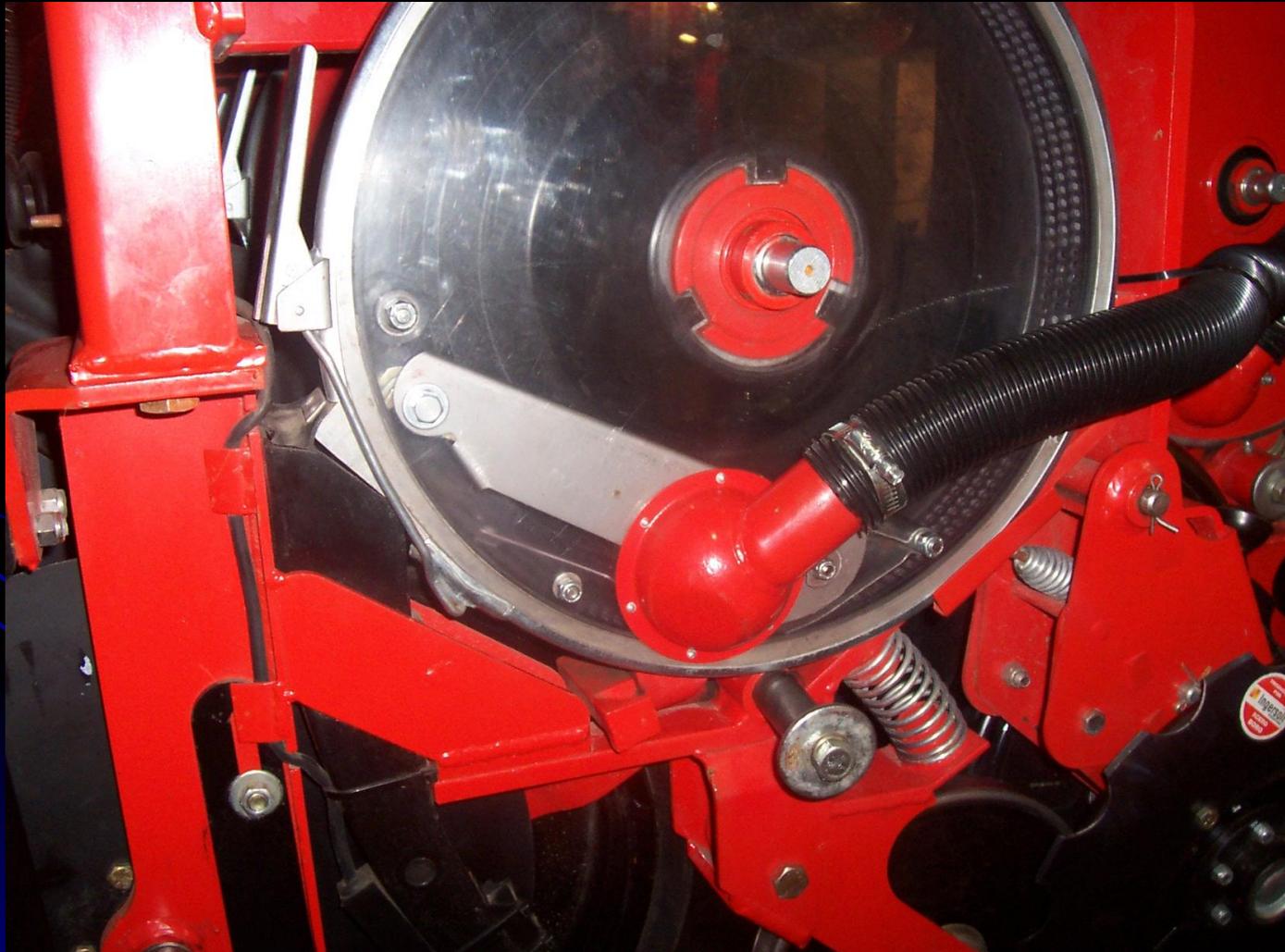




Plato vertical alveolado interno



Placa vertical alveolada interna



Placas para distintos cultivos



Dosificación mecánica y transporte neumático (Air drill)



Dosificación mecánica y transporte neumático



Distribuidor de rodillo acanalado
con transporte neumático

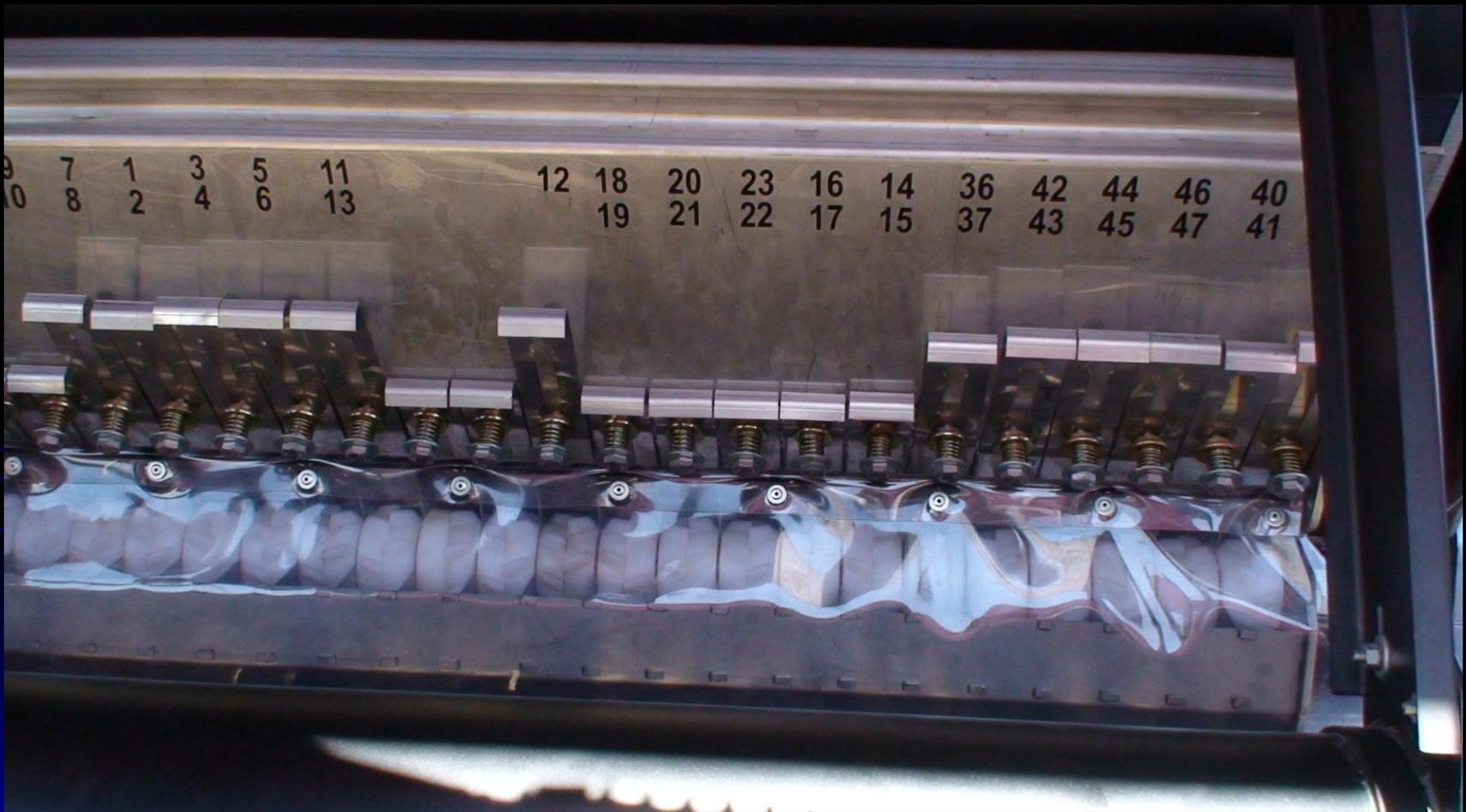
Dispositivo para disminuir la velocidad de la semilla y favorecer su caída



