

# Máquinas para la siembra de cultivos

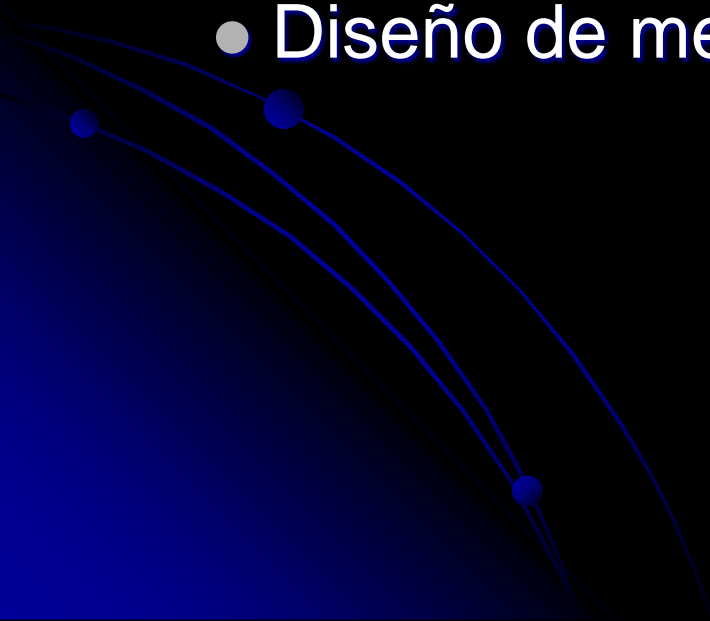
Siembra de precisión



# 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

- Siembra convencional
  - Diseño de mecanismos de dosificación
- Siembra directa
  - Diseño de mecanismos del tren de siembra
  - Diseño de mecanismos de dosificación



# Control del tren de siembra

- Control del sistema de corte de residuos y roturación del suelo (similar al sembradoras de grano fino)
- Control del sistema de preparación de la línea de siembra
  - Del barrido de residuos (posición y tensión)
  - Del barrido de cascotes (posición)
- Control del sistema abresurco
  - Control de la profundidad de trabajo
  - Control de la presión sobre las ruedas limitadoras
  - Control de la limpieza de los mecanismos abresurcos
- Control de mecanismos que afirman la semilla
  - Control de posición
  - Control de tensión
- Control de las ruedas tapadoras
  - Control de la presión de las ruedas tapadoras
  - Control de la posición de los mecanismos de tapado
  - Control de la tensión de los mecanismos de tapado

# Sistemas de control y gestión en sembradoras de precisión

- Control de la dosificación de semilla
  - Control de la rueda de mando
  - Sistema de control de la velocidad del dosificador
  - Sistemas de control del dosificador (relación semilla alvéolo)
    - Enrasadores
    - Expulsores
    - Chapón cubre-fondo
    - Del ajuste placa contraplaca
    - Del nivel de depresión o soplado del aire
    - Del caudal de aire
- Control del transporte de la semilla
  - De la tolva al dosificador
  - Del dosificador al fondo del surco
- Control de la dosificación del fertilizante
  - Control de la capacidad del dosificador
  - Control de la velocidad del dosificador
  - Control de la descarga del dosificador
- Sistema de información
  - Control de la información
- Control del transporte del fertilizante
  - De la tolva al surco

# Factores que inciden en el grado de precisión

- Sistema de siembra
- Diseño de la máquina
- Mantenimiento de la sembradora
- Regulación de la sembradora
- Capacitación de los operarios
- Control de la labor
- Sistema de gestión de información
- Velocidad de labor

# ¿con qué factores se relaciona la precisión en la siembra?

**El grado de uniformidad con el cual la semilla es depositada en el suelo**

- **Uniformidad de la distancia entre líneas**
- **Uniformidad en el distanciamiento entre plantas en la línea de siembra**
  - **Duplicaciones**
  - **Fallas**
  - **Grado de dispersión de las semillas**
  - **Rotura o daño de semilla**
- **Uniformidad en la profundidad de siembra**

# Profundidad de labor

- Sistema de labranza
- Diseño de la sembradora
- Capacidad de penetración
- Características del tren de siembra
- Tipo y estado del terreno
- Tipo de residuos y uniformidad de distribución
- Regulación de la sembradora
- Velocidad de trabajo



# Distancia entre plantas

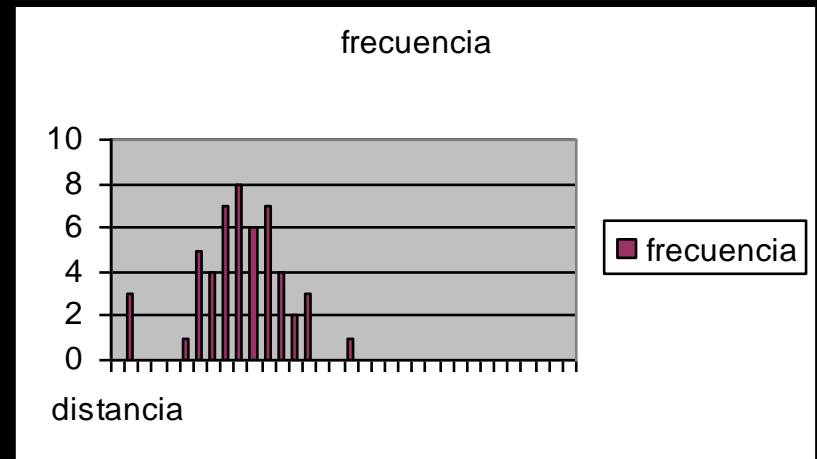
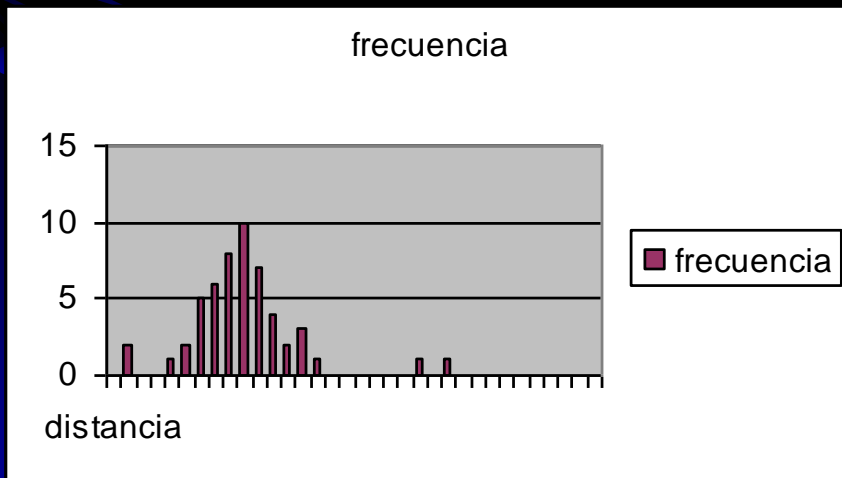
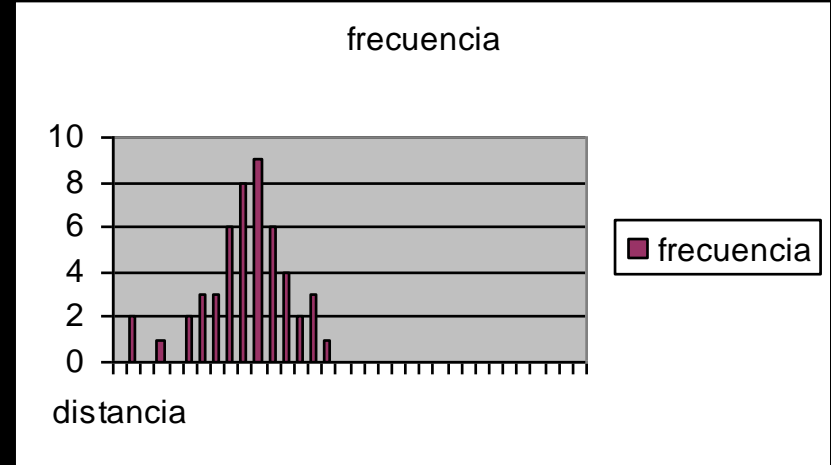
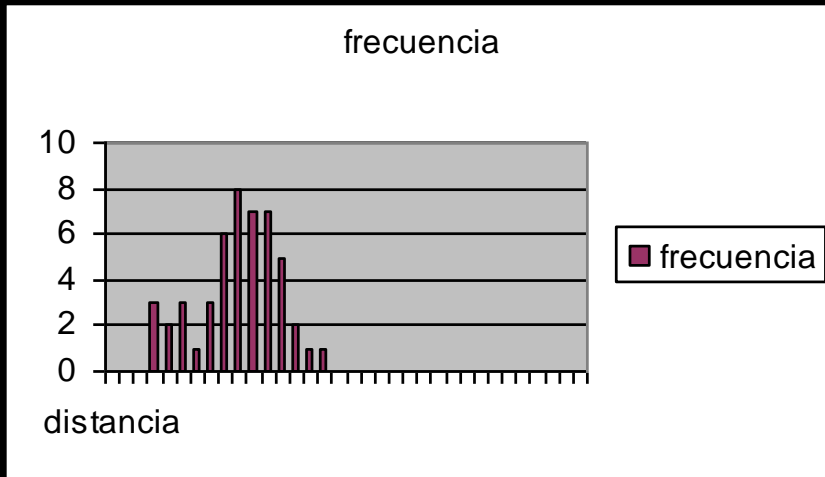
- **Diseño del dosificador**
  - Tamaño de la placa
  - Número de alvéolos
  - Número de hileras de alvéolos
  - Altura de descarga de la semilla
  - Lugar de descarga
  - regulación de los gatillos enrasadores y expulsores
- **Calibración de la semilla**
- **Selección de la placa semillera**
- **Sistema de transporte de semilla al surco**
- **Diseño del tubo de descarga**
- **Sistema de transmisión**
- **características del lote**
- **velocidad de avance acorde con el estado del terreno, el diseño del dosificador y el grado de precisión requerido**

