

# Cosecha de plantas forrajeras

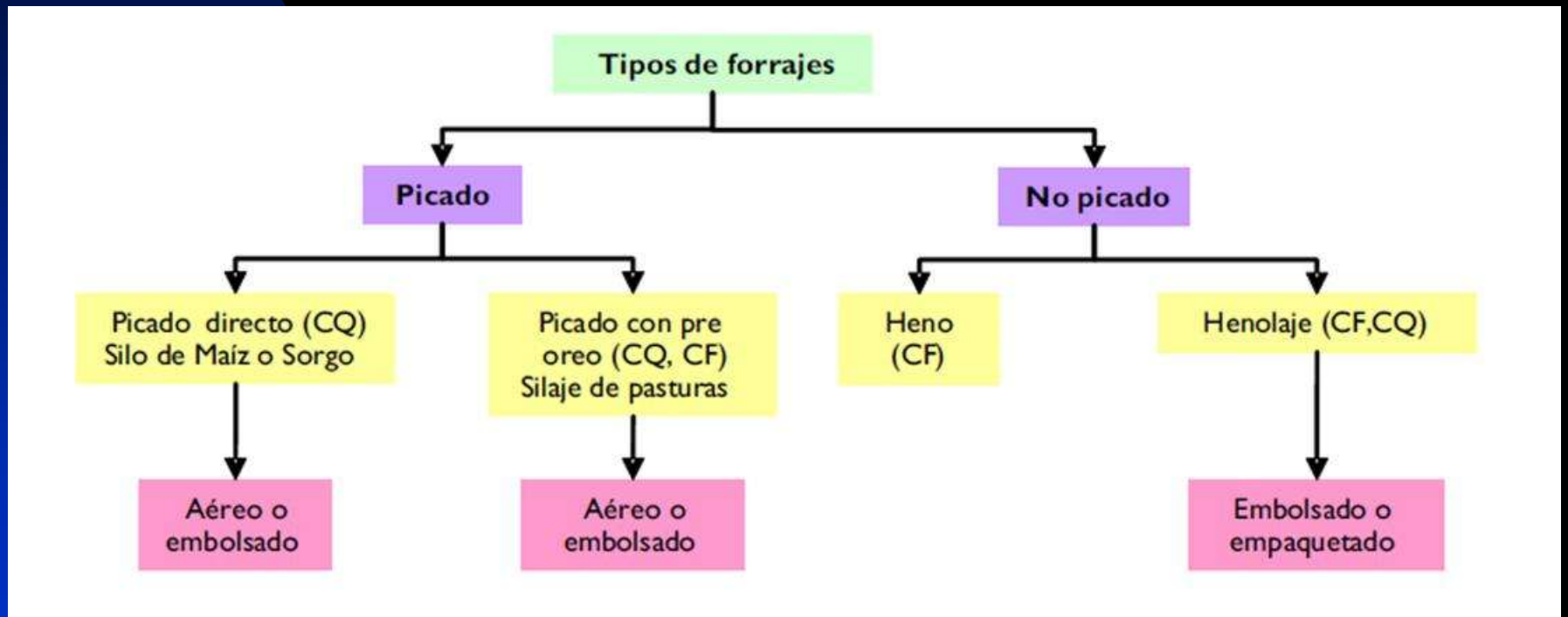
---

Henificación 2016

# Objetivos

- Conocer las etapas y máquinas posibles de intervenir en los distintos procesos
- Valorar la incidencia de distintas máquinas sobre la calidad y cantidad de forraje cosechado
- Relacionar mecanismos y regulaciones en función de su efecto sobre el proceso de la recolección manejo y conservación del forraje

# Variables de los procesos de conservación



conservación química (CQ); conservación física (CF)

# Según la humedad del forraje conservado

- Conservación por vía seca
  - ◆ Heno 20% de humedad. Proteína y fibra
- Conservación por vía húmeda
  - ◆ Henolaje 50% de humedad. Proteína y fibra
  - ◆ Henilaje 60-65% de humedad. Proteína y fibra
  - ◆ Silaje
    - ◆ De grano húmedo 70% de humedad. Energía
    - ◆ De planta entera 70 % de humedad. Energía y fibra

# Conservación del forraje

- Henificación
  - ◆ Fardos prismáticos
  - ◆ Rollos
  - ◆ **Parvines**
- Silaje
  - ◆ Maíz y sorgo
  - ◆ Pasturas
- Henisilaje- Henolaje

# Henificación

- Corte
  - ◆ guadañadoras
  - ◆ discos o tambores
  - ◆ Hélices (desmalezadoras)
  - ◆ **mayales o martillos**
- Acondicionado
  - ◆ Acondicionadores
  - ◆ Rastrillos
- Empaquetado
  - ◆ enrolladoras
  - ◆ enfardadoras convencionales
  - ◆ Macro enfardadoras

# Principios de corte

## ■ Guadañadoras

### ◆ Alternativas

#### ★ Barra simple

- dedos fijos
- dedos móviles

#### ★ Doble barra

### ◆ Rotativas

## ■ Rotativas

### ◆ Eje horizontal (Mayales)

### ◆ Eje vertical

- ★ Discos
- ★ Tambores
- ★ Mixtas

# Guadañadoras

## Fijas

- Barra soporte
- patines
- dedos
- placas guía
- placas de desgaste

## Móviles

- Lámina de corte
- cabezal
- Barra porta cuchillas
- cuchillas

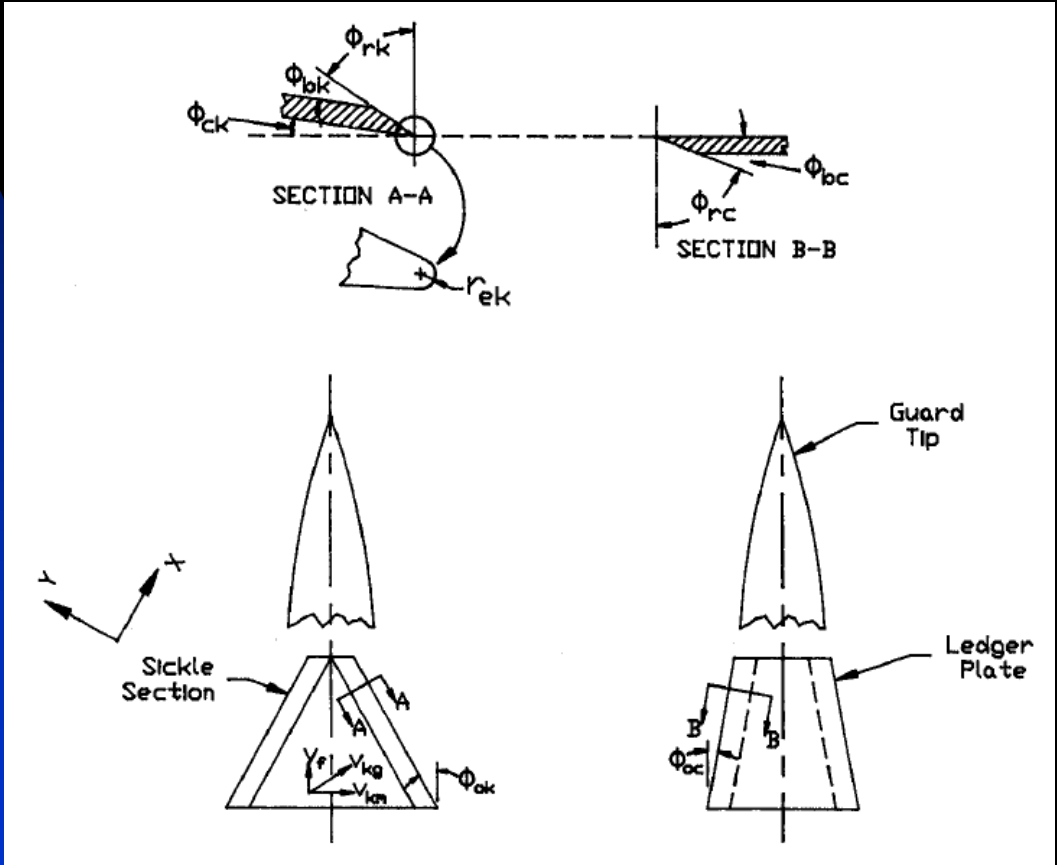


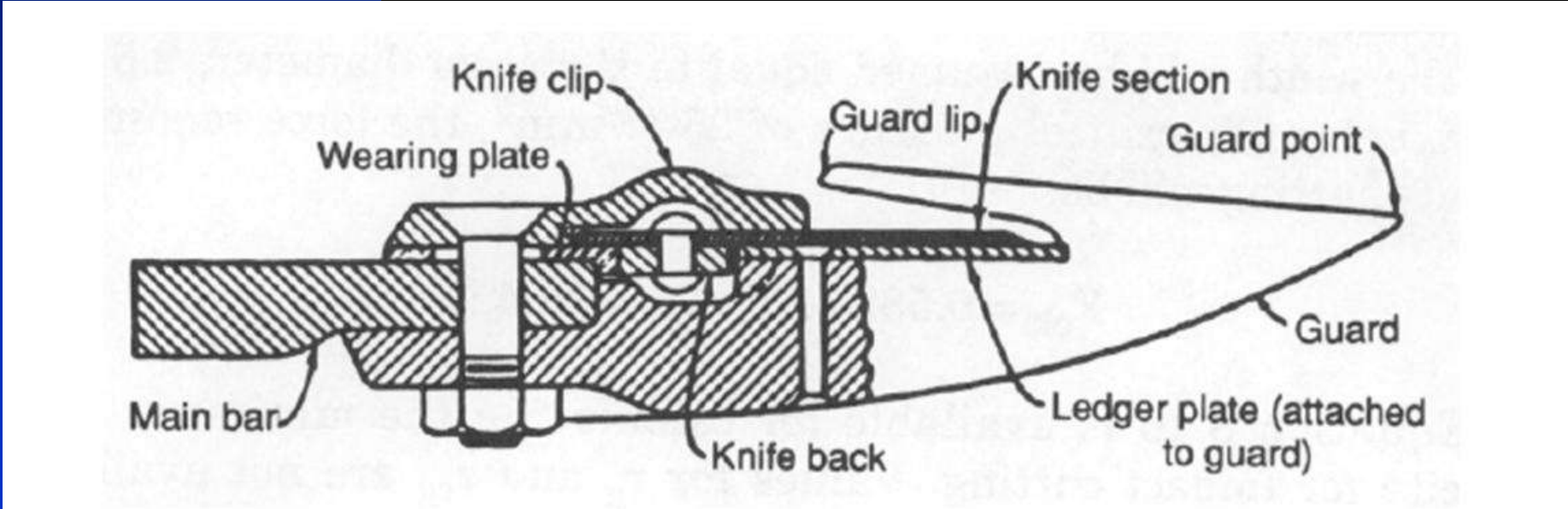
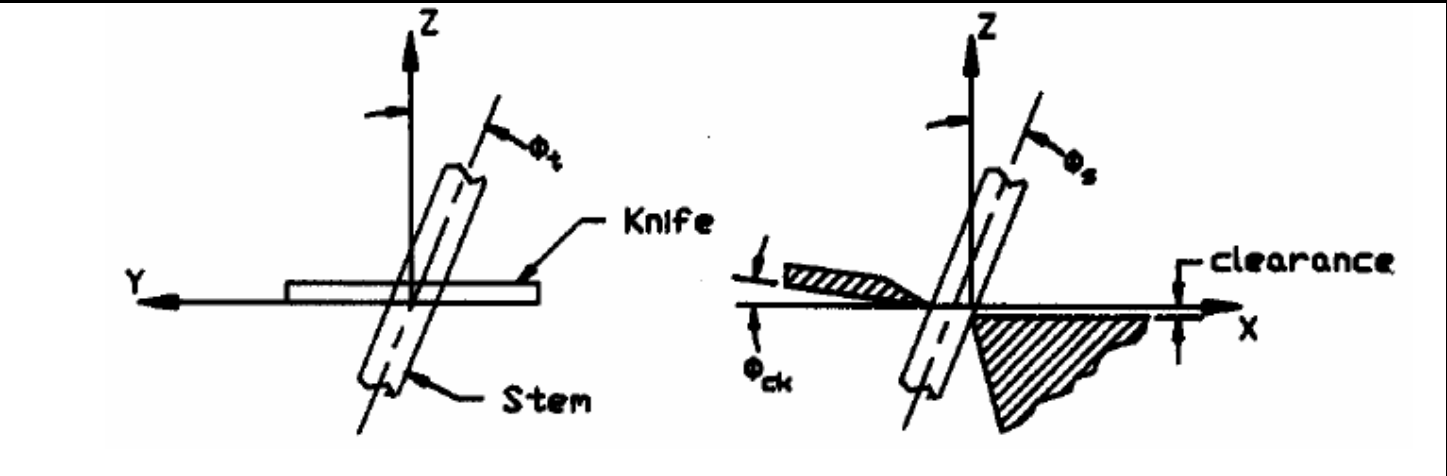