Diseño air drill con tren de siembra intermedio entre la tolva y el tractor

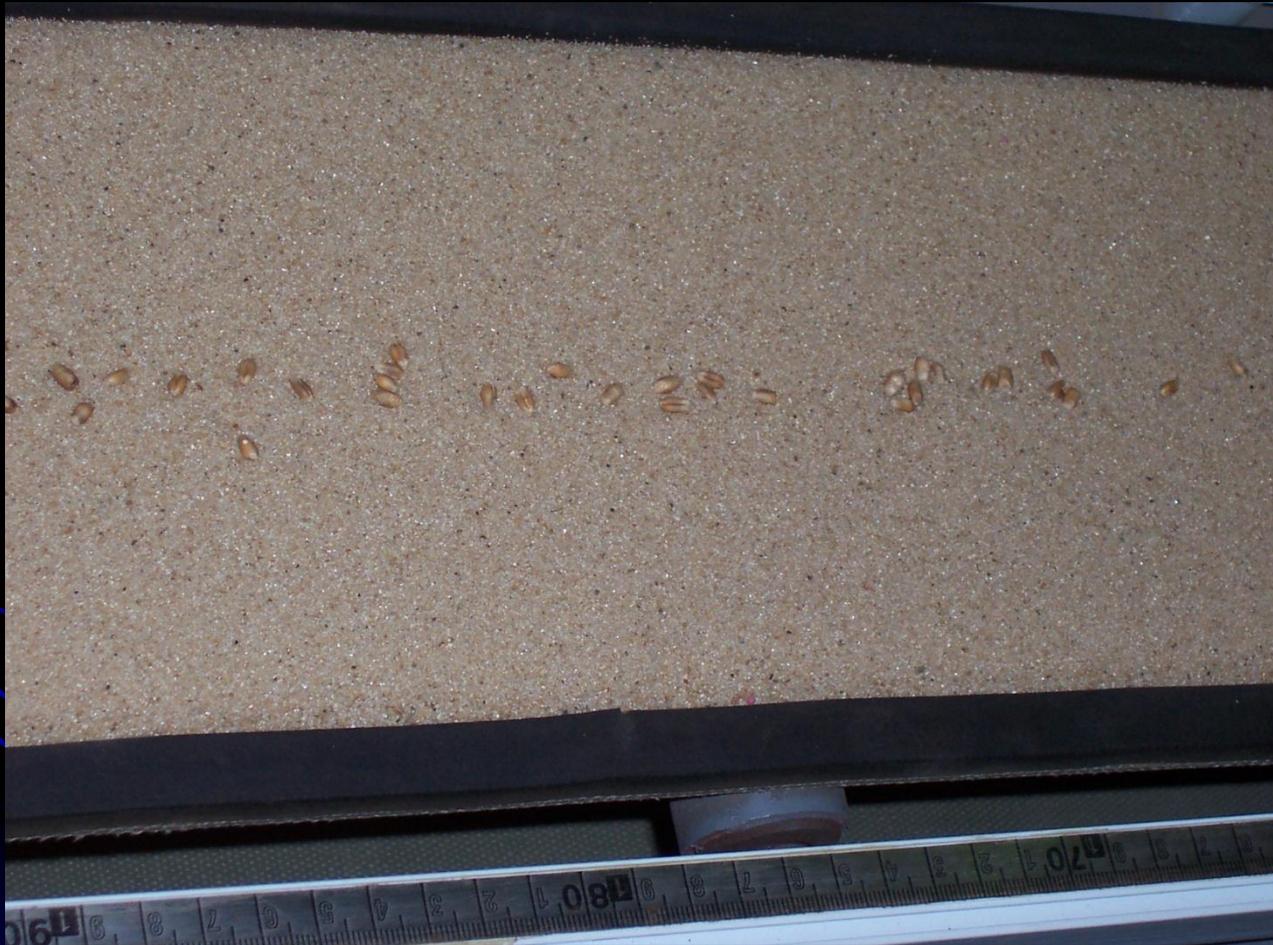


Dosificadores mecánicos tipo chevrón y anulación individual de líneas de siembra





Dosificador de roldana



Dosificación monograno



Dosificación con chevrón



¿qué es necesario controlar en la siembra?