# Cómo sembramos maíz?

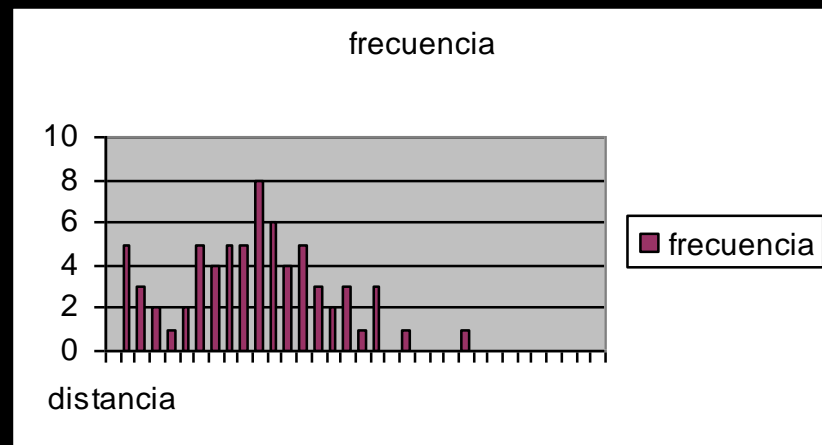
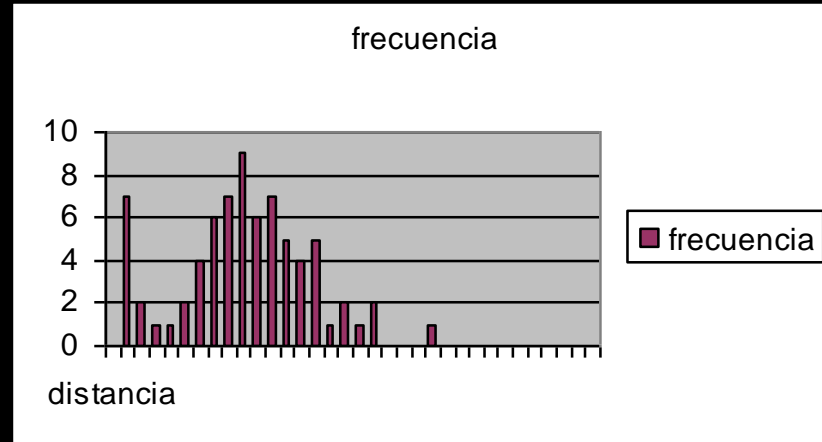
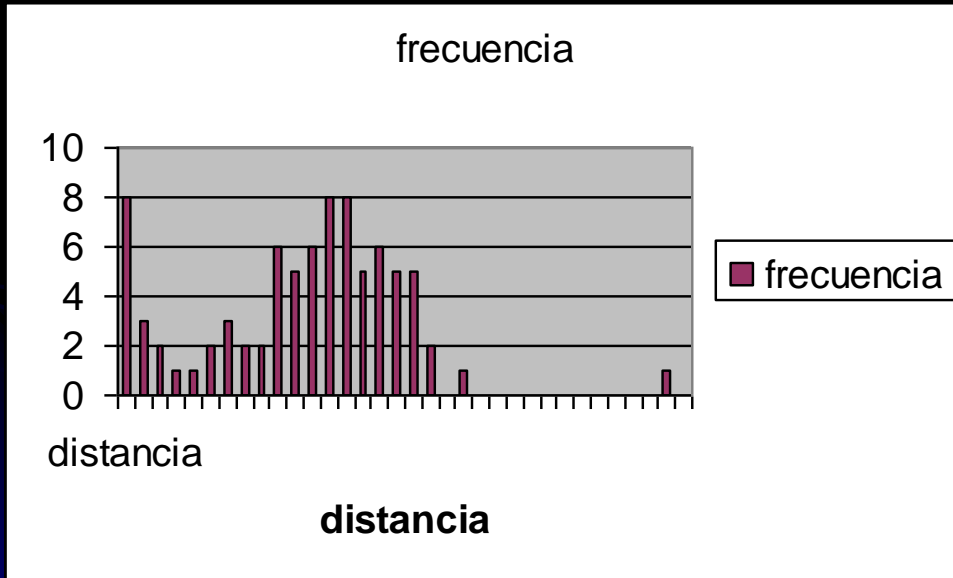




# Más o menos bien!!!



# Más o menos mal?



# Siembra de maíz en EEUU

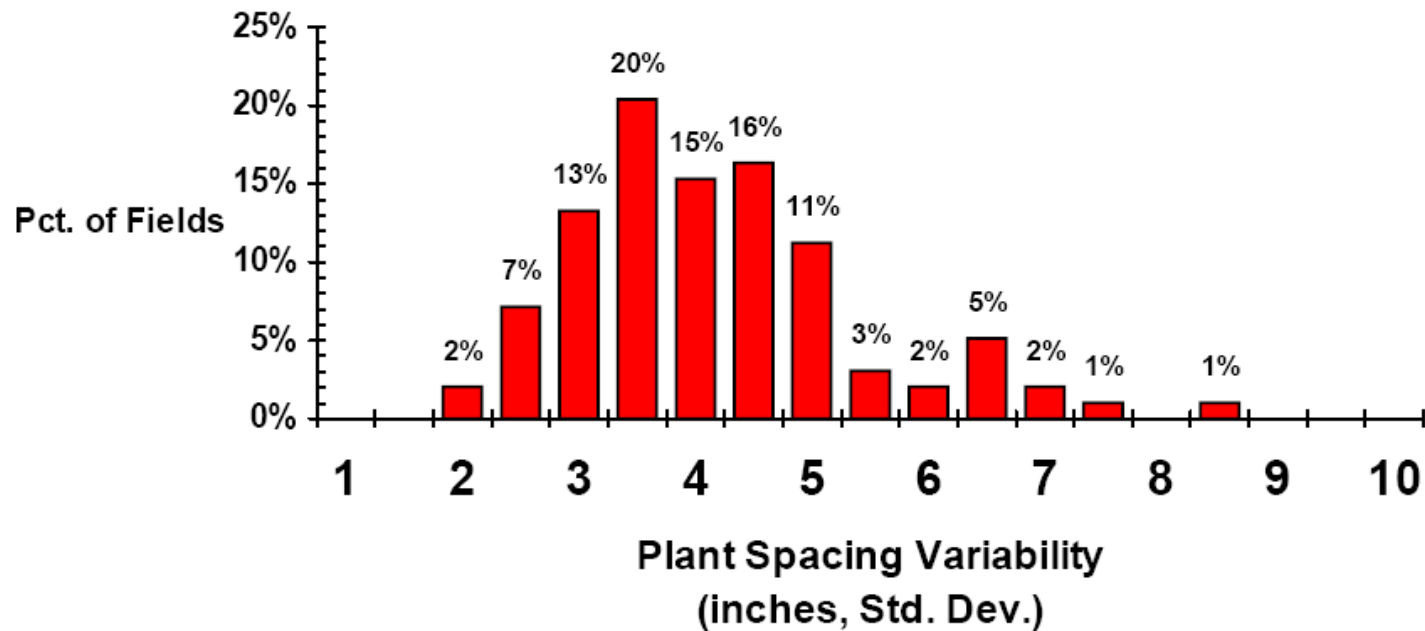


Figure 3. Range of plant spacing variabilities observed in commercial corn fields in Indiana, Illinois, and Iowa. Data from 98 fields sampled from 1987-93. R.L. Nielsen, J. Cardinal, and M. Fain, Purdue University, Agronomy Dept.

Sembradora con 3 opciones de dosificador (placa horizontal, placa inclinada y distribuidor neumático)