14/06/2016



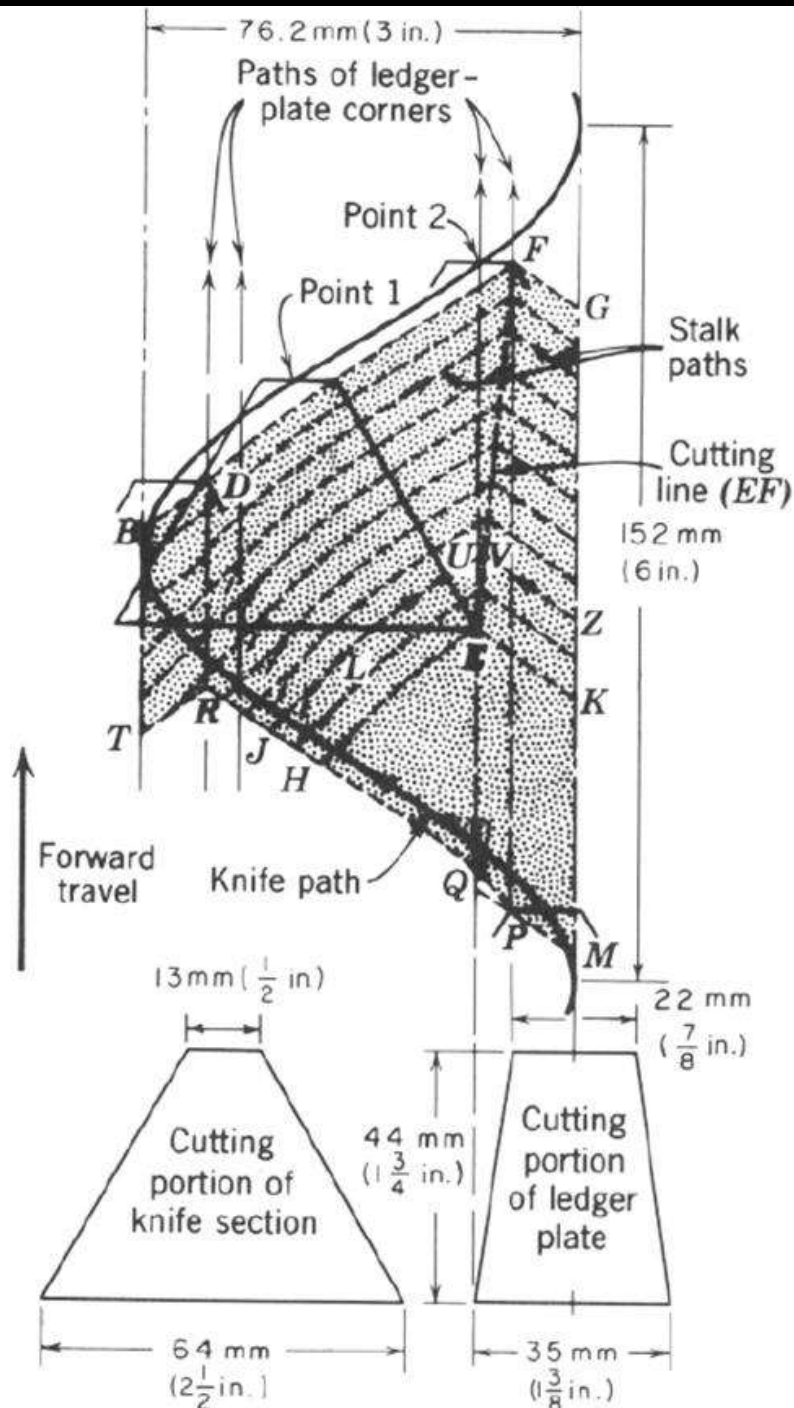






# Movimiento de cuchillas

- La trayectoria de cualquier punto de las cuchillas es curva
- Siempre existen zonas de solapamiento
- pueden existir zonas muertas
- el avance debe estar comprendido entre el 60 y el 90% de la carrera
- la superficie recorrida no es igual a la que se corta



# Velocidad de avance y de las cuchillas

# La velocidad de avance

■  $v = F * a * 6 * 10^{-4}$

- ◆ v= velocidad de avance (km/h)
- ◆ F= frecuencia de oscilación (ciclos/min)
- ◆ a= avance por ciclo (cm/ciclo)

Velocidad=	Frecuencia (ciclos/min)	carrera(cm)	avance/ciclo (cm)	6	10000,00
3,2004	500	7,62	0,7	6	10000
3,84048	600	7,62	0,7	6	10000
4,48056	700	7,62	0,7	6	10000
5,12064	800	7,62	0,7	6	10000
5,76072	900	7,62	0,7	6	10000
6,4008	1000	7,62	0,7	6	10000
7,04088	1100	7,62	0,7	6	10000
4,1148	500	7,62	0,9	6	10000
4,93776	600	7,62	0,9	6	10000
5,76072	700	7,62	0,9	6	10000
6,58368	800	7,62	0,9	6	10000
7,40664	900	7,62	0,9	6	10000
8,2296	1000	7,62	0,9	6	10000
9,05256	1100	7,62	0,9	6	10000

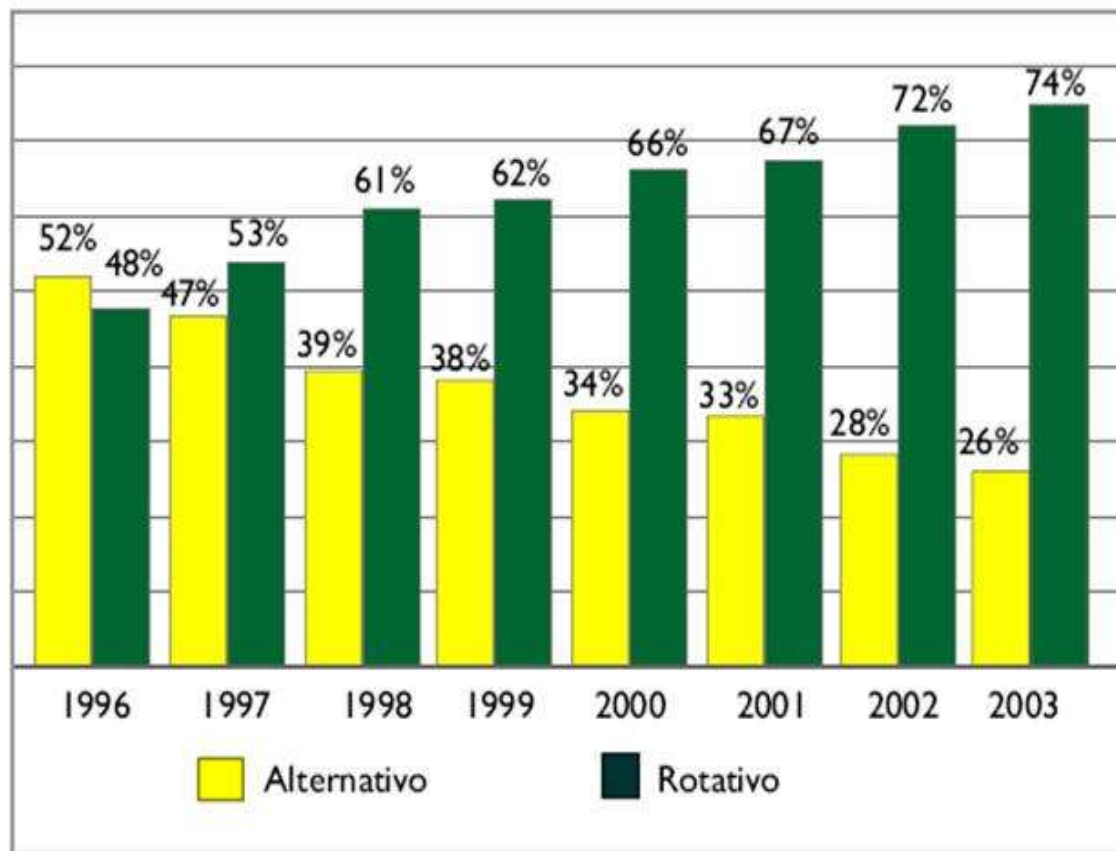


# Efecto sobre el cultivo

- El empuje de cuchillas, dedos y barra de corte hace que los tallos se doblen
- la altura de corte es desuniforme
- depende de la velocidad de avance
- depende del tipo de barra de corte
  - ◆ normal
  - ◆ danesa
  - ◆ intermedia

# Segadoras rotativas de eje vertical

- El corte es libre, sin contracuchilla
- la línea de corte coincide en cada momento con el filo
- la trayectoria es la resultante de la combinación de la velocidad de giro y la de avance
- La calidad del corte es función de la velocidad tangencial de las cuchillas

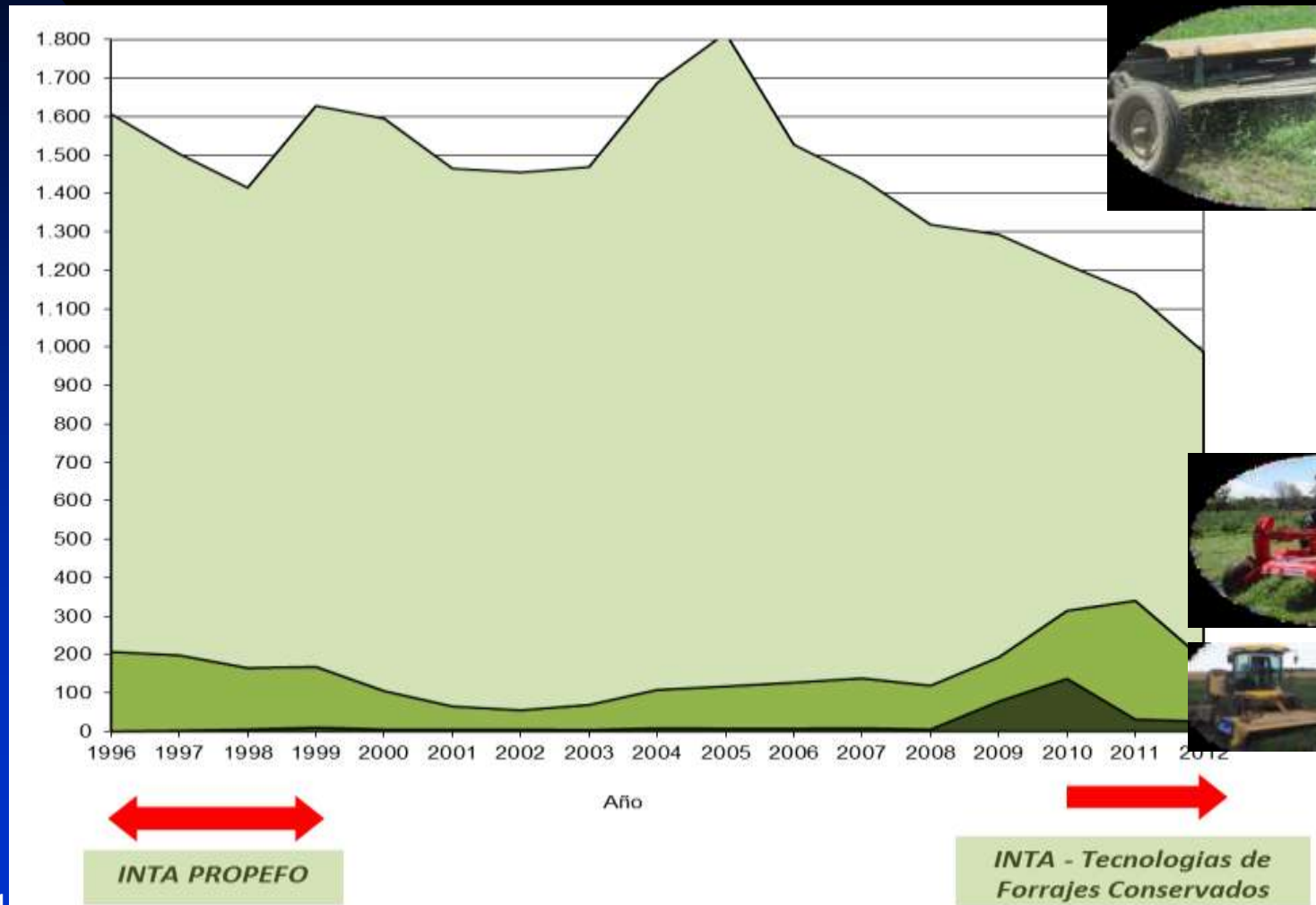


**Figura 4.18.** En el gráfico se expresa la baja de adopción del sistema de corte alternativo, en reemplazo del sistema de discos a nivel mundial en máquinas autopropulsadas de alta capacidad de trabajo (Amarillo: cortadoras a cizalla; Verde: cortadoras rotativas).