- Densidad de siembra
- Uniformidad de siembra
- Corte de residuos de cosecha
- Profundidad de siembra
- Profundidad de trabajo
- Tapado de la semilla
- Ubicación del fertilizante
- Dosificación del fertilizante



Cálculo de la Densidad de Siembra

$$\text{Densidad de Siembra (kg/ha)} = \frac{\text{pl/ha} * \text{P1000} * 10000 \text{ (m}^2\text{/ha)}}{\%P * \%PG * \%Logro}$$

P1000: Peso de mil semillas, expresado en gramos.

%P: Pureza física, expresada en porcentaje.

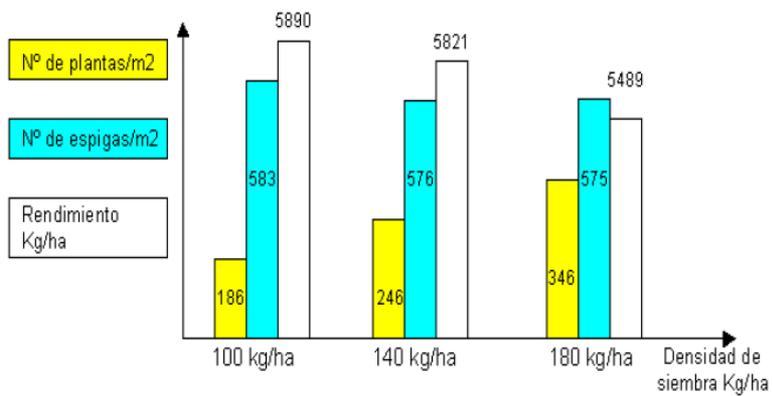
%PG: Poder Germinativo, expresado en porcentaje.

%Logro: Coeficiente de logro, índice que revela cuántas semillas viables sembradas llegan a desarrollar una plantula. Este coeficiente es propio de cada establecimiento en función de las características de las especies sembradas, la calidad del trabajo de siembra y las condiciones ambientales que afectan a la misma.





Respuesta a la Densidad de Siembra



Control de flujo y dosificación

- Estático: Control de flujo
 - Previo a la siembra, sobre todos los dosificadores
- Dinámico: control de flujo y dosis (densidad) de siembra
 - Previo a la siembra:
 - control de flujo
 - sobre todos los dosificadores.
 - En el momento de siembra:
 - Control de dosis
 - sobre un número representativo de dosificadores, en cada sector de la máquina sembradora (según el número de ruedas de mando de los dosificadores) si antes se efectuó control de flujo estático o dinámico

Control de dosificación

- Debe realizarse para cada situación de siembra
- La densidad de siembra puede variar entre otras causas
 - Las características propias de cada variedad
 - El estado de la máquina
 - Dosificadores
 - Mecanismos de transmisión del movimiento
 - rodado
 - El estado del terreno
 - Humedad
 - rugosidad

Densidad de siembra y uniformidad de siembra

- Elementos necesarios
 - Cinta métrica
 - Jalones
 - Balanza
 - Bolsas de polietileno
 - Banditas elásticas o precintos
 - Marcador indeleble
 - Lápiz y papel
 - Calculadora

¿Por qué se debe regular la sembradora todos los años?

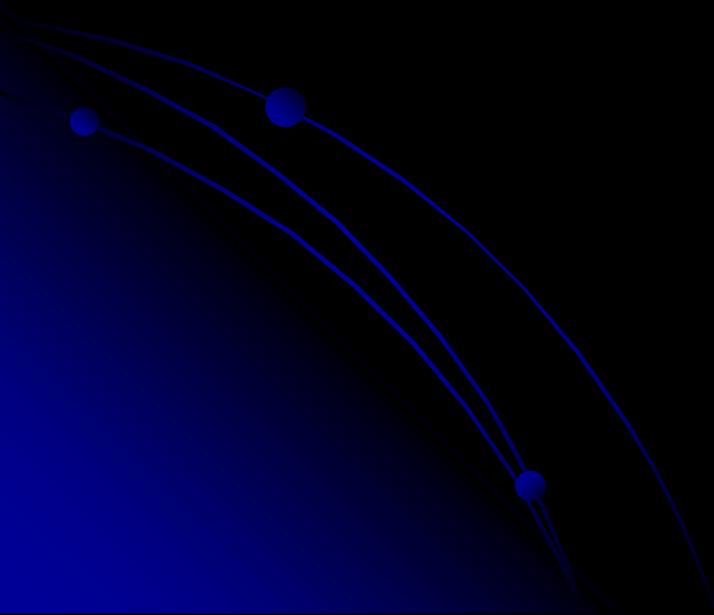
- **La semilla cambia**
 - Poder germinativo
 - Pureza
 - Peso de mil granos
 - Forma de los granos y su coeficiente de rozamiento interno
- **El estado de la máquina no es el mismo de un año a otro**
 - Estado de los dosificadores
 - Ajuste luego de reparaciones
 - Estado de las cadenas y tensores del tren cinemático
 - Estado de los neumáticos de la rueda de mando
- **El estado del terreno cambia de año a año y de lote a lote**
 - Vibraciones de la máquina según el estado del suelo y el cultivo antecesor
 - Cambios en la velocidad de trabajo
 - Variaciones en el patinamiento pasivo de la rueda de mando de los dosificadores de la sembradora, según el estado del suelo, el desgaste y la presión de inflado del neumático

La densidad teórica se puede ver afectada por

- El patinamiento pasivo de las ruedas de mando de la sembradora
- La carga de los dosificadores en relación a las vibraciones de la máquina sembradora (por la rugosidad del suelo y la velocidad de desplazamiento)
- La merma de poder germinativo por el daño mecánico producto de los mecanismos dosificadores

Qué diferencia los ensayos estáticos y dinámicos

- Las vibraciones del terreno y la carga de los dosificadores
- El patinamiento pasivo de las ruedas de la sembradora



metodología

- Previo a la campaña
- Estático, en galpón (control de flujo)
 1. Se limpia y acondiciona la máquina (preferentemente al final de la campaña anterior)
 2. Se levanta la máquina
 3. Se mide o calcula el perímetro
 4. Se carga la máquina con semilla
 5. Se identifica una relación de transmisión representativa de la densidad de siembra que se desea sembrar
 6. Se corrobora que el sistema haya engranado correctamente
 7. Se gira la rueda de mando de la máquina para que se carguen los dosificadores
 8. Se liberan los tubos de descarga para colocar las bolsas
 9. Se colocan bolsitas sostenidas con bandas o precintos
 10. Se gira la rueda durante un tiempo pre-establecido que tenga relación con una cantidad de vueltas equivalente a una distancia de 30-50-100 m
 11. Se recogen las bolsas con semilla y se las pesa individualmente
 12. Se calculan los desvíos con respecto a la media tratando de mantener una tolerancia no mayor al 10% (CV no superior al 10%)
 13. Se identifican y solucionan los problemas de aquellos dosificadores que no entran en tolerancia
 14. Se corroboran los cambios introducidos