# Sembradora con placa oblicua





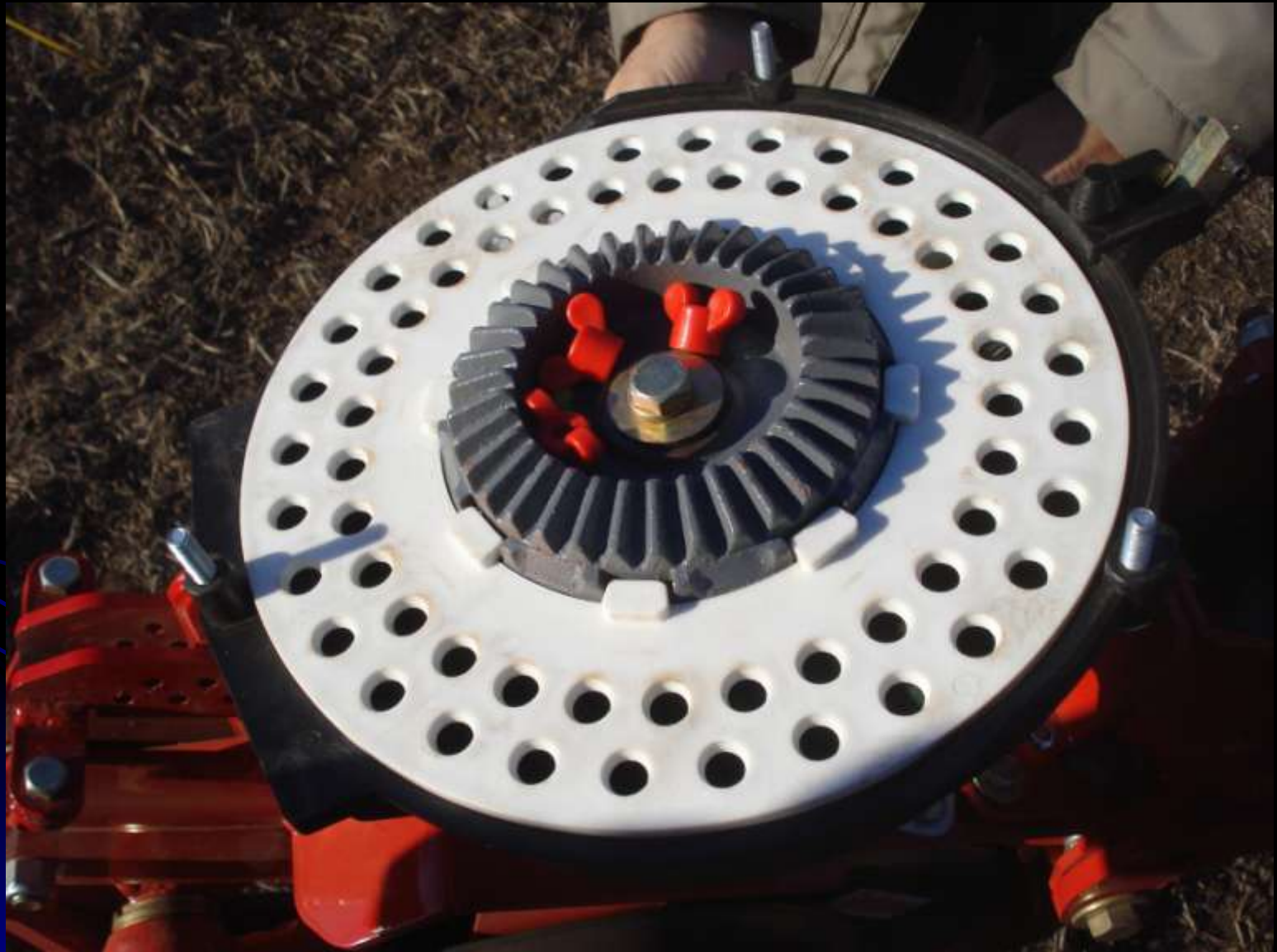
# Gatillos expulsores en placa oblicua









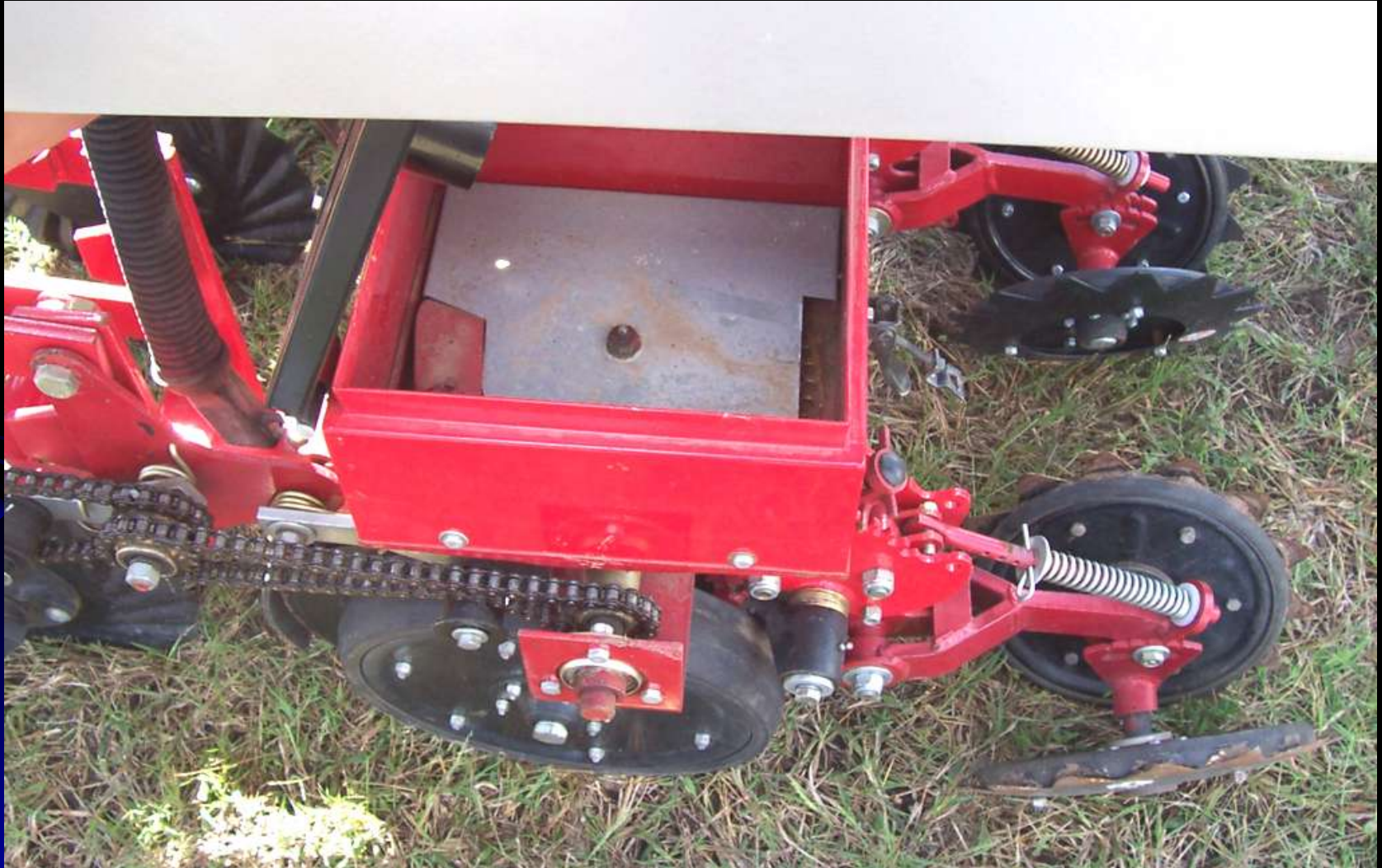




# Placa horizontal y vertical alveolada externa



# Placa horizontal





# Caja de gatillos y tornillos de regulación. Gatillos engrasadores



Vista del tren de siembra. Cuchilla turbo, doble disco (medio) con rueda niveladora y tubo de descarga, rueda contactadora y ruedas con disco estrellado (media)