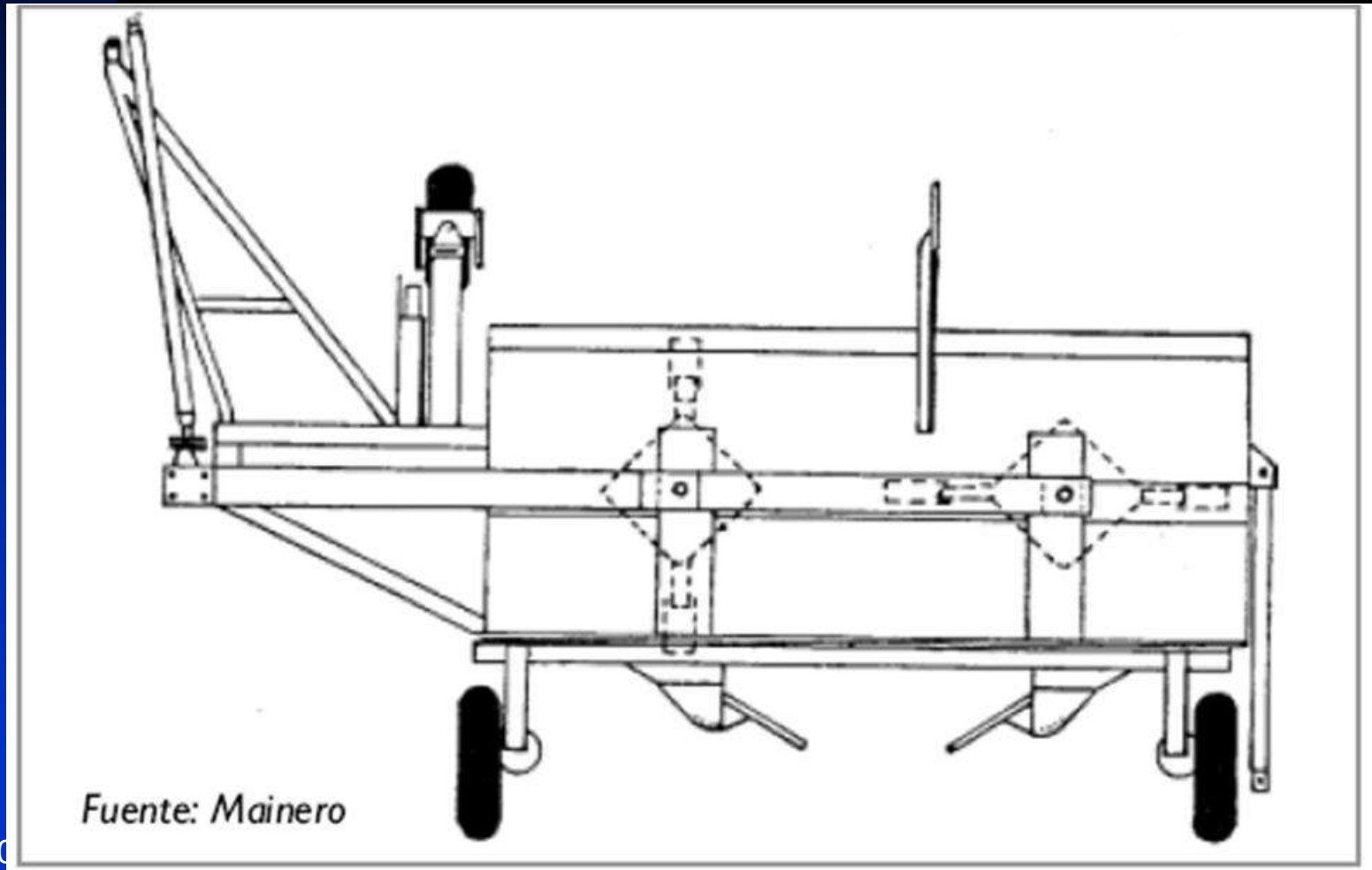
# Máquinas más difundidas

- Hélices (desmalezadoras)
- discos (platos)
- Tambores

# Mercado de máquinas de corte



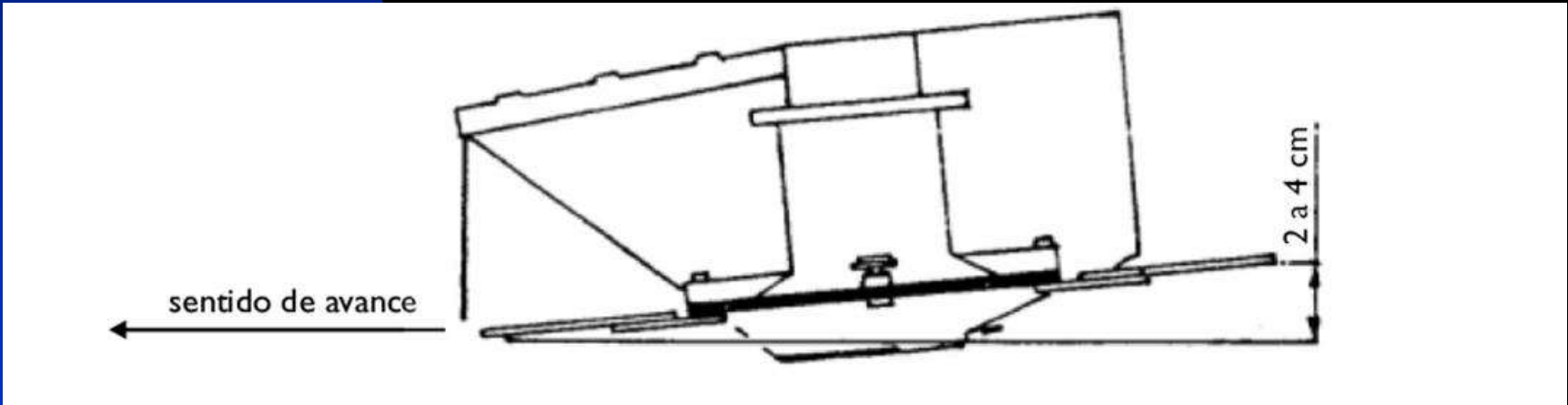
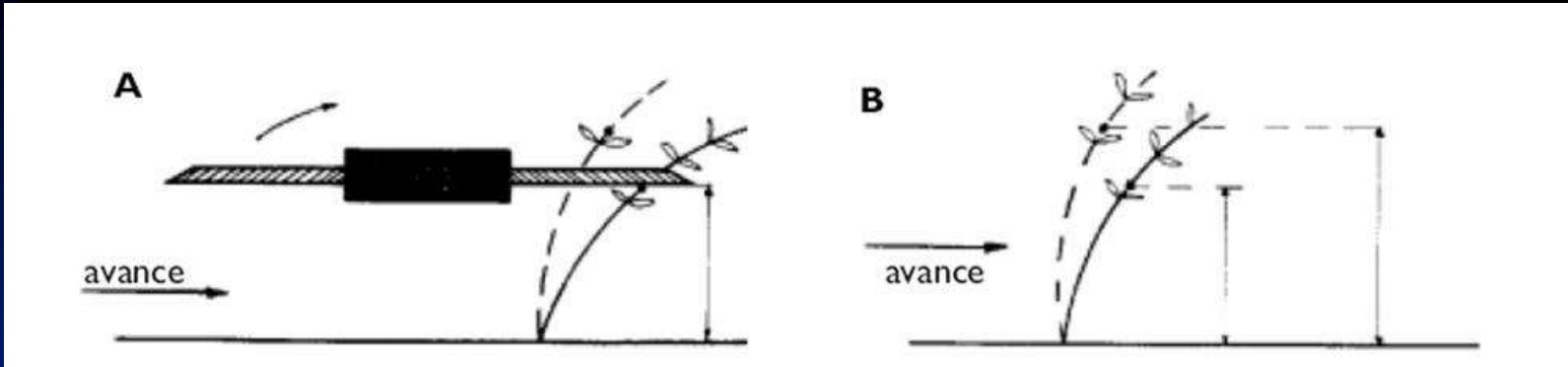
# desmalezadoras





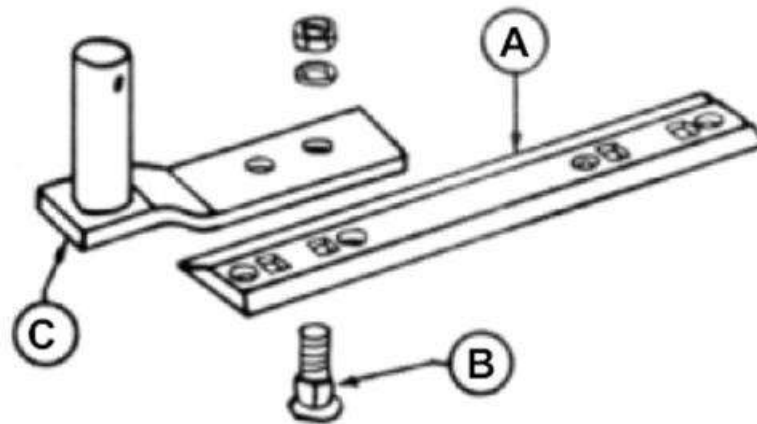






# Un correcto diseño puede contemplar

- A. Cuchilla de cuatro filos útiles, reversibles e intercambiables
- B. Bulón de fijación.
- C. Brazo que pivotea con el rotor de diámetro considerable.



# Corte desuniforme

- Desuniformidad en la altura de corte
- Corte poco nítido
- Incorporación de tierra
- Desgaste de cuchillas
- Riesgos de roturas



Figura 4.16. Muestras de pasto tanzania (lqz) y Alfalfa (der) que fueron cortados con defectos en el filo de las cuchillas.

# Corte desparejo



# Repicado de tallos

- Esto generalmente se produce
- Falta de filo en las cuchillas
- Cuchillas largas, de gran espesor, de material no muy duro
- la velocidad de rotación es menor a la aconsejada
- la velocidad de avance es excesiva
- El rotor corta con las cuchillas dispuestas en forma horizontal o levemente inclinado hacia atrás.

- $A_v = V_a / n$
- $A_c = A_v / Z \quad A_v = A_c * Z$

- $V_a = \frac{A_c * Z}{n}$

$$V_t = \pi * D * n \longrightarrow n = \frac{V_t}{\pi * D}$$

- $V_a = n * A_c * Z$
- $V_a = \frac{3,6 * (v_t * A_c * Z)}{\pi * D}$

**$A_v$  = avance /vuelta**  
 **$A_c$  = Avance /corte**  
 **$V_a$  = Velocidad de avance**  
 **$V_t$  = velocidad tangencial**  
 **$n$  = número de vueltas**  
 **$Z$  = número de cuchillas**  
 **$D$  = Diámetro orbital máximo**

# Máquinas de tambores



# Modificación de la altura de corte



- Variación del patín
- Variación de la longitud de las cuchillas



# Máquinas de discos o platos





Segadora de discos con cuchillas en triángulo.