Se controla la uniformidad de flujo de semillas entre distribuidores

Dinámico en campo el día de siembra (si se evaluó el flujo de la máquina previamente)

1. Se limpia la máquina de la semilla pre-existente y se acondiciona la máquina
2. Se carga la máquina con semilla
3. Se identifica una relación de transmisión representativa de la densidad de siembra que se desea sembrar
4. Se traslada la máquina en posición de trabajo para hacer girar la rueda de mando de la máquina para que se carguen los dosificadores
5. Se corrobora que el sistema haya engranado correctamente
6. Se mide una distancia equivalente a 30-50 m con cinta métrica y se jalona la misma
7. Se liberan los tubos de descarga para colocar las bolsas en un número reducido de dosificadores de cada una de las secciones de la máquina
8. Se colocan bolsitas sostenidas con bandas o precintos
9. El conjunto se traslada la distancia medida a la velocidad de trabajo de la máquina sembradora
10. Se recogen las bolsas con semilla y se las pesa individualmente
11. Se calcula el promedio y se sacan los desvíos con respecto a la media tratando de mantener una tolerancia cuantificada por el CV no mayor al 10%
12. Se calcula la densidad de siembra a partir del peso promedio y de la superficie recorrida (número de líneas de siembra x distancia entre líneas de siembra x distancia recorrida)
13. Si se identifican variaciones importantes entre los dosificadores se buscan los posibles problemas o se controlan la totalidad de los dosificadores
14. Se corroboran los cambios introducidos
15. Se modifica la relación de transmisión si aquella difiere significativamente de la densidad deseada

Dinámico, en campo o camino

1. Se limpia y acondiciona la máquina (preferentemente al final de la campaña anterior)
2. Se carga la máquina con semilla
3. Se identifica una relación de transmisión representativa de la densidad de siembra que se desea sembrar
4. Se traslada la máquina en posición de trabajo para hacer girar la rueda de mando de la máquina para que se carguen los dosificadores
5. Se corrobora que el sistema haya engranado correctamente
6. Se mide una distancia equivalente a 30-50 m con cinta métrica y se jalona la misma
7. Se liberan los tubos de descarga para colocar las bolsas
8. Se colocan bolsitas sostenidas con bandas o precintos
9. El conjunto se traslada la distancia medida a la velocidad de trabajo de la máquina sembradora
10. Se recogen las bolsas con semilla y se las pesa individualmente
11. Se calcula el promedio y se sacan los desvíos con respecto a la media tratando de mantener una tolerancia cuantificada por el CV no mayor al 10%
12. Se calcula la densidad de siembra a partir del peso promedio y de la superficie recorrida (número de líneas de siembra x distancia entre líneas de siembra x distancia recorrida)
13. Se identifican y solucionan los problemas de aquellos dosificadores que no entran en tolerancia
14. Se corroboran los cambios introducidos
15. Se modifica la relación de transmisión si aquella difiere significativamente de la densidad deseada

Qué puede ocasionar las diferencias de entrega entre dosificadores?

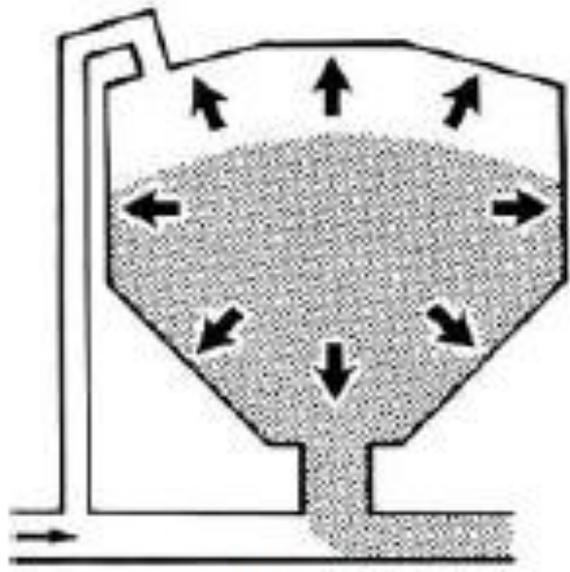
- Limpieza de los sectores de alimentación de los dosificadores
- Presencia, ausencia o rotura de removedores
- Presencia, ausencia o inadecuada colocación de las chapas en dosificadores de roldana
- Diferencias en la regulación de las compuertas de descarga (lengüetas) en dosificadores de rodillo acanalado
- Desgaste de los dosificadores y juego axial de los mismos
- Diferencias en la regulación de sectores de la máquina
- Diferencias entre presiones de inflado de ruedas de mando

Máquinas con dosificación mecánica y transporte neumático (Air Drill)

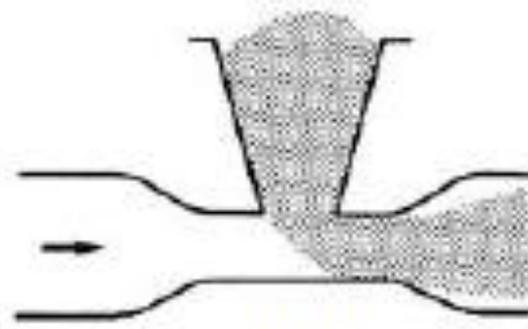
- la densidad puede ser afectada por el método utilizado para alimentación del producto en la corriente de aire.
- Debido a que la corriente de aire se encuentra bajo presión, el aire puede volver hacia atrás por el dosificador