Placa semillera con triple hilera y caja de gatillos

# Placa semillera y chapón cubre placa



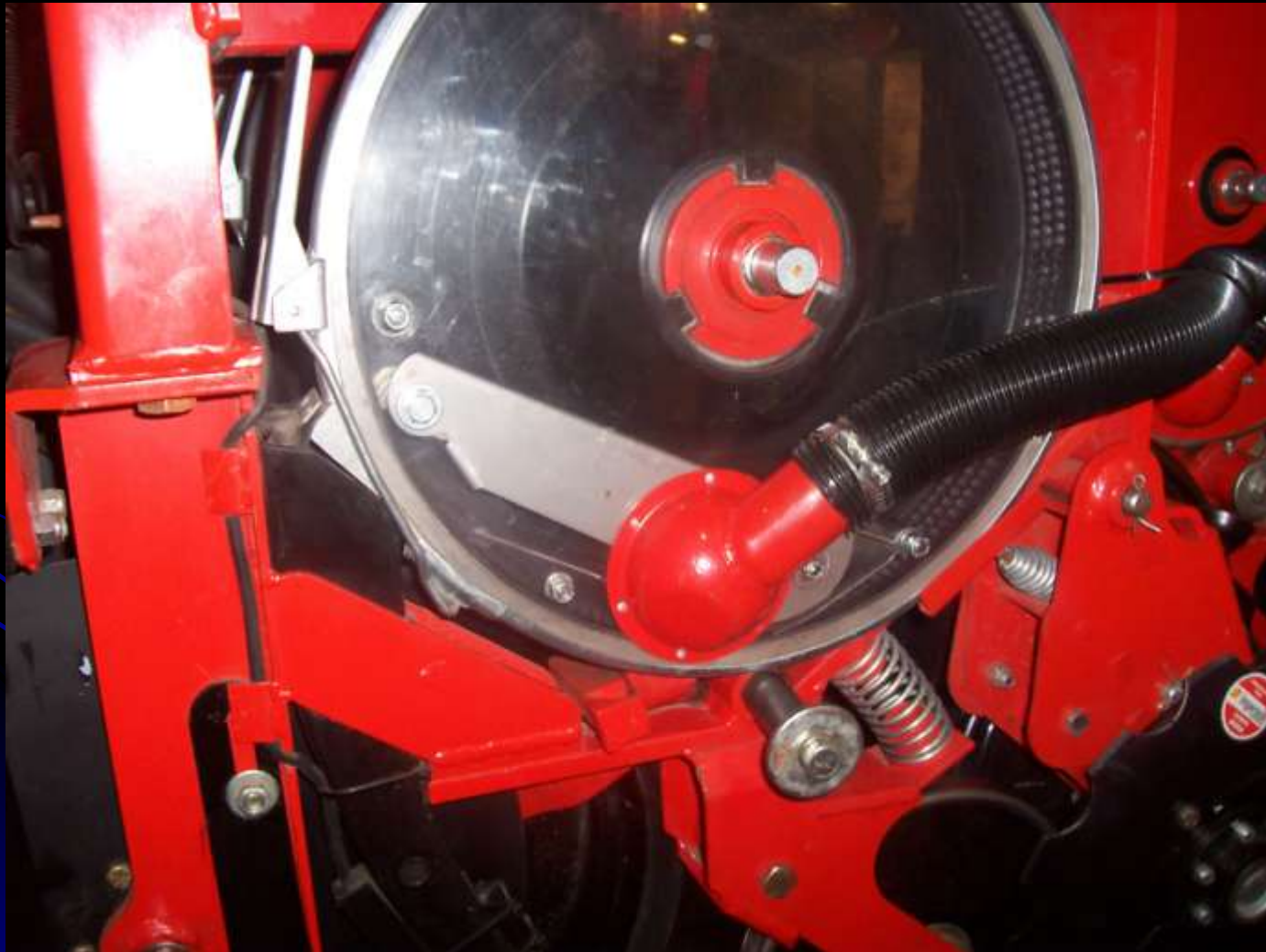






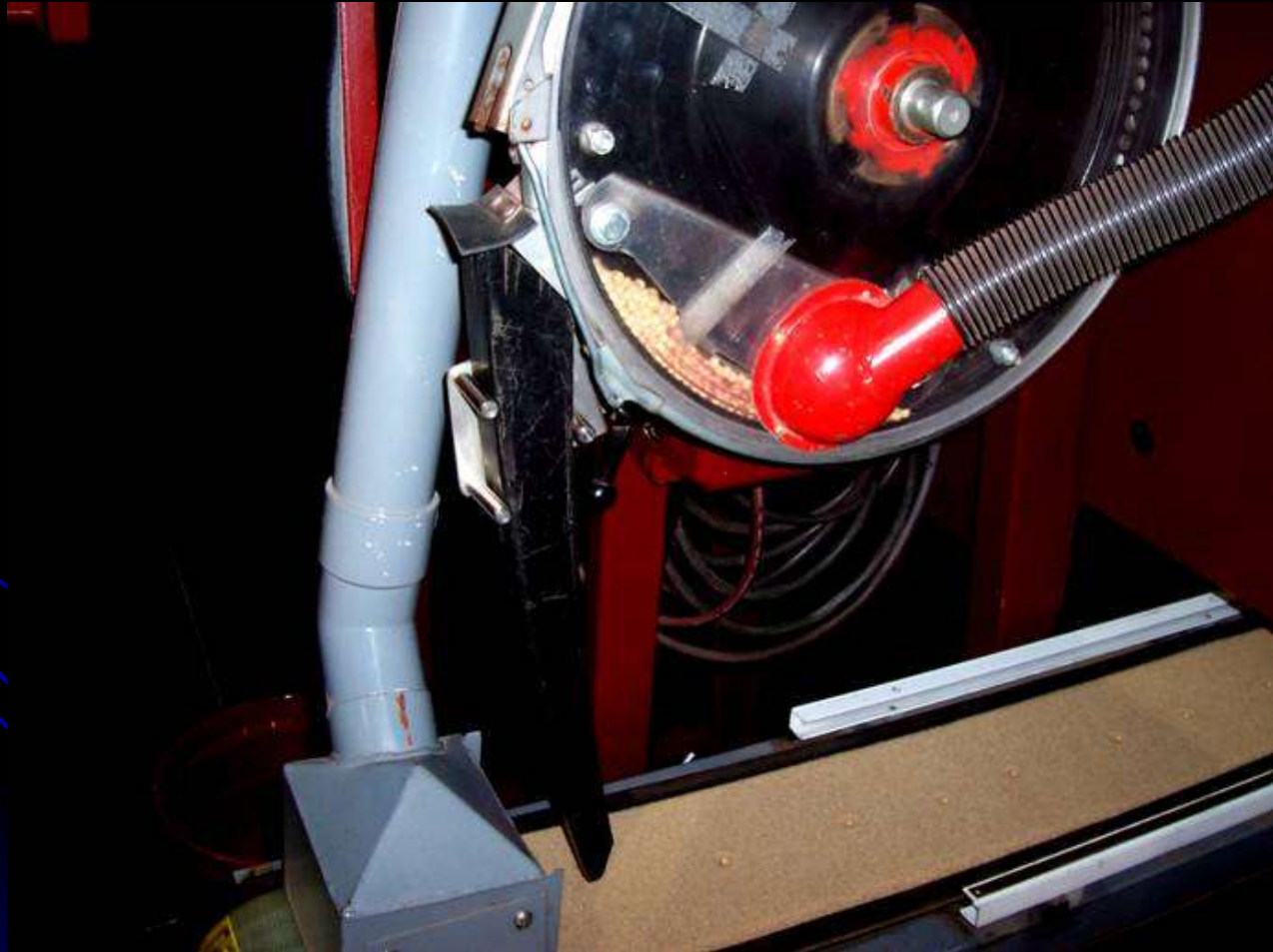
**Cuchilla turbo con fleje, doble disco con rueda niveladora, dosificador de placa vertical alveolada y rueda contactadora metálica**