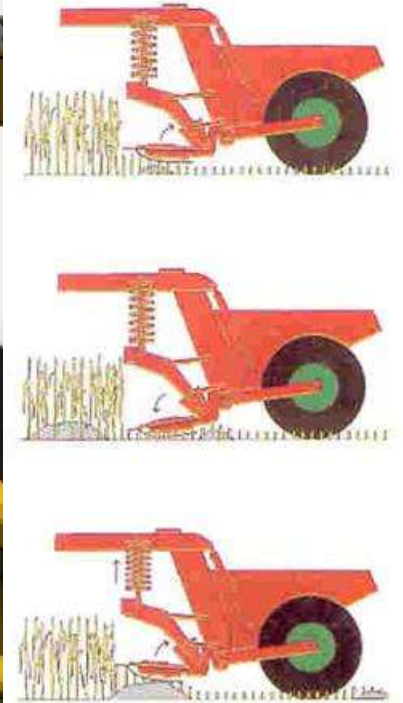
# Sistemas y Mecanismos de copiado

MOWER CURTAIN REMOVED FOR ILLUSTRATIVE PURPOSES

MC3300



Sistema de siega-acondicionado flotante, que permite seguir las irregularidades del terreno.





**CLAAS**

**Animation**

DISCO 3500 FC



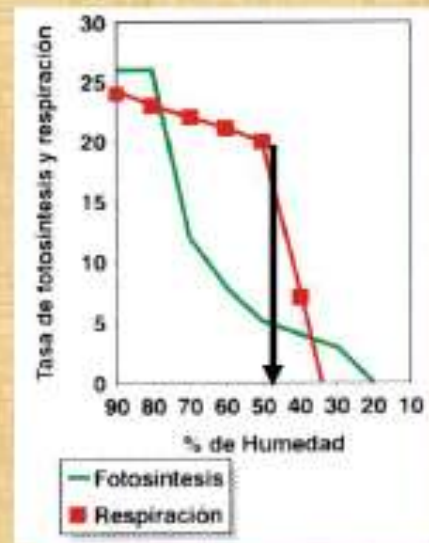


# Corte nítido y parejo



14/06/2016

# Deshidratación luego del corte



Lo ideal es lograr lo más rápido posible bajar la humedad del 80%, por debajo del 50%, para frenar la respiración de la planta cortada, la que sigue consumiendo reservas.

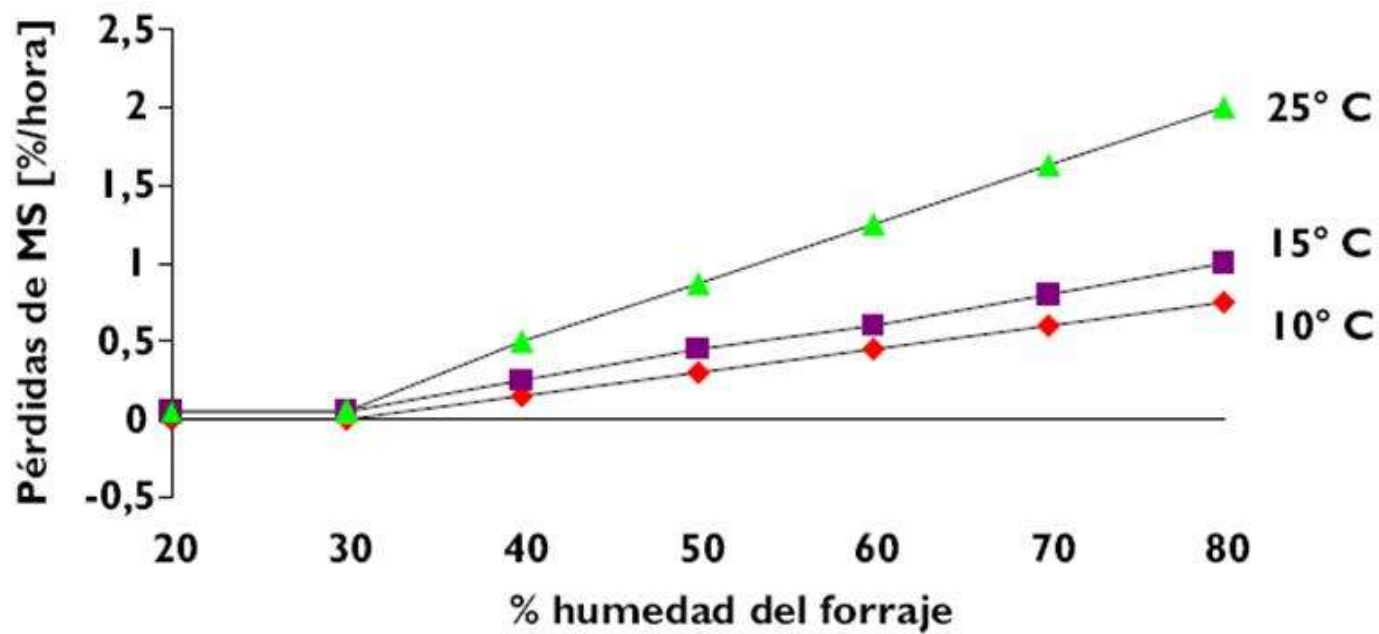
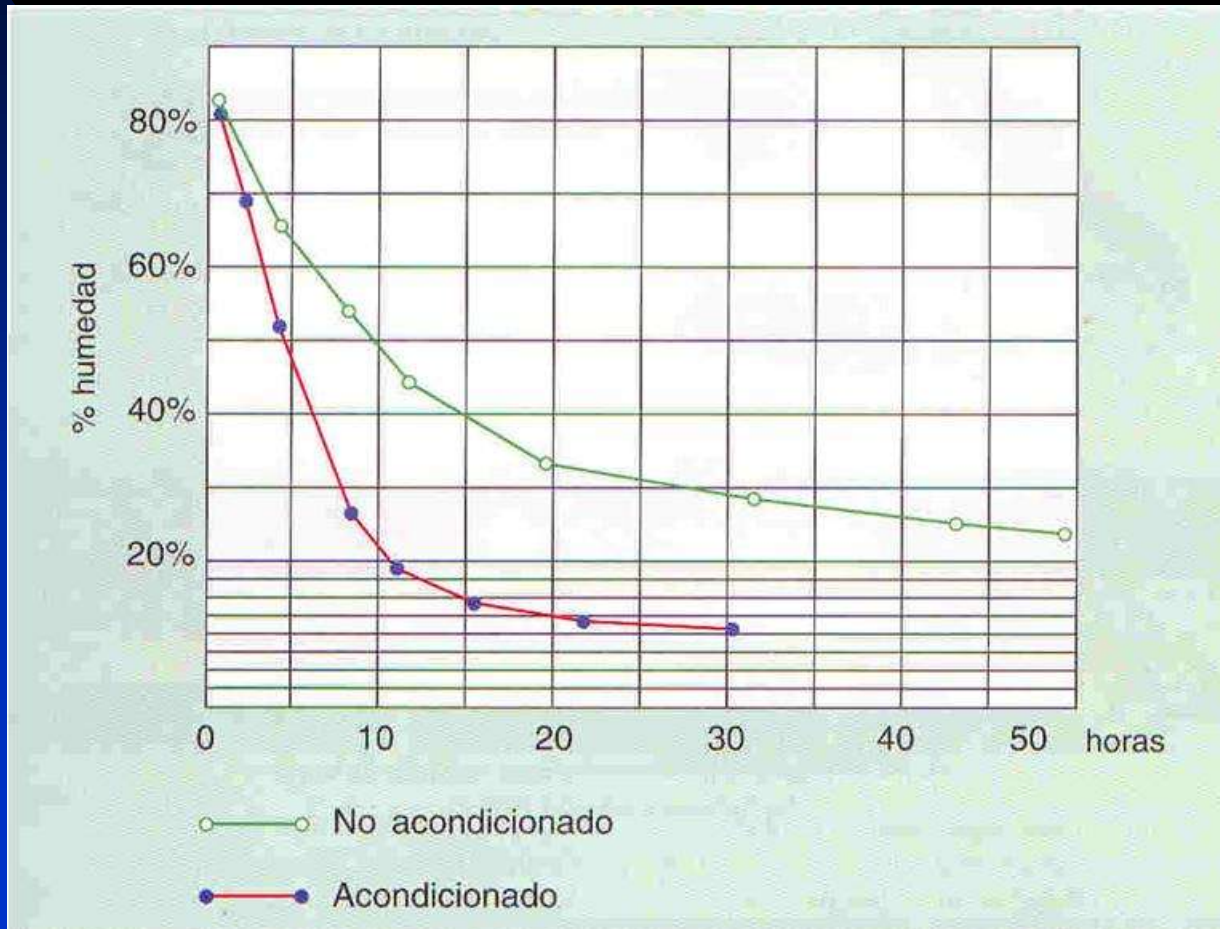
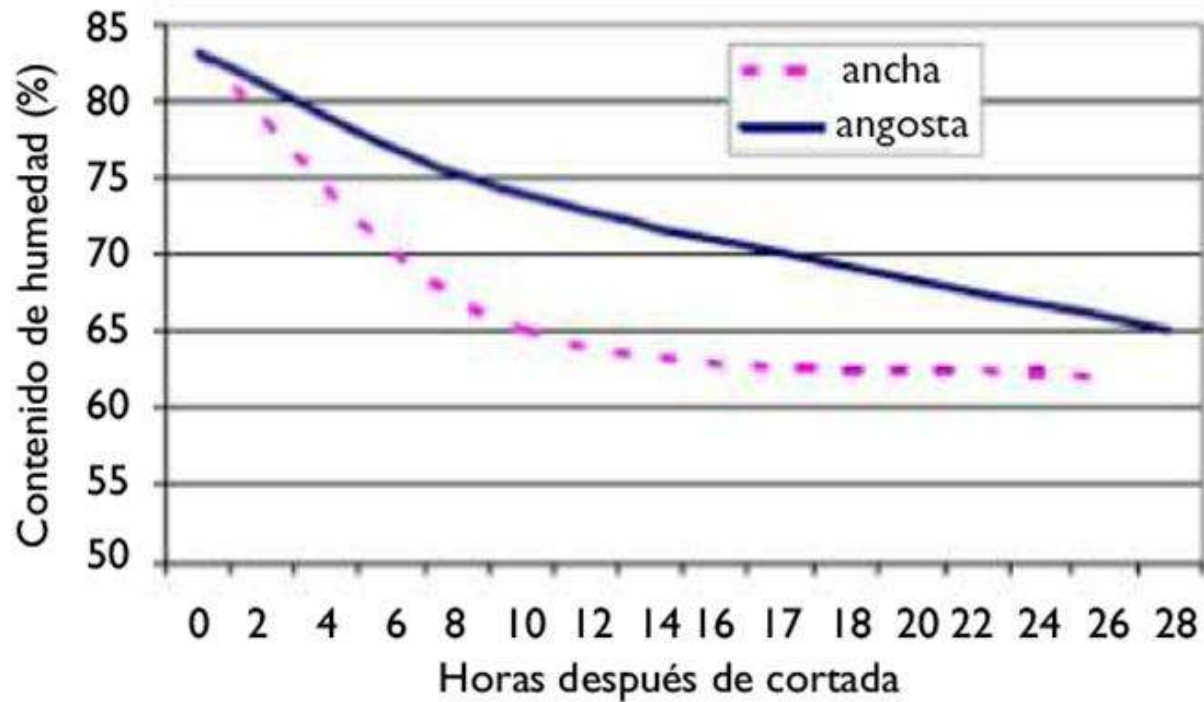


Figura 4.35. Porcentaje de pérdidas por respiración.