La corriente de aire debe ser controlada

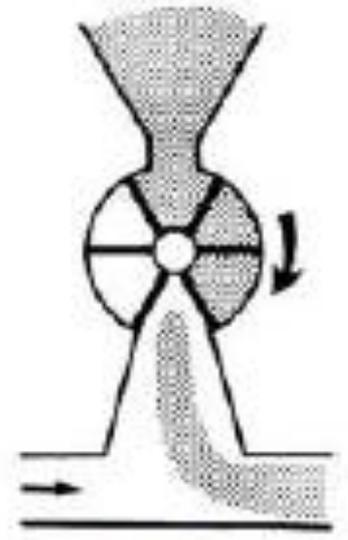
- 1. utilizando un tanque presurizado
- 2. Por un sistema Venturi
- 3. Con una válvula de bloqueo
- 4. alguna combinación de los sistemas anteriores



(1)



(2)



(3)

Errores en densidad

- pendientes del terreno
 - Variaciones de la velocidad de desplazamiento
 - deslizamiento de las ruedas
 - demasiada semilla en la tolva
 - demasiado poca semilla en la tolva,
- 

Al calibrar una sembradora de aire

- el ventilador debe estar funcionando
- Se debe permitir la salida del aire de los recipientes de recolección de la semilla
- Es conveniente trabajar a la velocidad de régimen establecida del ventilador ya que puede afectar a la exactitud de medición.
 - la medición puede verse afectada por una fuga en la presión del tanque
 - un inicio de semillas parcialmente restringido o múltiple
 - mal sellado de la válvula de bloqueo.

Determinación de densidad y uniformidad

- Coloque recipientes en cuatro o más mangueras de suministro.
- Coloque un saco de tela o un recipiente con una tapa que permita que escape el aire
- Calcular el número de rotaciones del distribuidor hechas en una distancia seleccionada (50 m)
- Gire el mecanismo el número de vueltas seleccionado, luego de pesar y calcular el peso total.
- Use una balanza con grado de precisión acorde al peso de la muestra
- 10 al 15% de variación con respecto a la media es aceptable

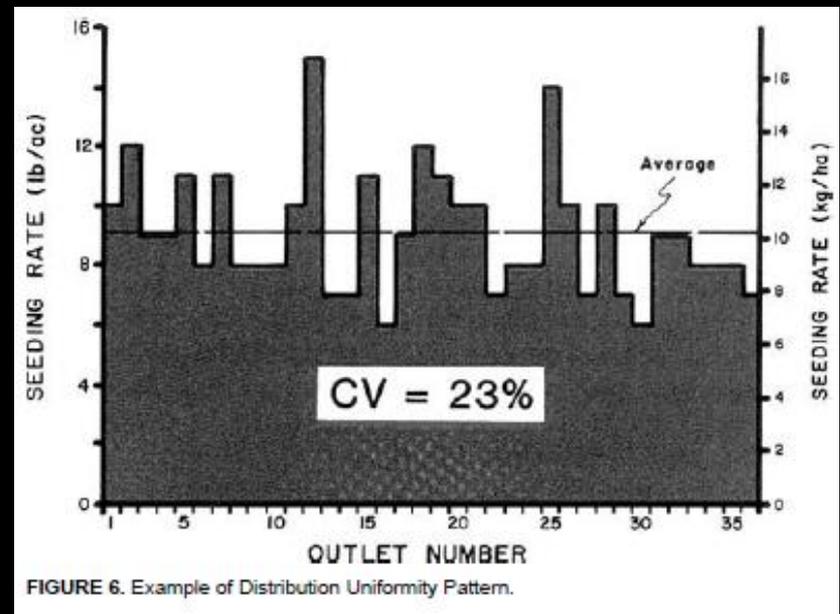


FIGURE 6. Example of Distribution Uniformity Pattern.

Tipos de distribuidores

- tipo C no tienen colectores y la distribución es tan uniforme como con sembradoras convencionales.
- En general, la distribución ha sido más uniforme con los sistemas de tipo B que con los sistemas de tipo A.
- No todos los sistemas de tipo A producen una distribución desigual
- Las pruebas del PAMI han demostrado que mientras que algunos eran muy buenos otros eran "inaceptables".