# Placa vertical alveolada interna

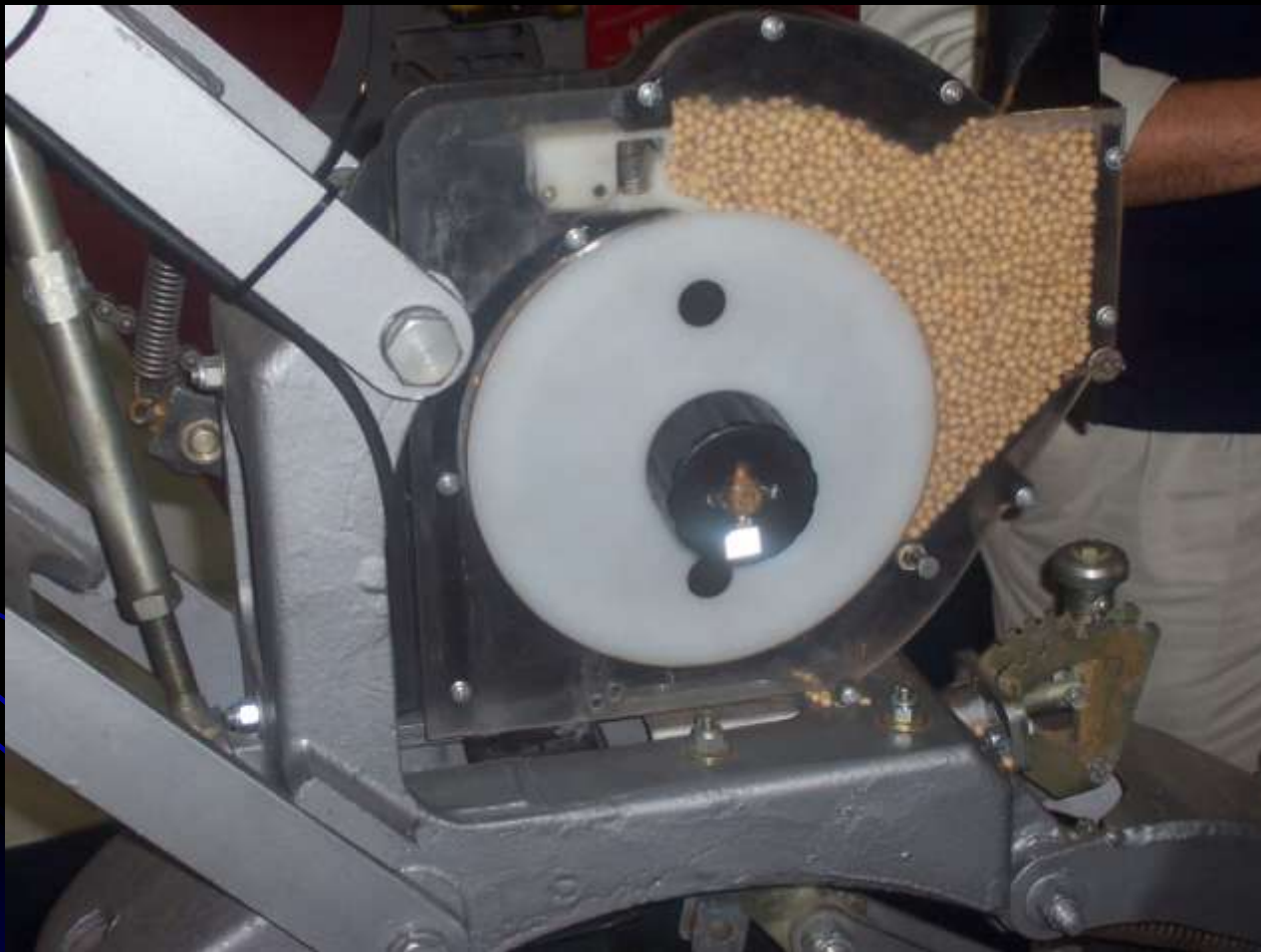




# Distribuidor placa alveolada vertical interna sembrando soja



# Placa vertical alveolada externa con enrasador regulable

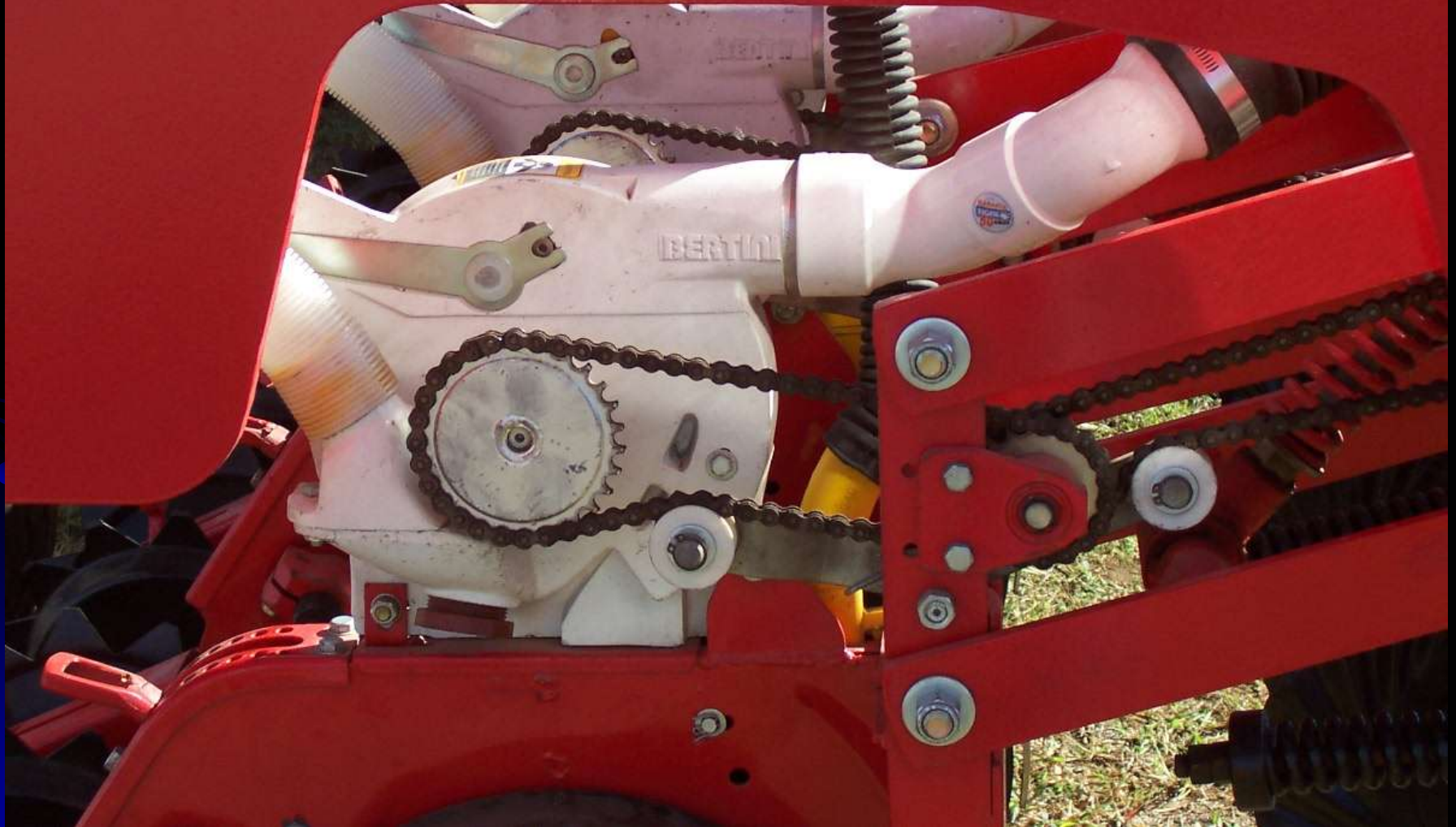


# Dosificadores neumáticos

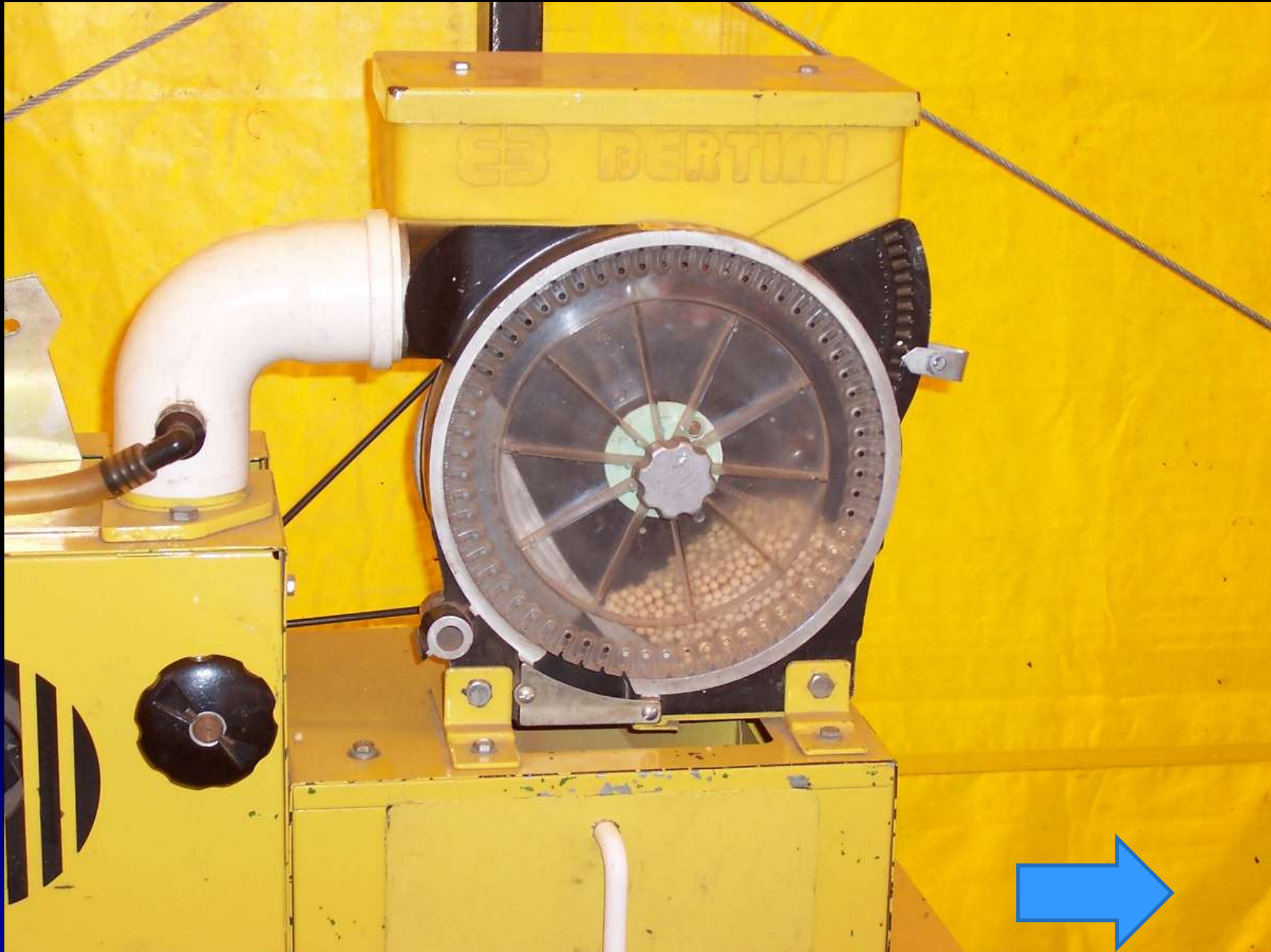
- Permiten adaptarse a diferentes calibres de una determinada semilla con una sola placa
- El tratamiento de la semilla es de mayor calidad (menos rotura de granos)
- La regulación de los mecanismos dosificadores es sencilla
  - Aumentan el grado de precisión en una evaluación general



# Dosificador neumático por sobrepresión







# Distribuidor neumático por depresión







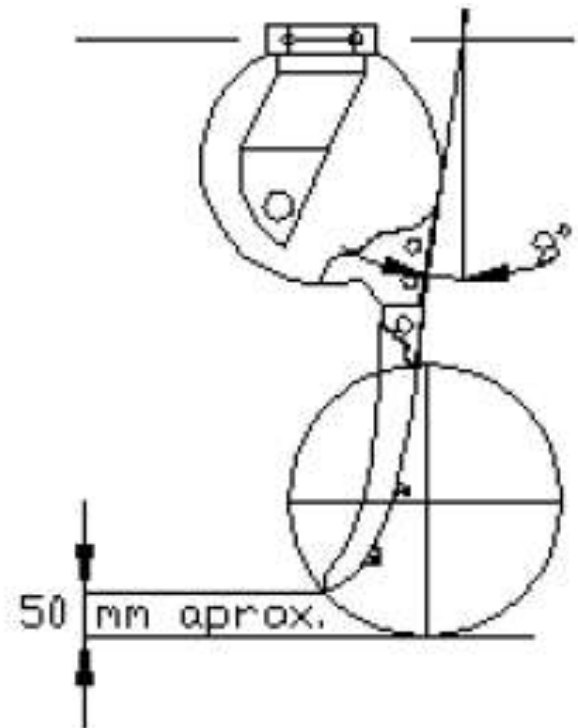
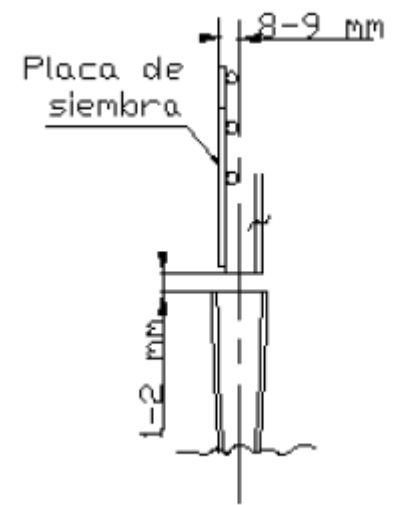
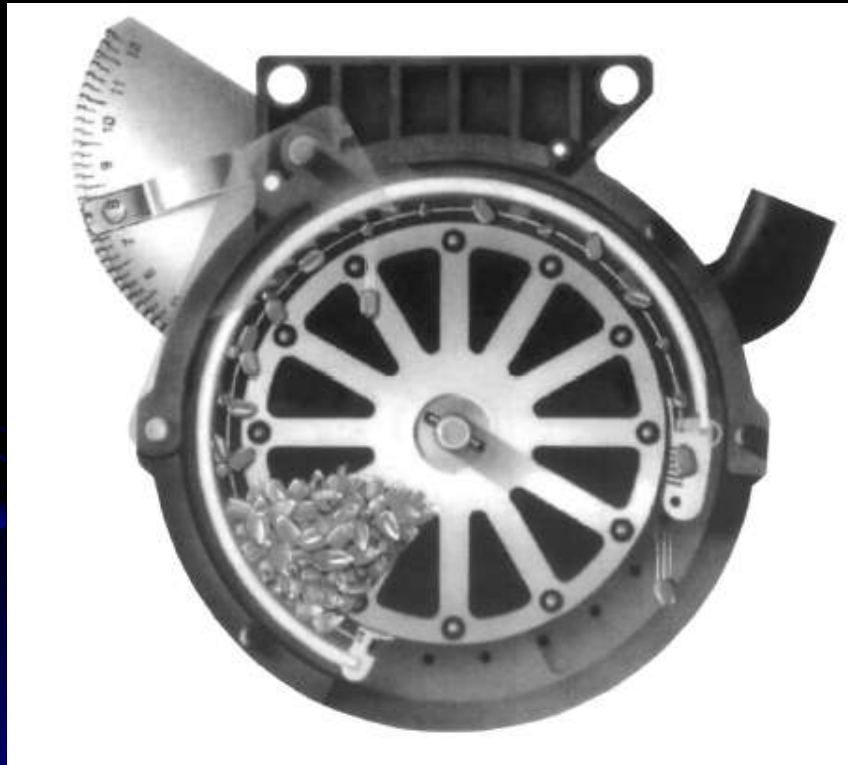


Figura N° 7. Posición del enrasador simple para maíz y girasol.