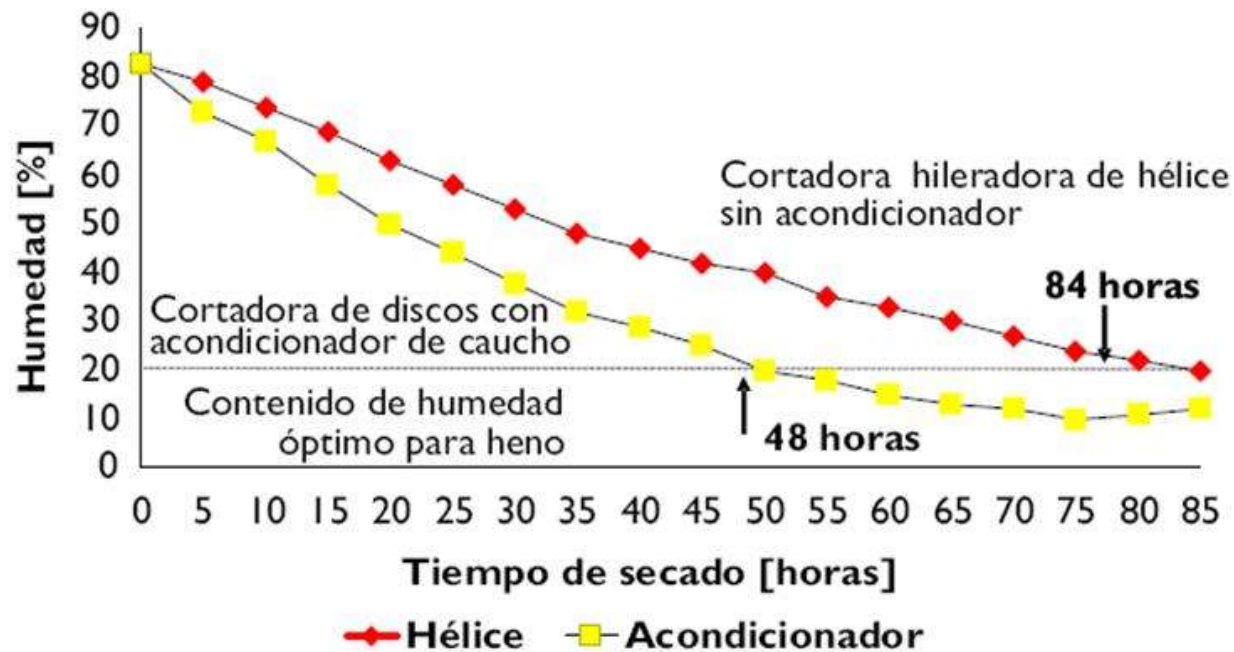


# Acondicionado del forraje



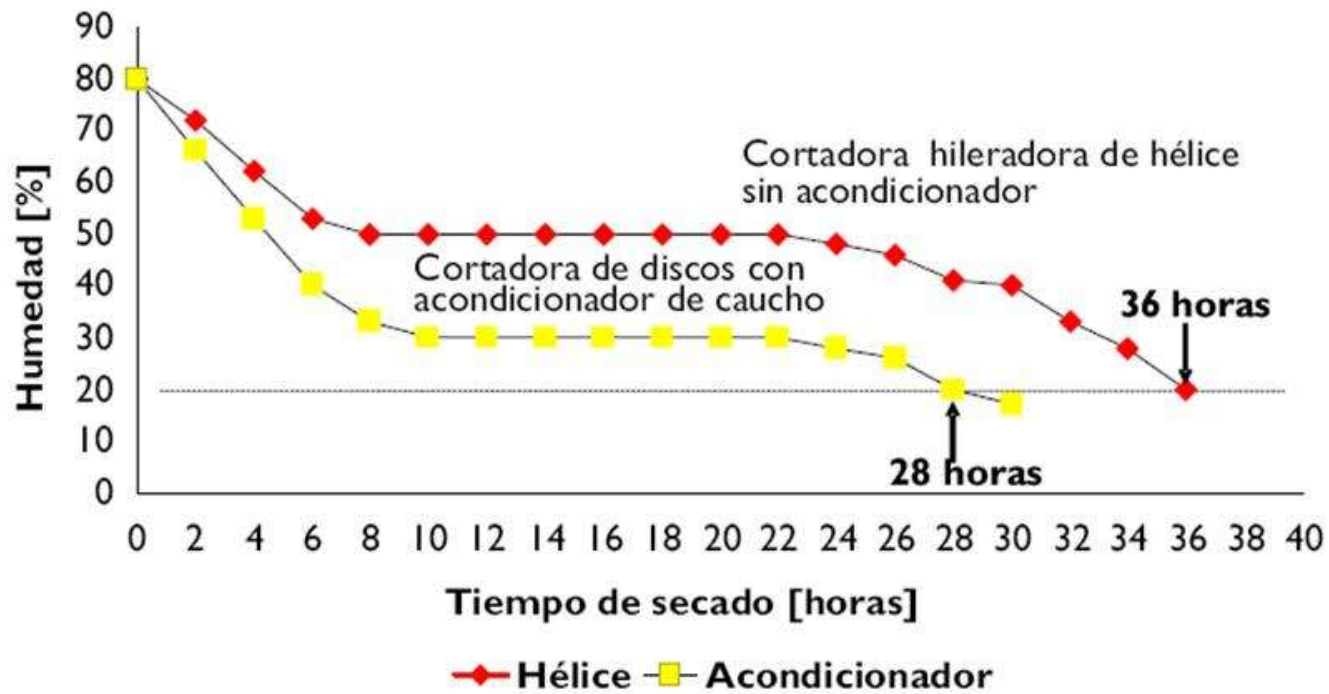


**Figura 4.32.** Efecto del ancho del andana en la velocidad del secado de la alfalfa.



Romero, Giordano, Bruno - INTA PROPEFO Rafaela 1995

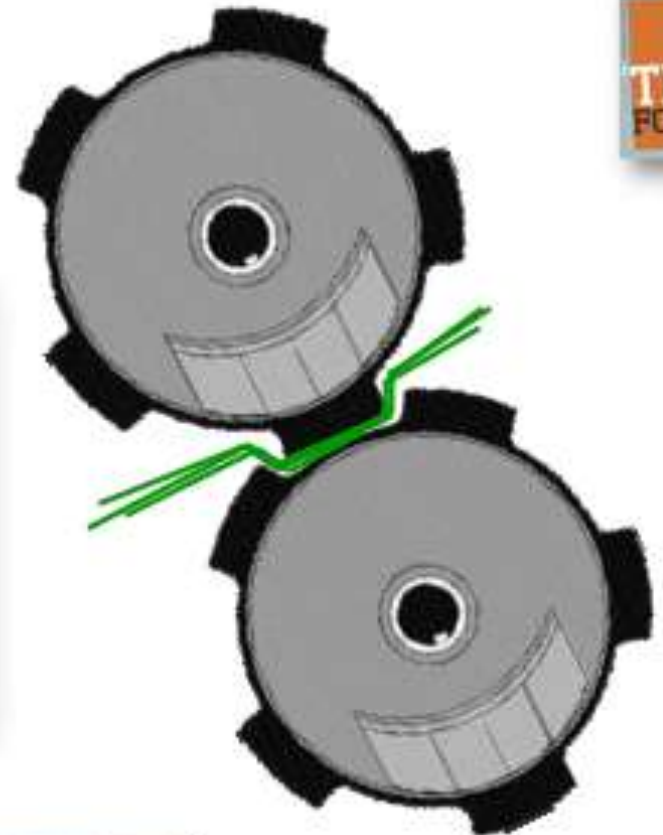
Figura 4.38. Tiempo de secado de la alfalfa para heno - Ensayo I, corte: 19/01/95

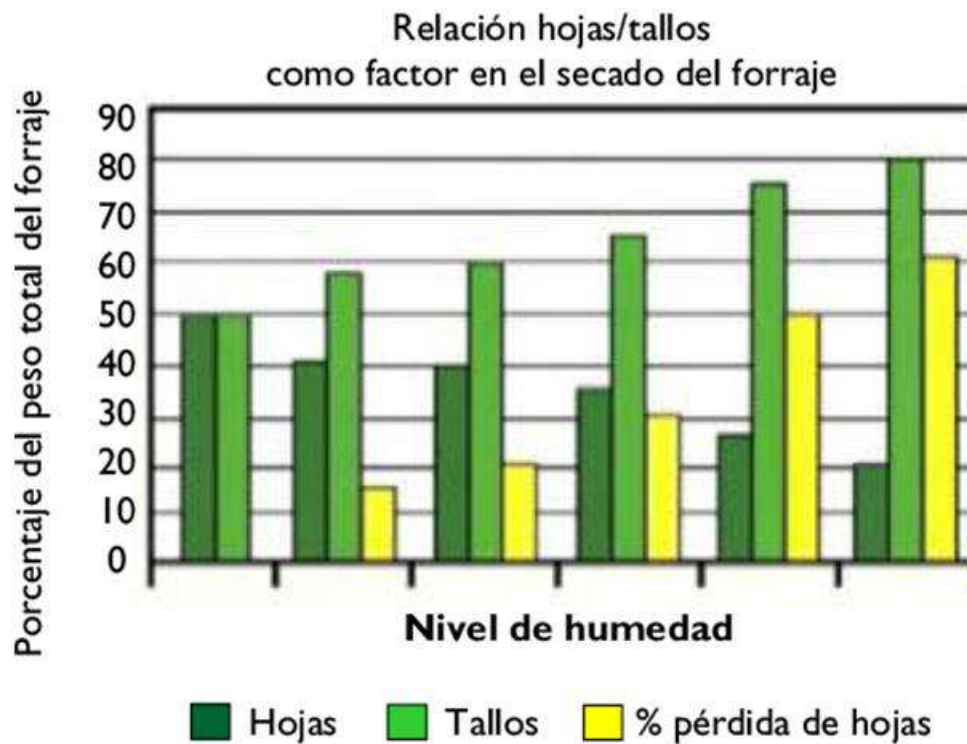


Romero, Giordano, Bruno - INTA PROPEFO Rafaela 1995

Figura 4.39. Tiempo de secado de la alfalfa para heno - Ensayo 2, corte: 26/01/95

# Acondicionadores





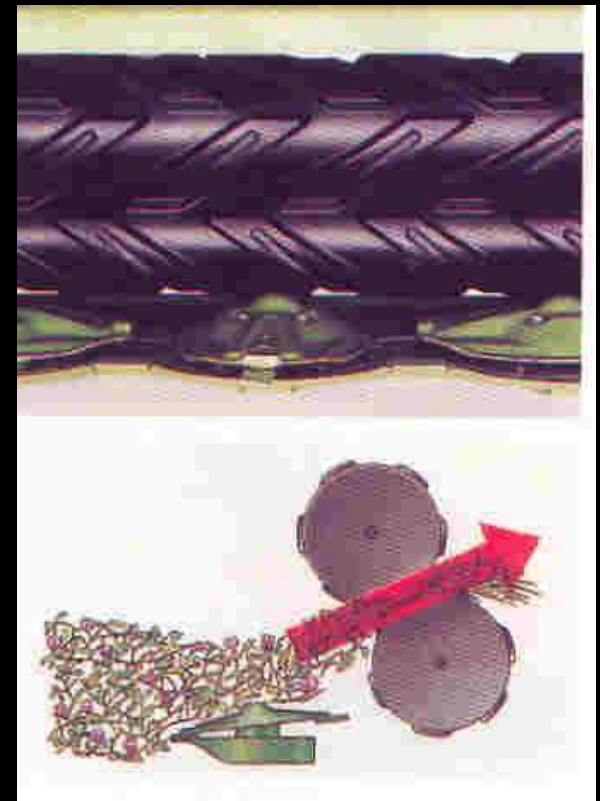
**Figura 4.57.** Relación hoja/tallo en función del contenido de humedad del forraje.