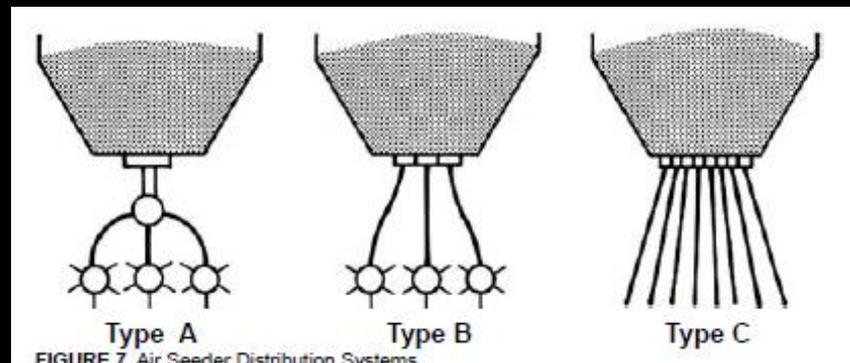
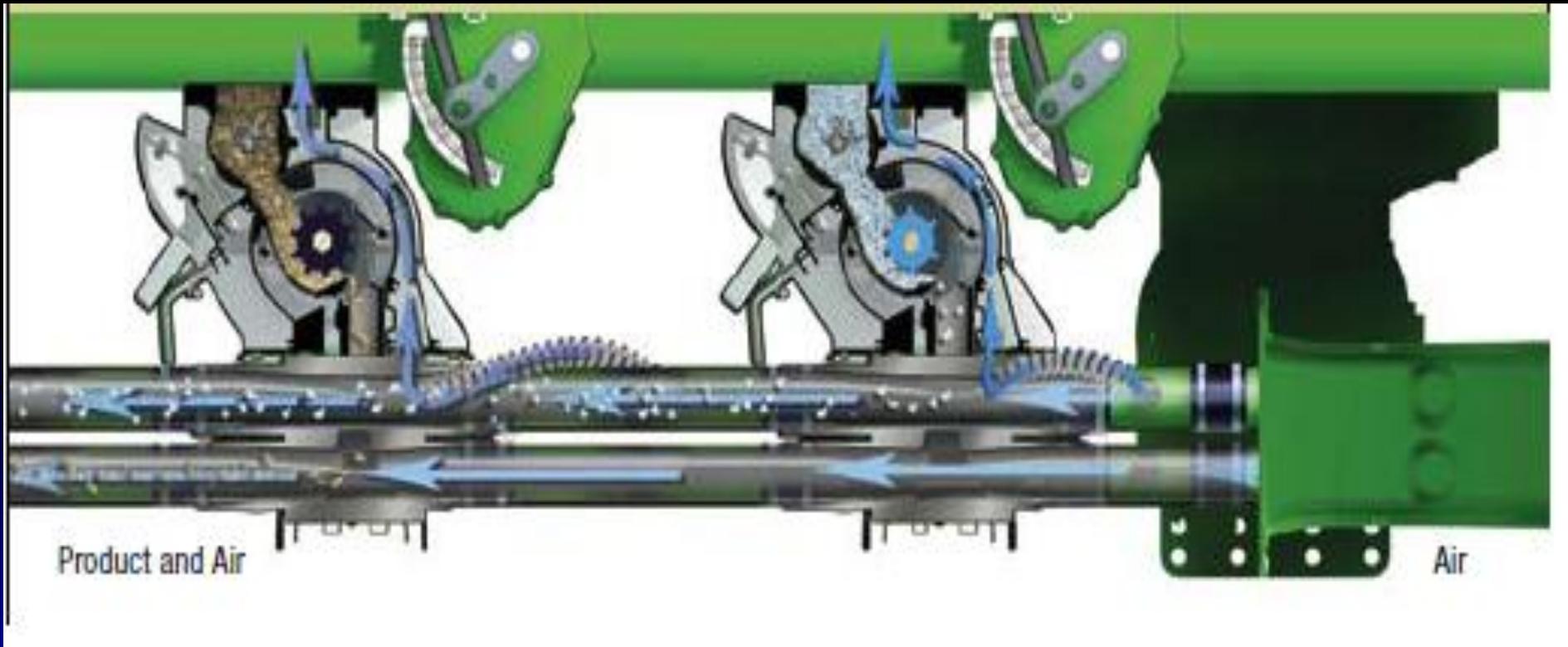
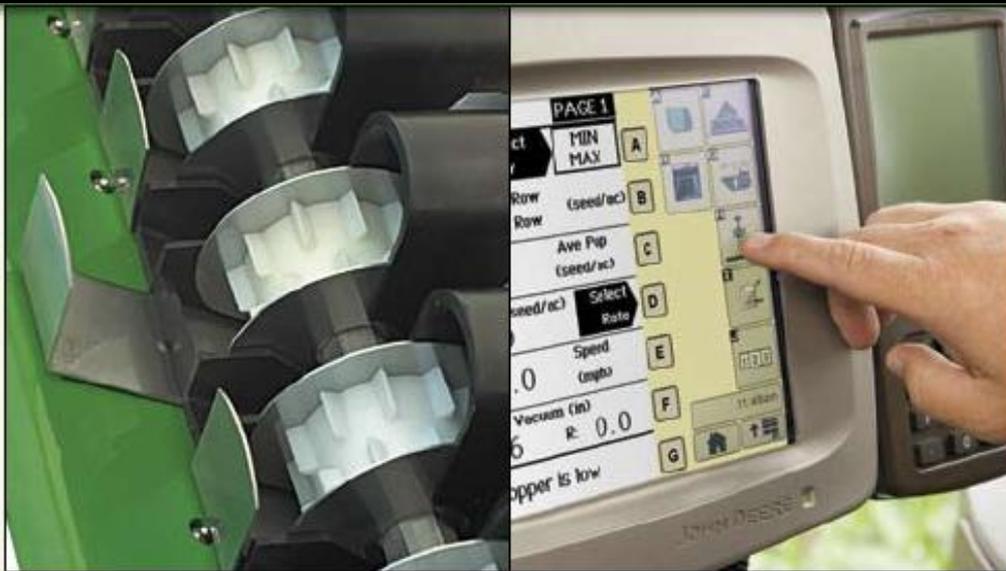
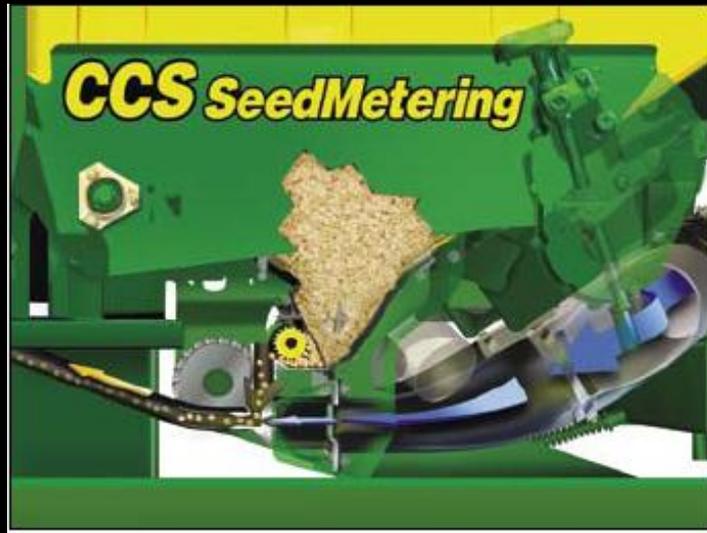


FIGURE 7. Air Seeder Distribution Systems.

Causas de desuniformidad

- por curvas cerradas en las mangueras justo antes de un colector
- grandes diferencias entre las longitudes de las mangueras
- tamaños de las mangueras no armonizados
- diseño del colector no simétrico
- la operación en laderas
- las velocidades del ventilador muy bajas
- bloqueo de salidas múltiples a menudo deliberadamente para que coincida con el número de líneas de siembra
- Forma de las tapas para el bloqueo de los orificios de los colectores
- Los fabricantes han sido instados a suministrar diversos tamaños múltiples para que coincida con la mayoría de los cultivadores





Ensayo



FIGURA 1: Dosificador *Chevron*



FIGURA 2: Dosificador tipo *roldana*

- Metodología:
- Pesada de semilla con balanza de precisión electrónica (0,01g)
- 2,7 datos por segundo
- Velocidad de trabajo de 6,9 km/h

resultados

TABLA 1. Densidades de siembra y regímenes de giro del rotor registrados para las diferentes regulaciones.