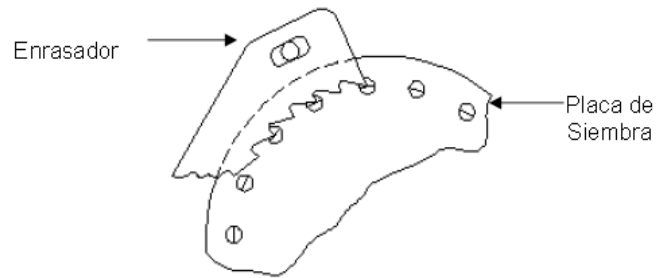


Figura N° 9. Enrasador para placas de doble hilera de orificios.

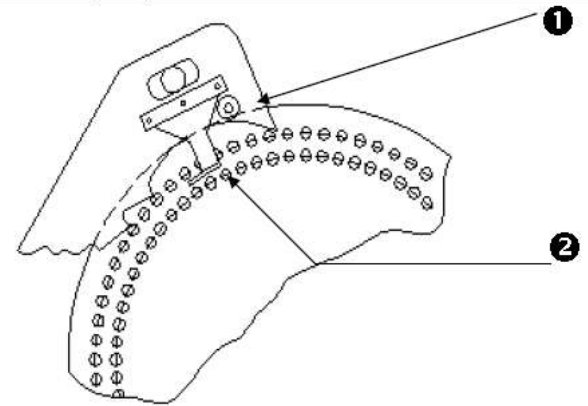
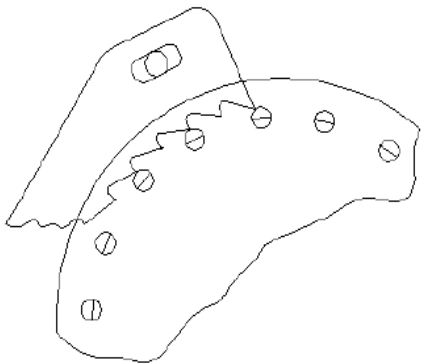


Figura N° 8. Posición del enrasador simple para soja, sorgo, algodón y porotos.

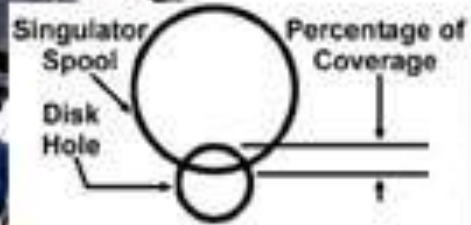


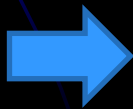
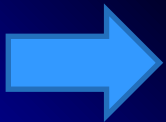
**Tabla N° 2. Placas de siembra para cultivos típicos.**

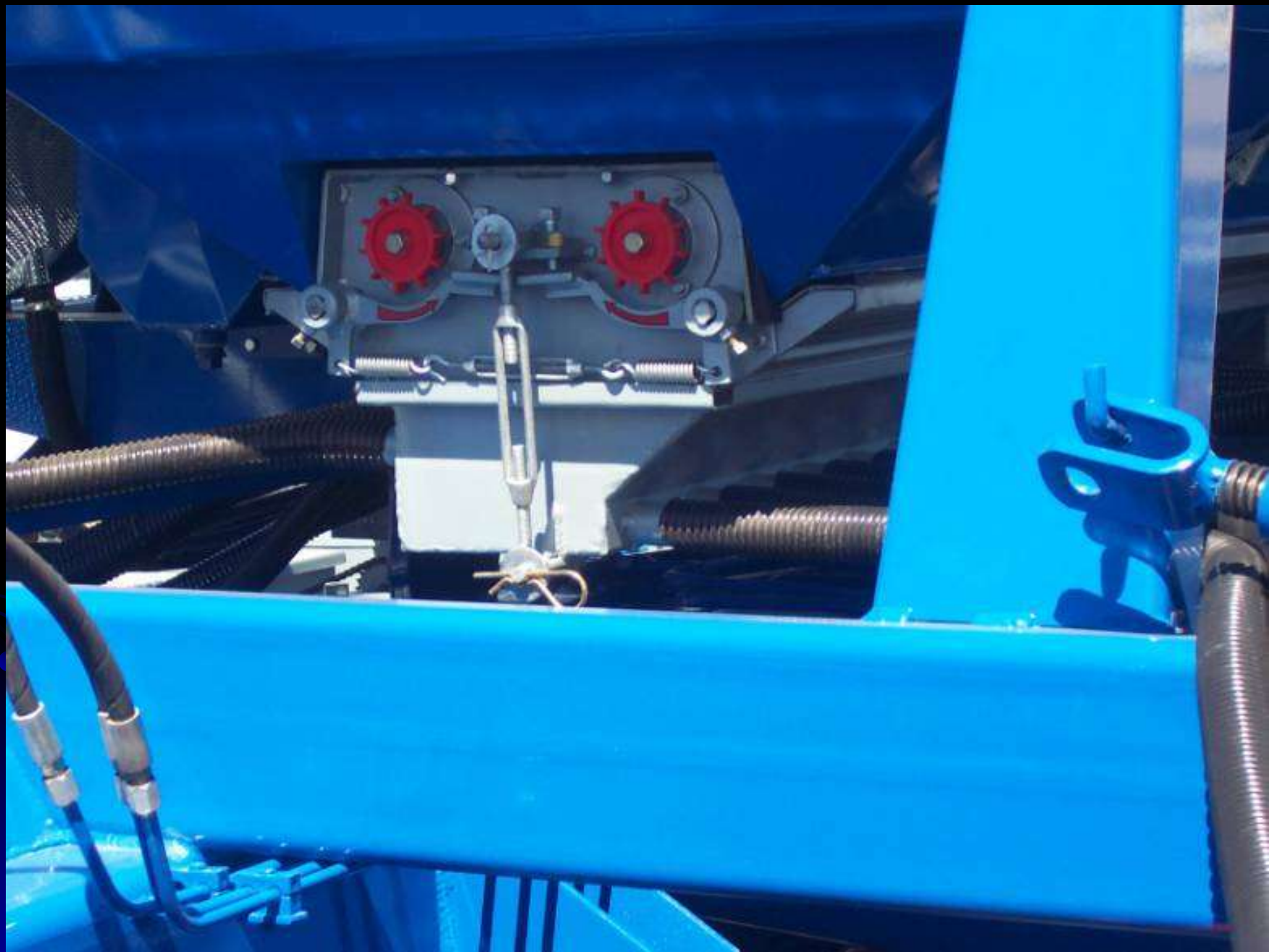
Especie a sembrar	Cantidad de orificios (n)	Diámetro de los orificios (mm)
Maíz. Calibres en general o sin calibrar.	24	5,5
Girasol. Calibres en general.	24	3,0
Soja. Hasta 25 semillas/m. Poroto negro. Garbanzo.	72	3,0
Sorgo. Altas densidades.	96	2,5

**Placas de siembra para otros cultivos.**

Maíz pisingallo y girasol confitero.	24	4,5
Girasol calibres muy pequeños.	24	2,0
Soja. Hasta 40 semillas /m.	144 en dos hileras	4,5
Algodón deslintado químico. Cártamo.	72	3,0
Sorgo. Densidades típicas.	72	2,5
Mani, Porotos Alubia y Caballero	48	6,5
Trigo.	288 en dos hileras	2,0
Hortalizas. Placas especiales.	Según necesidad	0,5 o más







# Diseño Air drill y dosificador mecánico











# ¿Por qué se han comenzado a adoptar las sembradoras neumáticas?

- **Por la variabilidad en el calibre de las semillas**
- **Admiten una mayor velocidad de trabajo**
- **La reducción en el distanciamiento entre líneas obliga a una mejora en la precisión**
- **Es una opción para aquellos que continúan realizando rotación de cultivos**
- **La mayor adopción de un determinado sistema reduce los costos de adquisición**

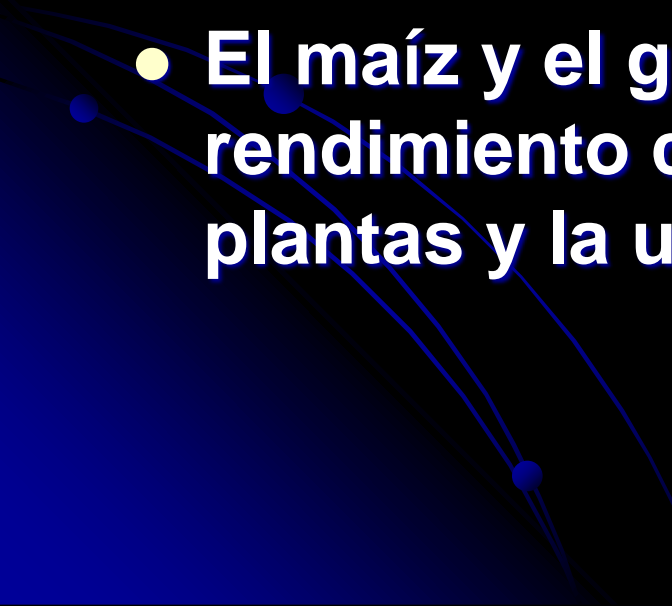
# Distancia entre plantas

- **Calibración de la semilla**
- **Selección de la placa semillera**
- **regulación de los gatillos enrasadores y expulsores**
- **características del lote**
- **velocidad de avance acorde con el estado del terreno**