**Figura 4.40.** Esquema de trabajo de un sistema de acondicionado mediante rodillos.



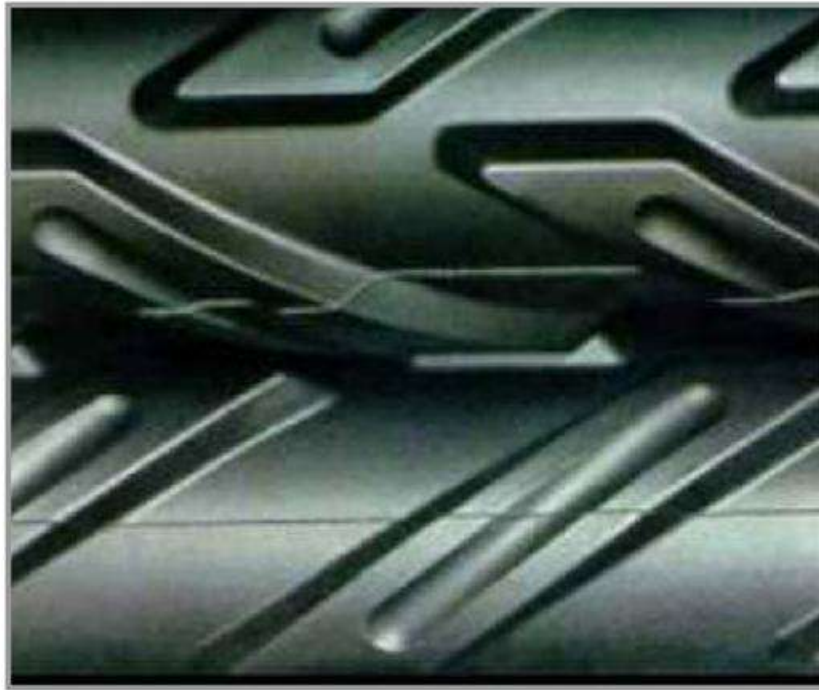
**Figura 4.43.** Esquema de trabajo de un acondicionador de dedos o impeller.

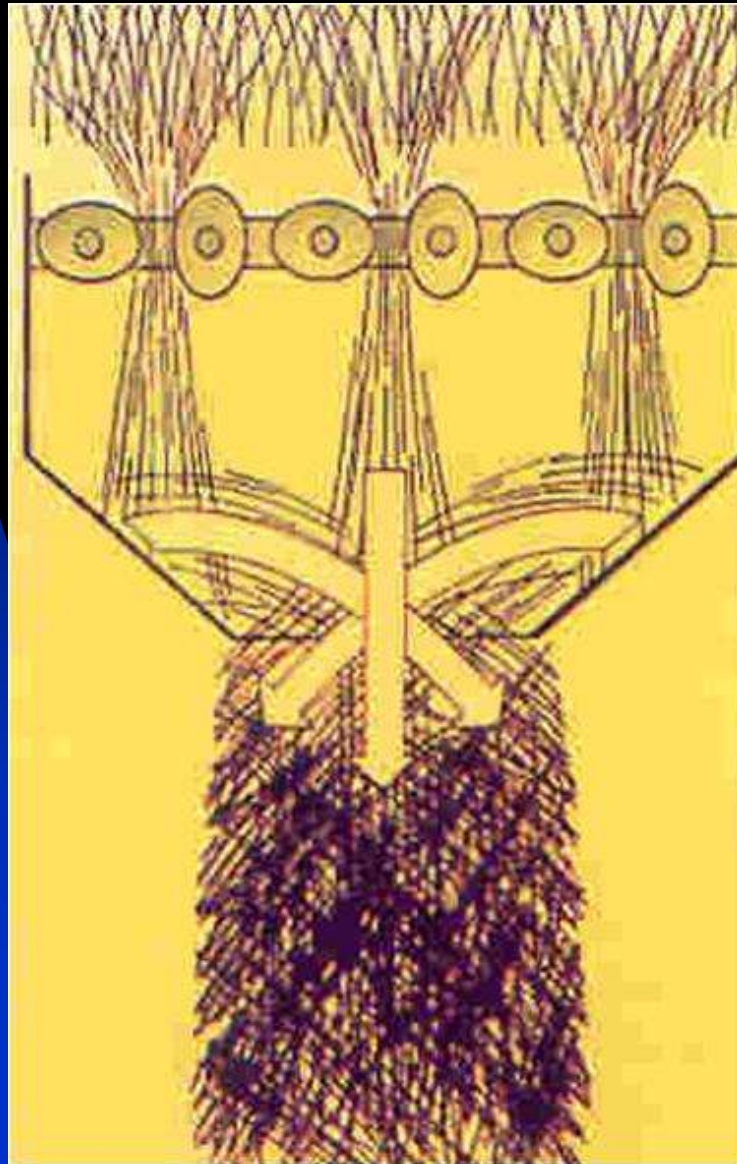




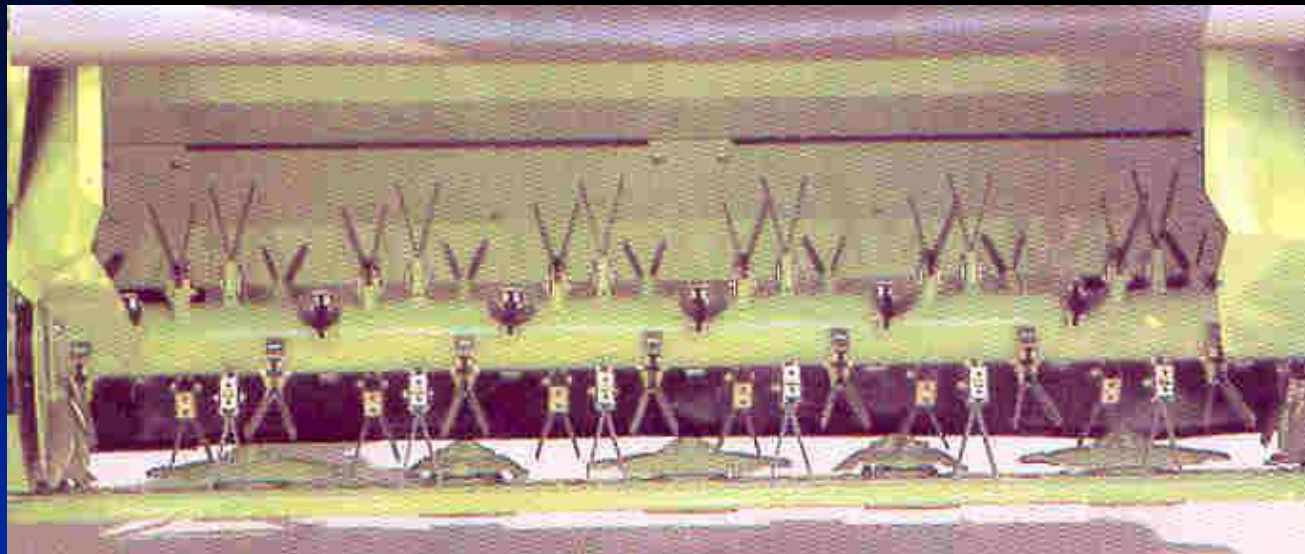


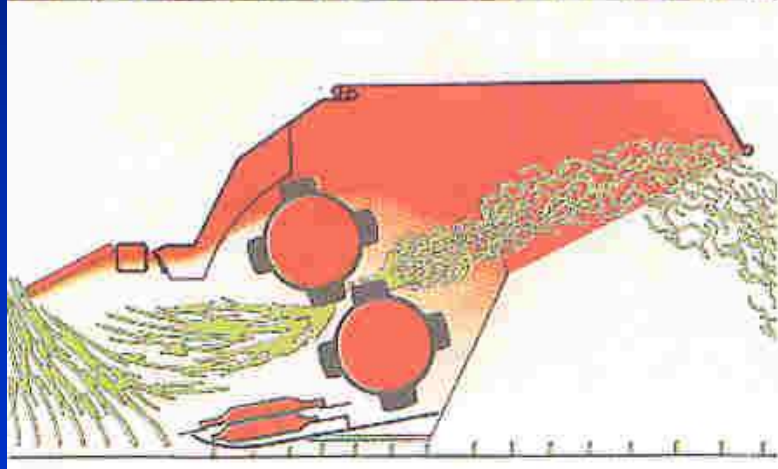
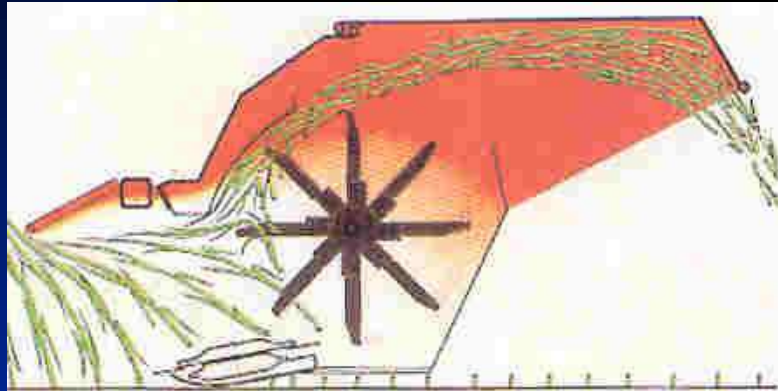
**Figura 4.41.** Rodillos acondicionadores de caucho.





# Acondicionadores de flejes





**Tabla 4.3.** Pérdidas en alfalfa según tipo de acondicionador utilizado.

Sistema de corte	Acondicionado	Perdida corte+rastrillo	Recolector	Total
Discos	Rodillos	4,7%	2,05%	6,75%
Discos	Impeller	6,43%	2,38%	8,81%

# Henificación

- **Recurso forrajero**
- **Corte y andanado**
- **Corte y acondicionado**
- **Rastrillado**
- **empaquetado**

# Rastrillos

- De eje horizontal
  - ◆ Estelares
  - ◆ Cabezales rectos
  - ◆ Cabezales oblicuos
- Rastrillos de eje vertical →

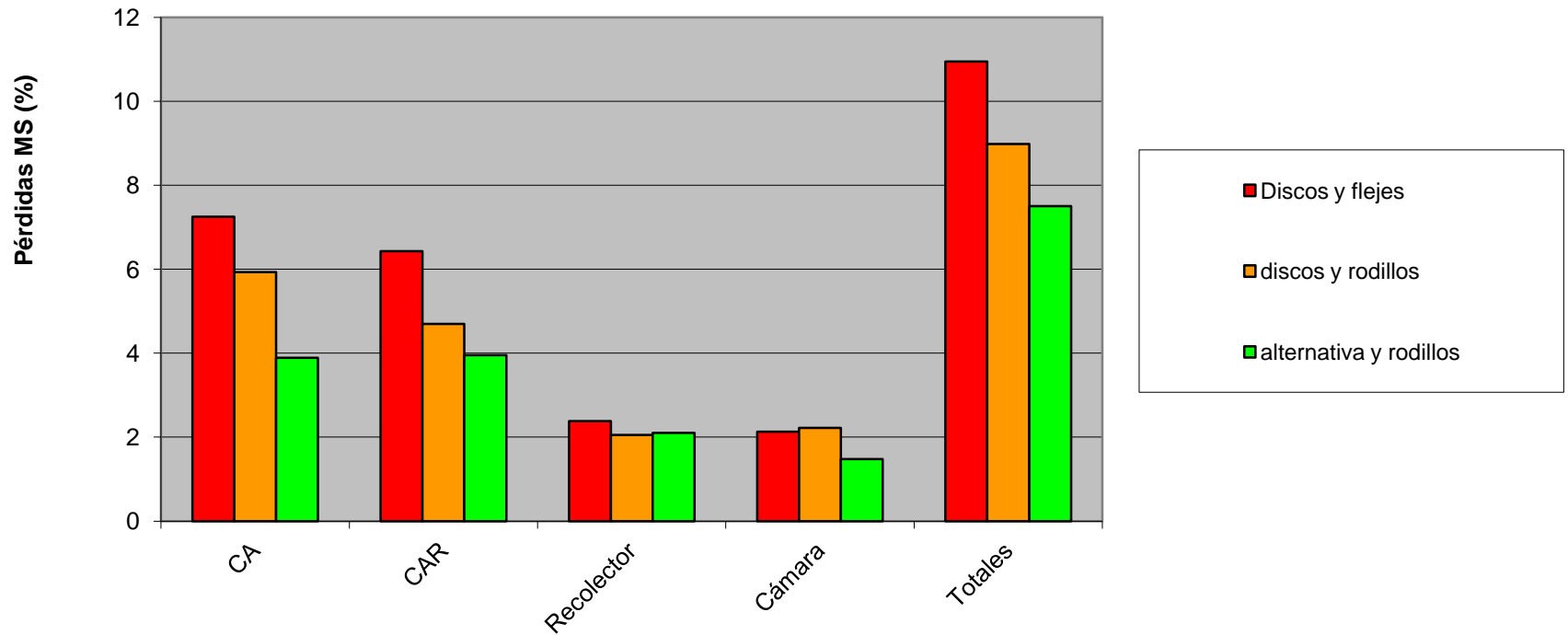
## Uso del Rastrillo

- ✓ Ocasionan el 30% de las de pérdidas del proceso de henificación
- ✓ Rastrillar con una humedad de entre el 40 y el 35%. (cutter 35%)
- ✓ Velocidad de trabajo: No superar nunca los 7 km/h.
- ✓ Trabajar a una altura donde no se deje forraje sin mover evitando pérdidas pero nunca tocar el suelo.