<i>Chevron</i>			<i>Roldana</i>		
Regulación	Densidad media kg.ha ⁻¹	Régimen medio del rotor (rpm)	Regulación	Densidad media kg.ha ⁻¹	Régimen medio del rotor (rpm)
C1	52,14	3,17	R1	66,32	2,20
C2	69,12	4,19	R2	84,45	2,73
C3	88,24	5,26	R3	94,99	3,07
C4	111,09	6,60	R4	112,64	3,66
C5	134,85	8,20	R5	135,87	4,32
C6	184,75	10,85	R6	171,40	5,37
			R7	204,34	6,17

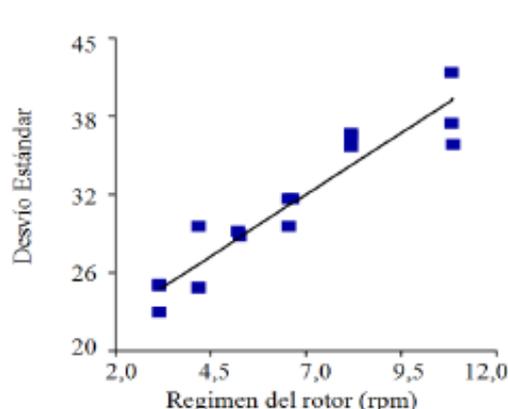


FIGURA 4: Respuesta del desvío estándar de la densidad de siembra al régimen del rotor *chevron*
 $DST \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} = 1,98 x + 18,63 \text{ (R}^2=0,89\text{)}$ siendo x la variable independiente: rpm del rotor.

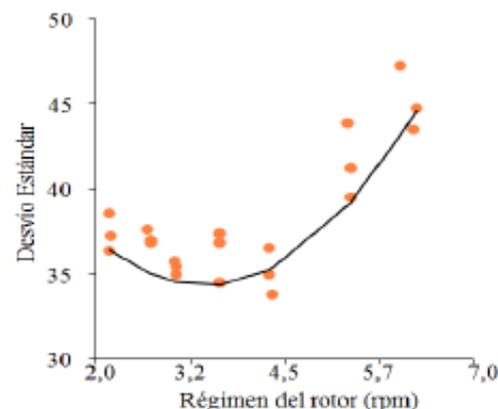


FIGURA 5: Respuesta del desvío estándar de la densidad de siembra al régimen del rotor *roldana*.
 $SDT \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} = 1,32 x^2 - 9,16 x + 51,39 \text{ (R}^2 = 0,82\text{)}$, siendo x la variable independiente: rpm del rotor.

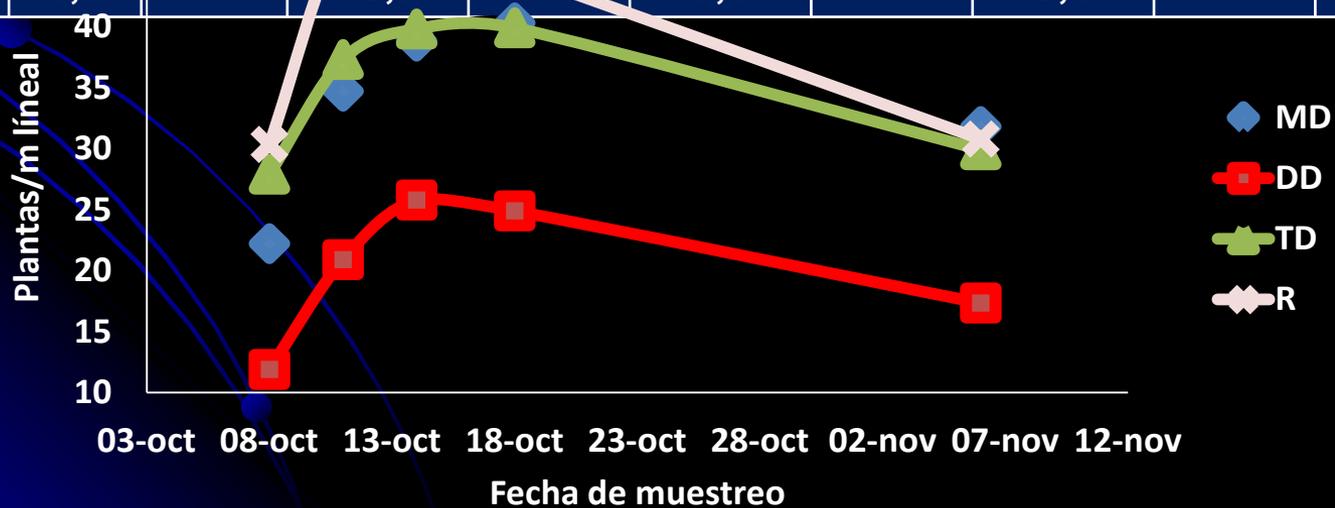
Conclusiones

- El aumento de la velocidad de rotación causa un aumento de la uniformidad de entrega para ambos sistemas
- A igualdad de densidades no hubo diferencias entre ambos dosificadores
- Qué dice la Norma?
- Pero:
 - Rotura de granos?
 - El ensayo habla de precisión?
 - $1s/2,7 = 1$ dato cada 0,37s
 - $V_a = 6,9$ km/h
 - 1,92 m/s --- 0,71 m/s
 - 250-400 plantas/m²
 - 4.000.000 pl/ha
 - 70 pl/m ---- 50 pl/0,71 m