# ¿Por qué la siembra es difícil de realizar y controlar?

- **Muchas veces es realizada por terceros (contratistas)**
- **Inciden muchos factores no controlados por el productor**
- **Los resultados son visibles varios días después de realizada la labor**
- **El control en el momento es dificultoso y parcial**
- **Es una operación que lleva implícita una gran variabilidad**

# ¿Qué es importante controlar en la siembra?

- **Muchas veces se controla la densidad total pero no la uniformidad**
  - **No sirve en realidad el promedio de distancia entre las semillas sino que dicha distancia no tenga muchas desviaciones**
  - **El maíz y el girasol varían notablemente el rendimiento con la variación del número de plantas y la uniformidad de distribución**
- 

# ¿Cómo debe realizarse el control?

- Se calcula el promedio entre semillas que se desea
- Se deben tomar varios metros en la línea de siembra
- Las semillas se deben ubicar moviendo la tierra en forma transversal a la línea de siembra
- Se debe tomar la distancia entre semilla y semilla.
- Se confecciona una planilla donde se anotan las medidas



**Se considera aceptable (no ideal) que el 70% de la semilla no tenga una variación superior al 25%**

## **Ejemplo**

**5 semillas/ metro lineal (71500 a 0,7 m ó 96150 a 0,52 m)**

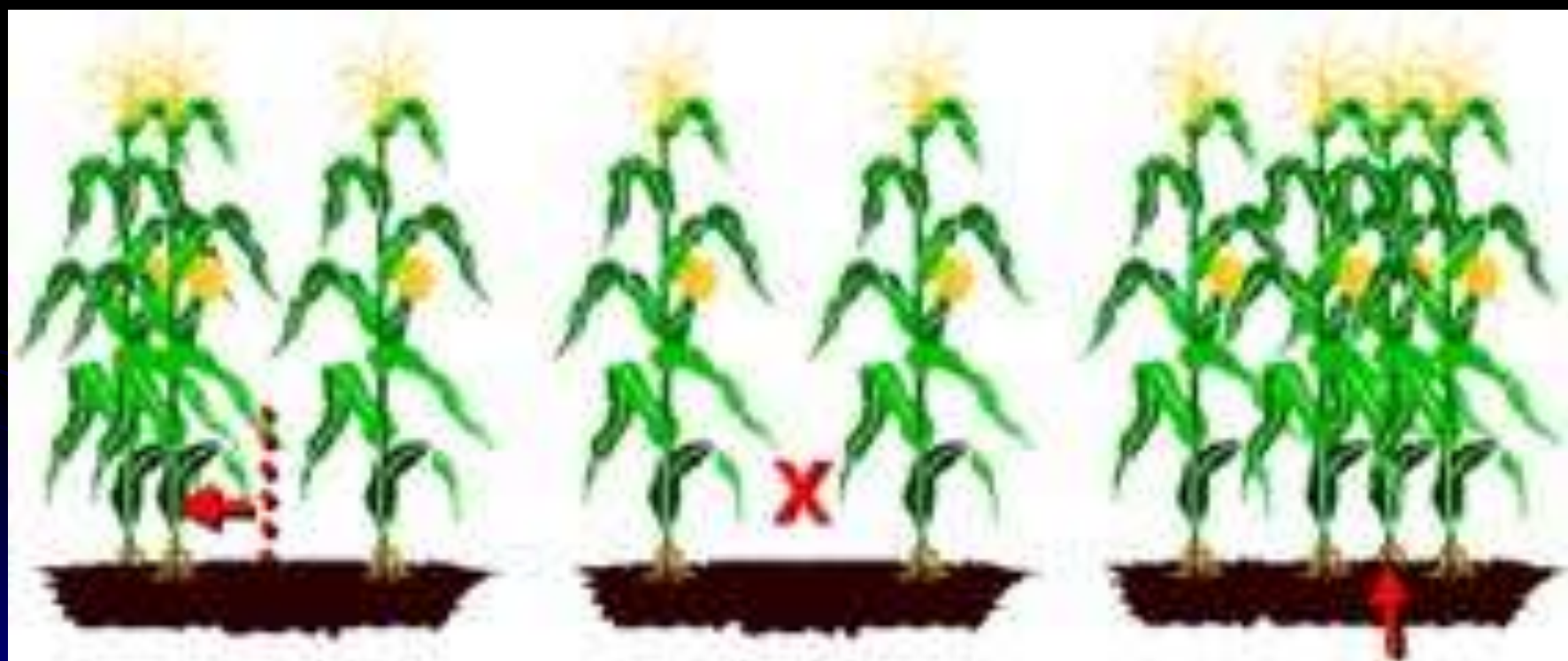
**1 semilla/ 20 cm**

**$20 \text{ cm} \times 25/100 = 5 \text{ cm}$**

**El 70% de las semillas deben encontrarse a distancias entre 15 y 25 cm**

**Se deberían probar al menos a 2 velocidades dentro del rango lógico para sembradoras y decidir cual es la velocidad de siembra a utilizar**