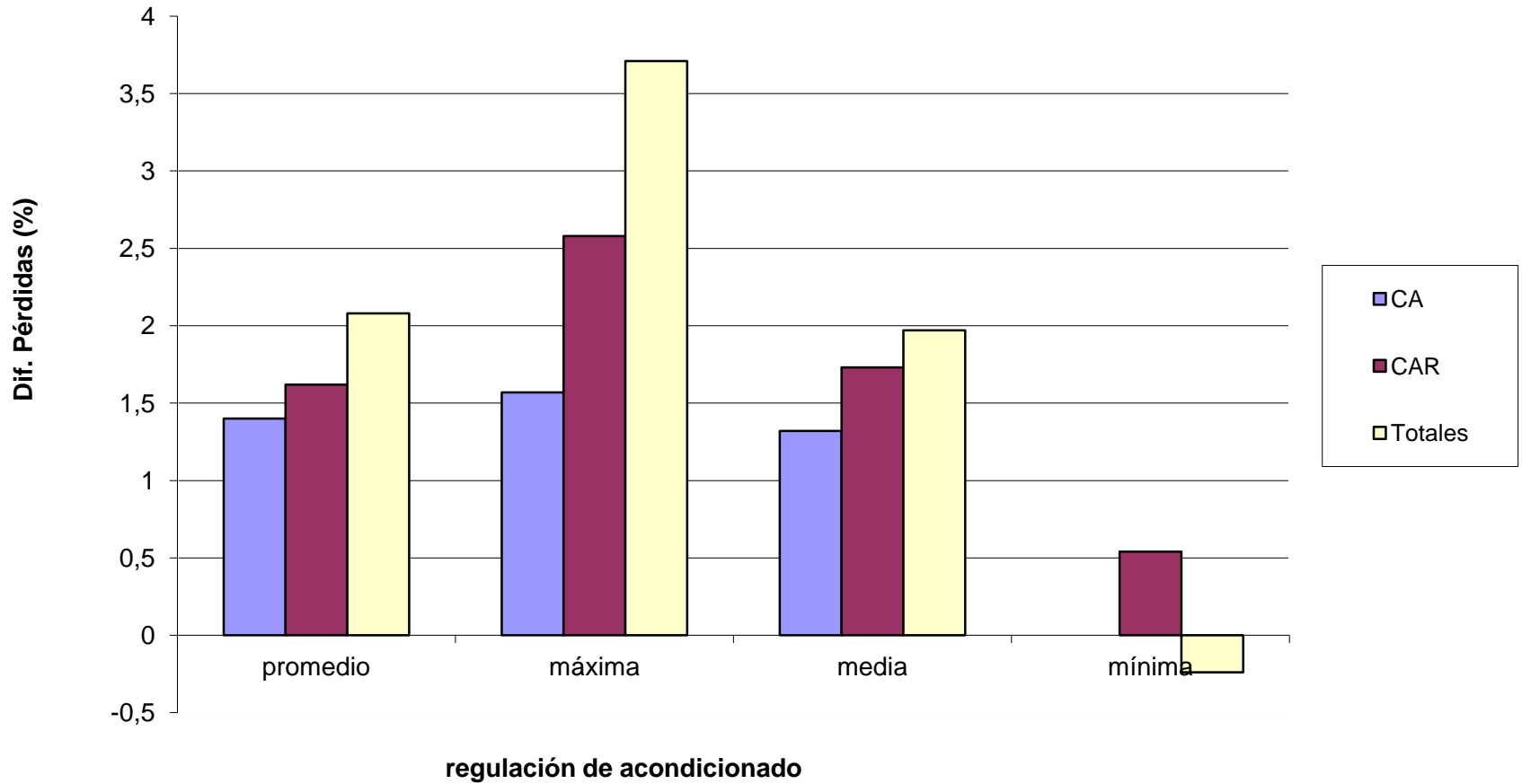




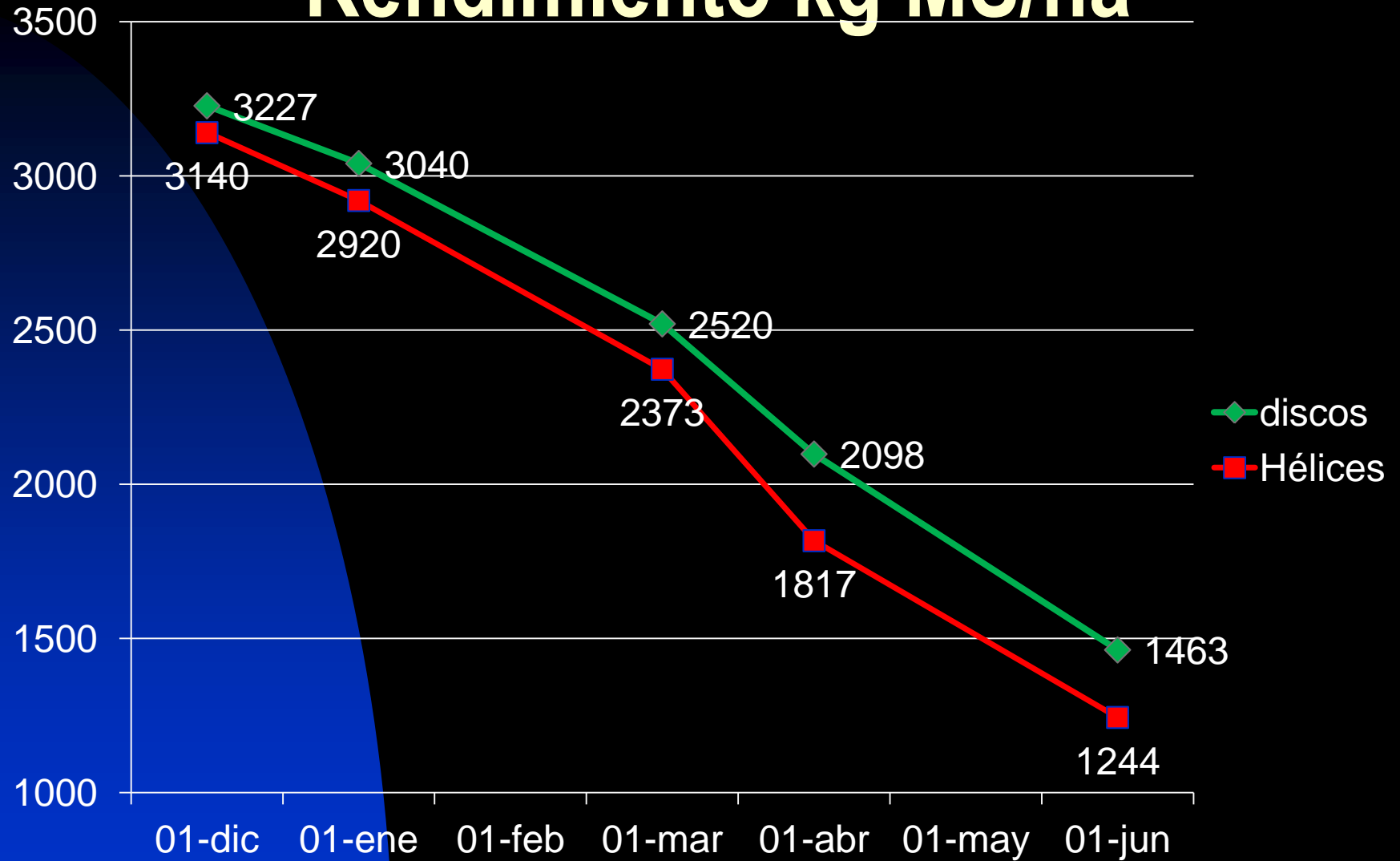
## pérdidas en el proceso



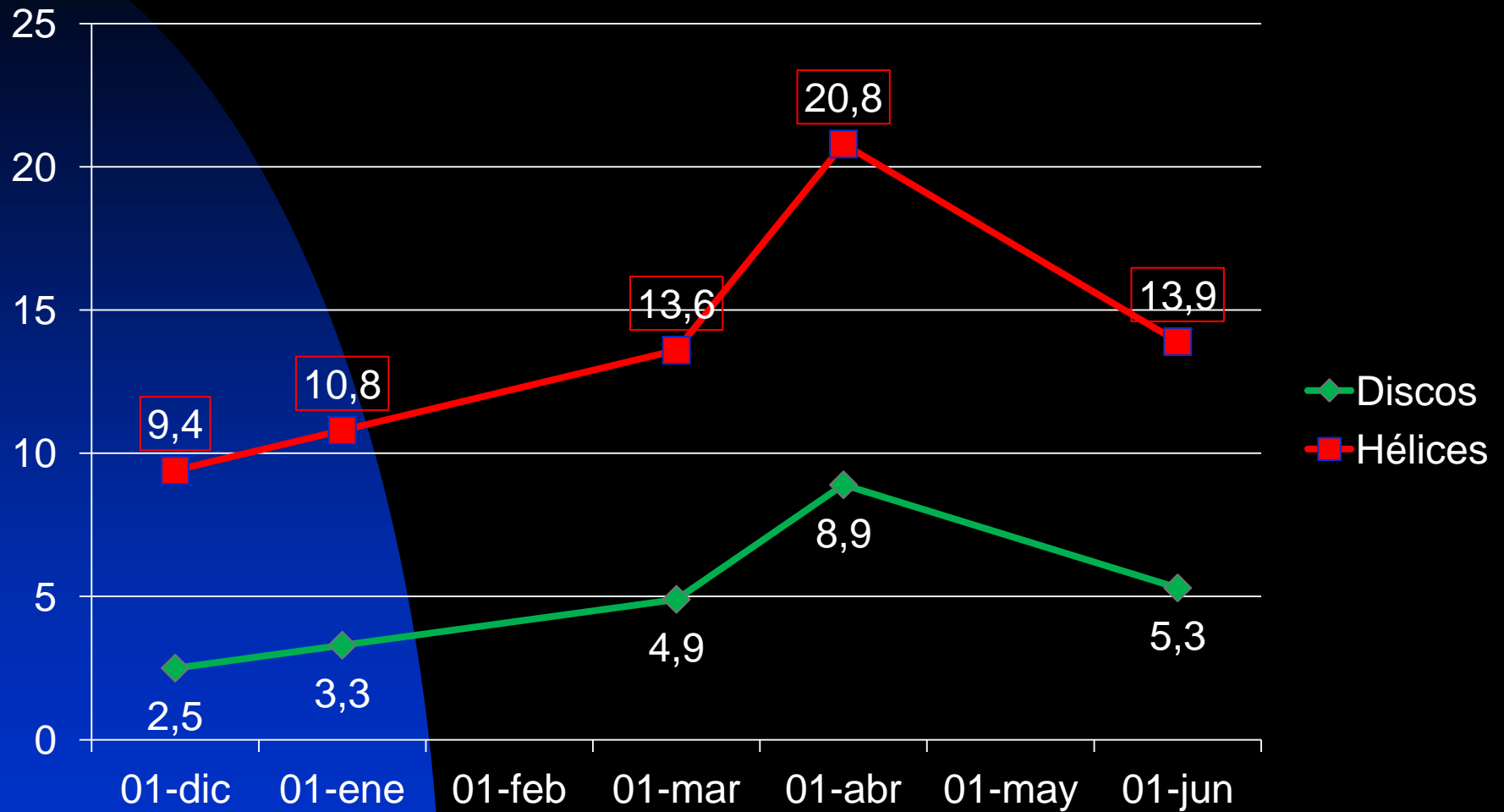
### Flejes vs rodillos



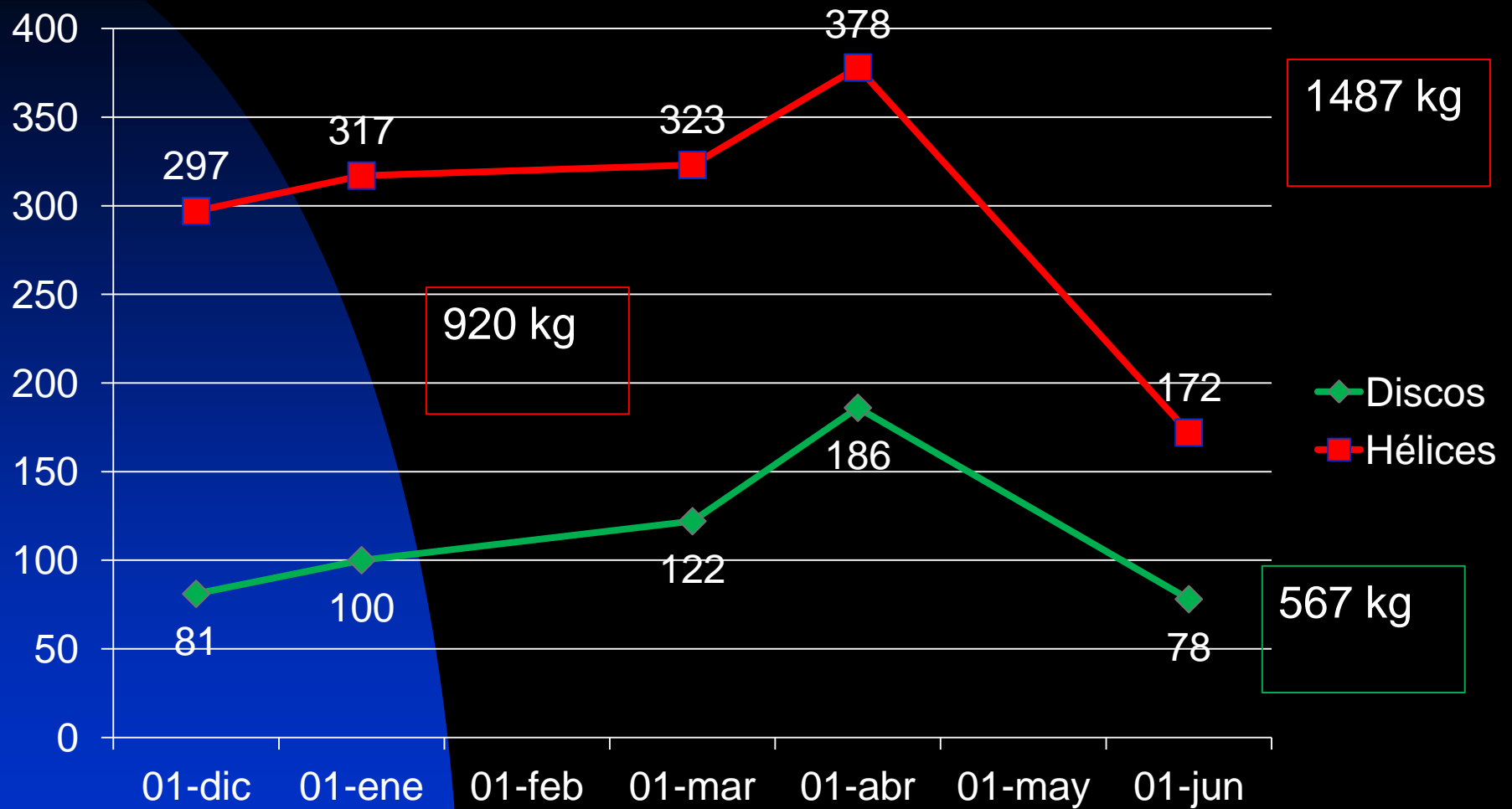