ENSAYO DE TRENES DE SIEMBRA

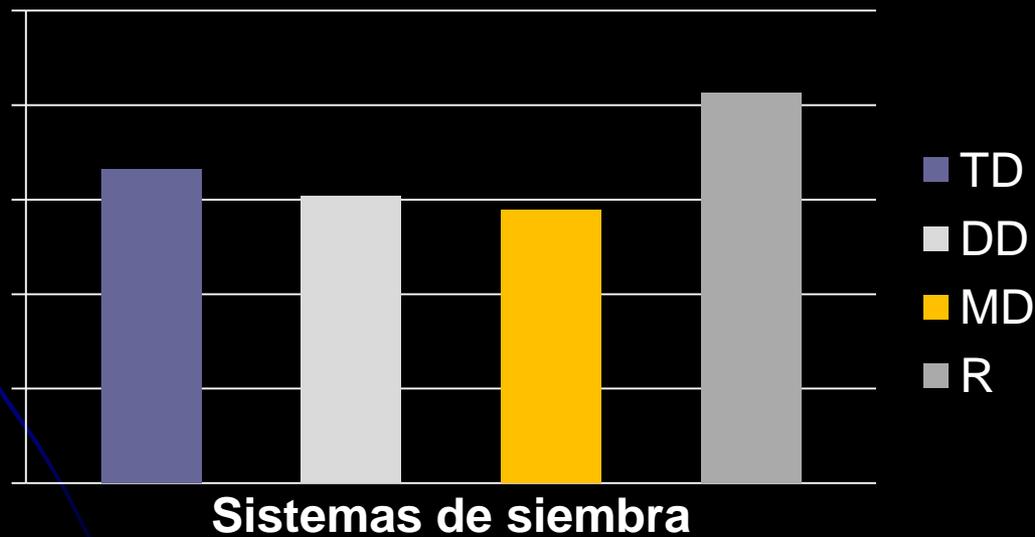


	08-oct		11-oct		14-oct		18-oct		06-nov	
	Planta s/m	Desvío	Plantas/m	Desvío	Plantas/m	Desvío	Plantas/m	Desvío	Plantas/m	Desvío
Monodisco	22,2 a	17,4	34,7 ab	18,1	38,8 ab	18,0	40,3 a	17,0	31,8 a	16,8
Doble disco	11,9 a	7,8	20,9 a	9,4	25,8 a	12,1	24,9 a	10,6	17,3 a	9,6
Triple disco	27,9 a	23,6	37,3 ab	21,6	39,8 ab	19,4	39,9 a	19,1	29,9 a	11,9
Reja	30,3 a	13,7	47,4 b	15,1	47,1 b	15,3	44,4 a	14,4	30,8 a	16,2
Promedio	23,1 a		35,1 b		37,9 b		37,4 b		27,5 ab	
Desvío	8,2		10,9		8,9		8,6		6,8	

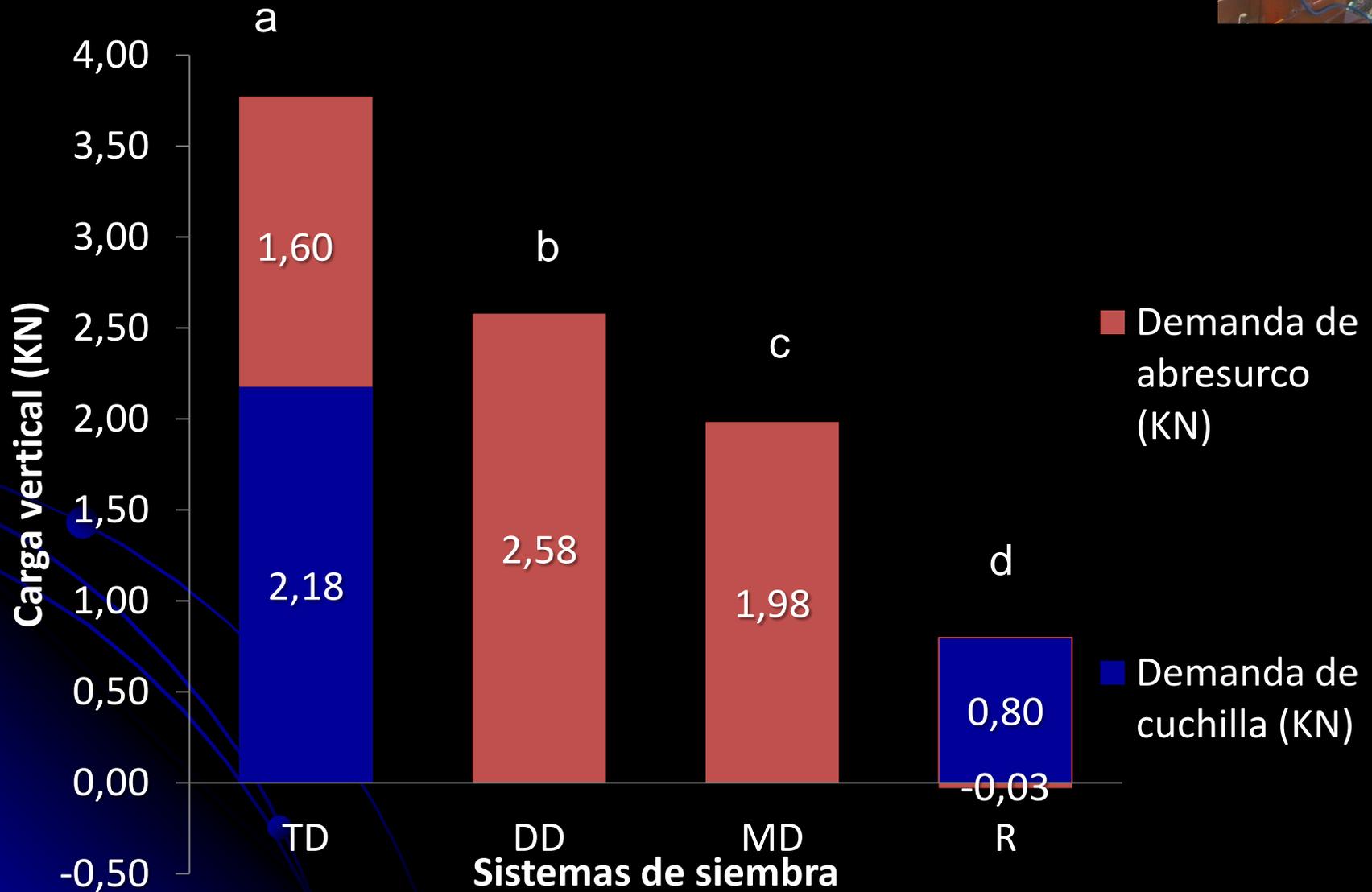


	Profundidad de surco	Profundidad de siembra	
	Promedio (cm)	Promedio (cm)	Desvío
Triple disco	5,32 a	5,32 a	0,33
Doble disco	4,93 a	5,73 a	0,79
Monodisco	4,59 a	4,59 a	0,70
Reja	11,66 b	6,66 a	0,85

Humedad Gravimétrica (%)



Ensayo *Carga vertical*



Esfuerzo de Tracción