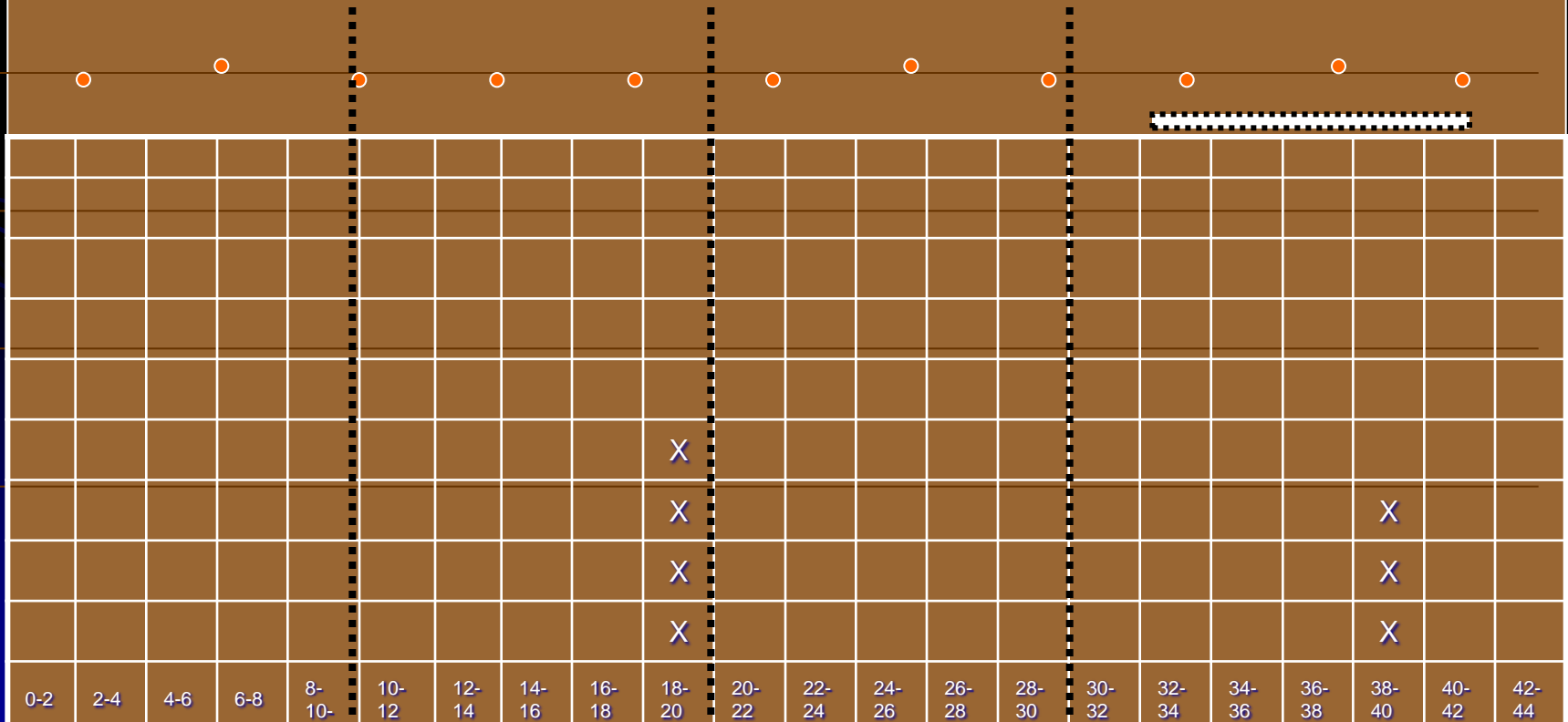


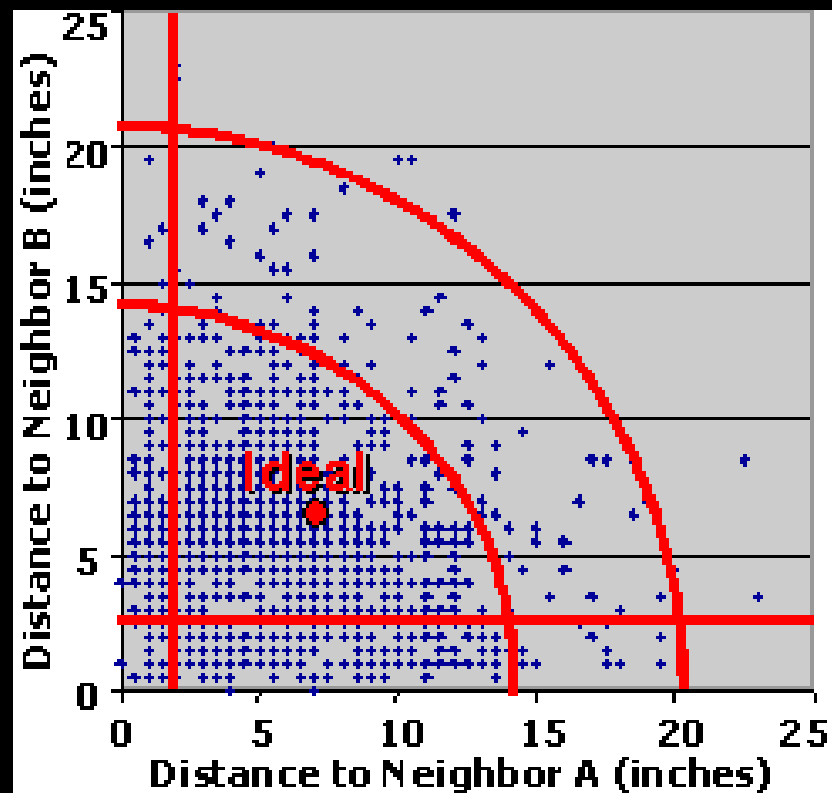
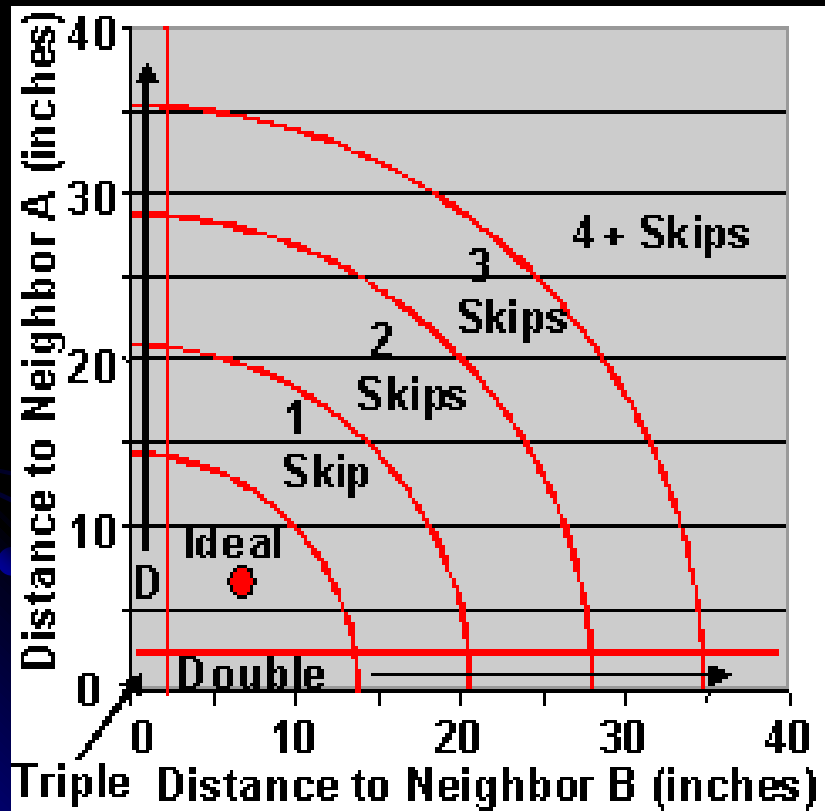
									X												
									X												
									X												
									X												
									X												
									X												
									X												
									X												
0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	24-26	26-28	28-30	30-32	32-34	34-36	36-38	38-40	40-42	42-44

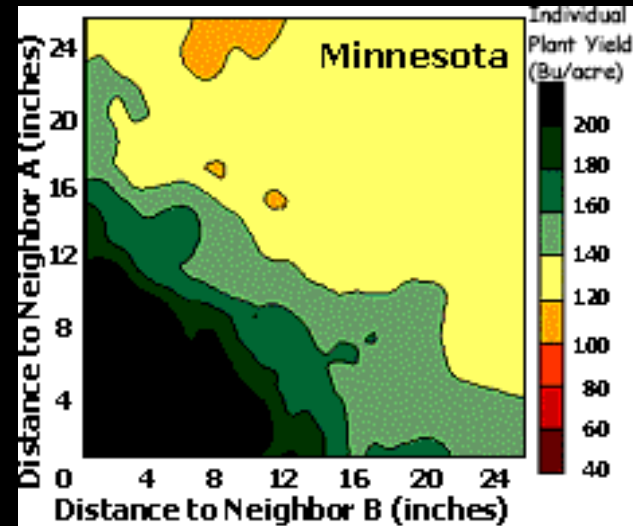
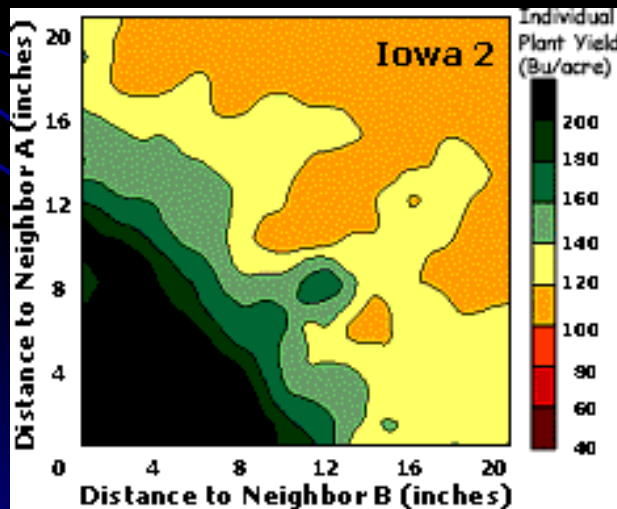
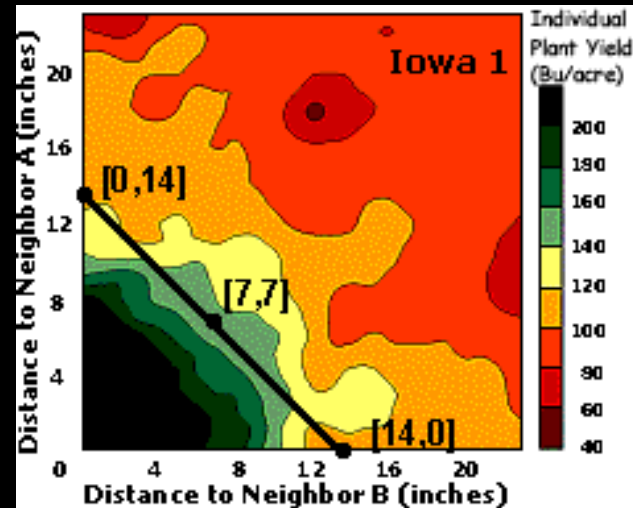
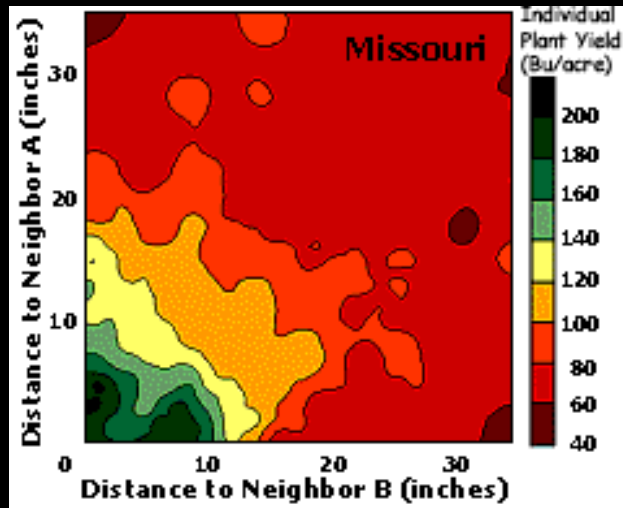


% de fallas o perdidas=

30%









# ¿Qué efectos tiene la desuniformidad?

Mediciones	Tratamientos	
	9 km/h	6 km/h
Densidad teórica Semilla/ha	80.000	80.000
Plantas reales/ha	68.100	73.900
Distanciamiento medio entre plantas (cm)	27,9	25,7
Desvío estándar medio (cm)	12,4 cm.	7,7 cm.
Coeeficiente de variación medio %	44,3	31,5
Rendimiento medio en kg/ha real ensayo INTA	10.245 kg/ha	10.905 kg/ha
Pérdida teórica de rendimiento potencial según la fórmula de Nielsen (kg/ha)	460,8 kg/ha	164,8 kg/ha
Diferencia teórica de rendimiento según la fórmula de Nielsen (kg/ha)	286 kg/ha	
Diferencia real de rendimiento según ensayo de INTA Manfredi (kg/ha y %)	660 kg/ha (6 %)	

	Conteos	plantas/m	Poblacion	dist promedio	Dstandard	CV	Perd(kg/ha)Nielsen	Perd(kg/ha)INTA
6 km/h	Promedio cont1	3.9	75641.0	25.8	11.4	43.6	397.7	898.0
	Promedio cont2	3.9	74038.5	26.6	12.9	47.3	490.1	1106.6
	<b>Promedio de trat</b>	<b>3.9</b>	<b>74839.7</b>	<b>26.2</b>	<b>12.2</b>	<b>45.4</b>	<b>443.9</b>	<b>1002.3</b>
9 Km/h	Promedio cont1	3.6	68589.7	28.2	13.8	48.4	546.6	1234.3
	Promedio cont2	3.7	70512.8	28.4	18.5	62.7	837.1	1890.3
	<b>Promedio de trat</b>	<b>3.6</b>	<b>69551.3</b>	<b>28.3</b>	<b>16.2</b>	<b>55.6</b>	<b>691.9</b>	<b>1562.3</b>
	<b>Diferencia</b>	<b>0.3</b>	<b>5288.5</b>	<b>2.2</b>	<b>4.0</b>	<b>10.1</b>	<b>248.0</b>	<b>560.0</b>

Promedio de los conteos realizados en ensayo de velocidad. Proyecto Agricultura de Precisión. INTA MANFREDI. Año 2002