# Rendimiento kg MS/ha



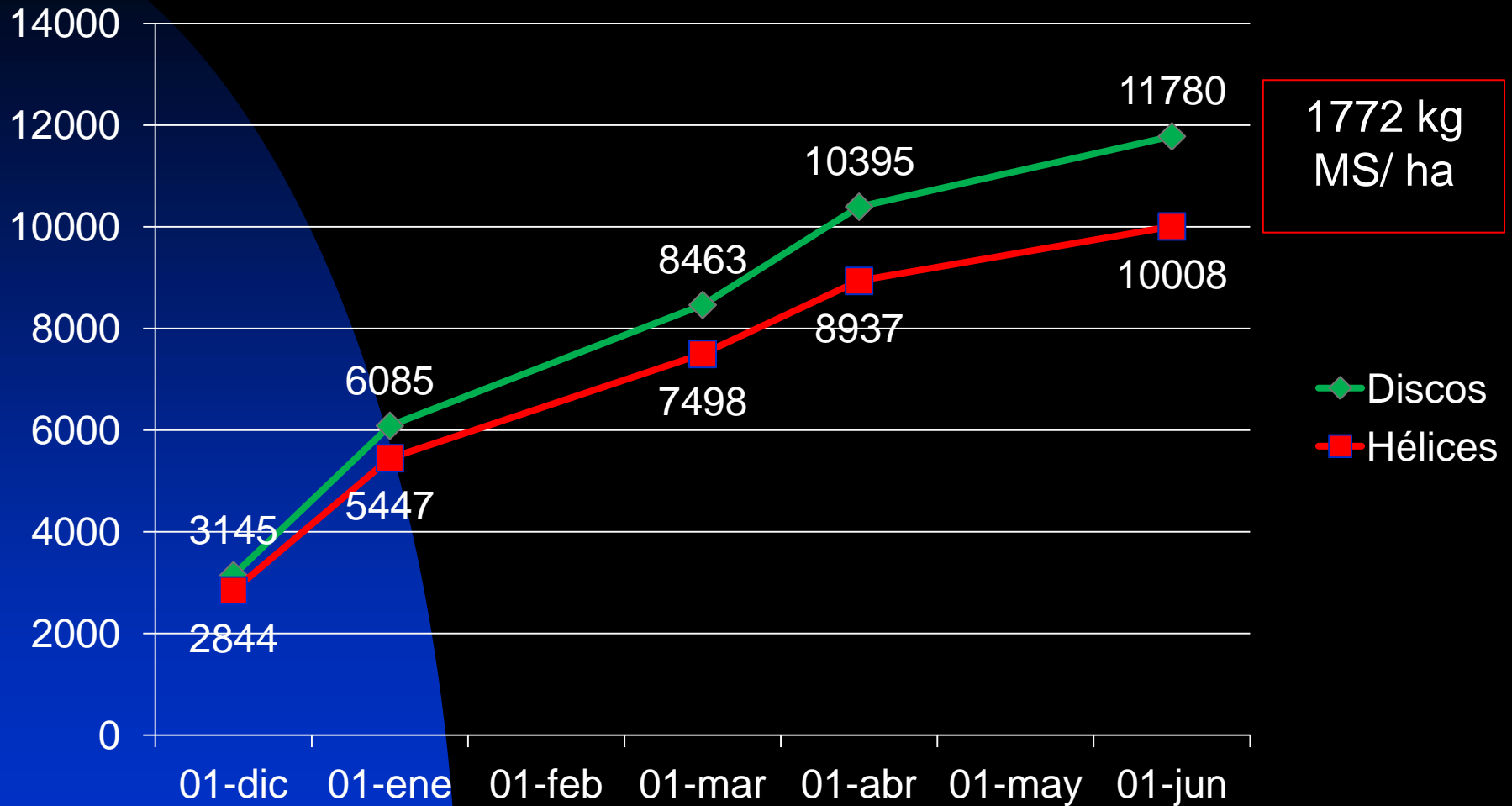
# Pérdidas por repicado (%) del rendimiento



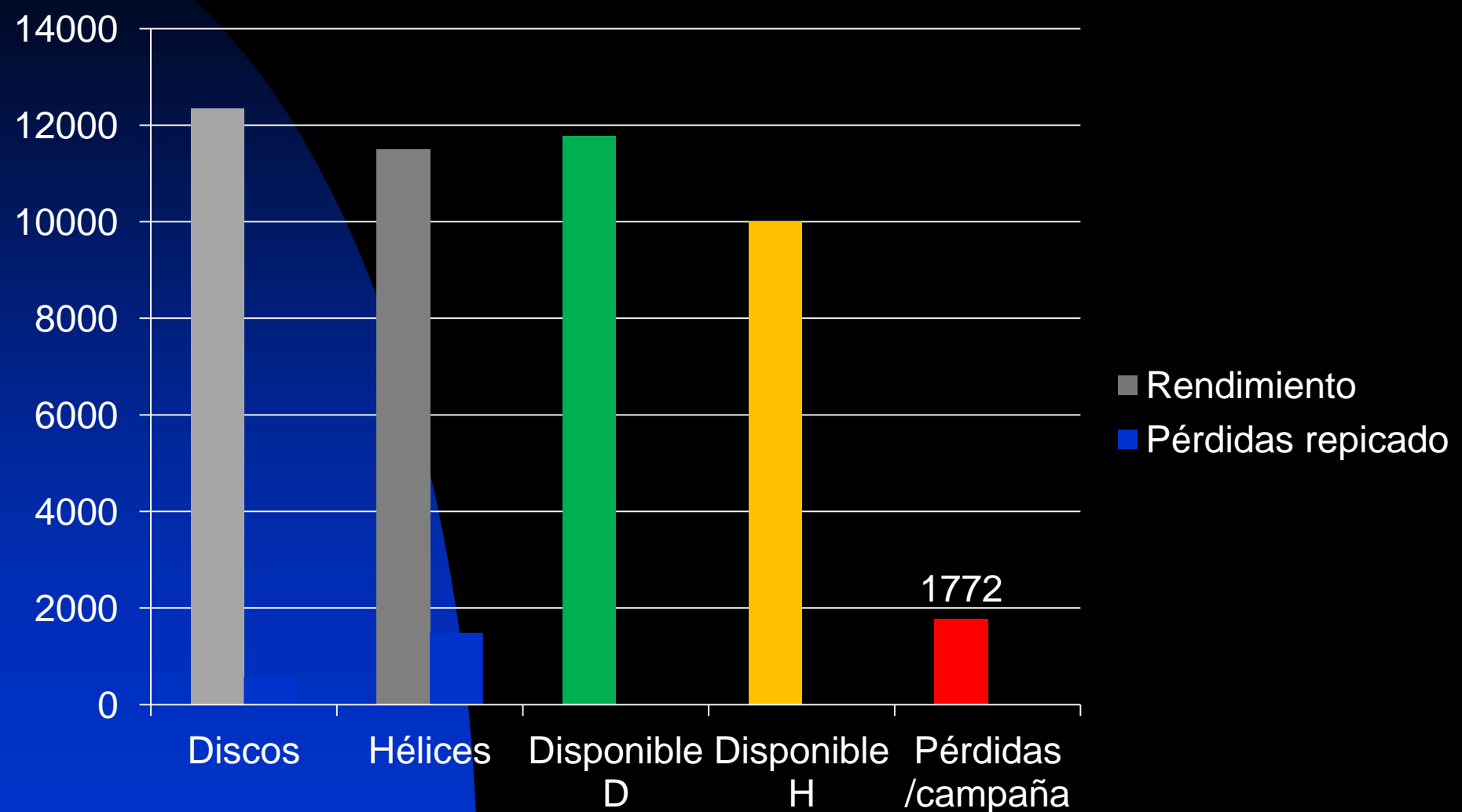
# Pérdidas por repicado



# Pérdidas por repicado

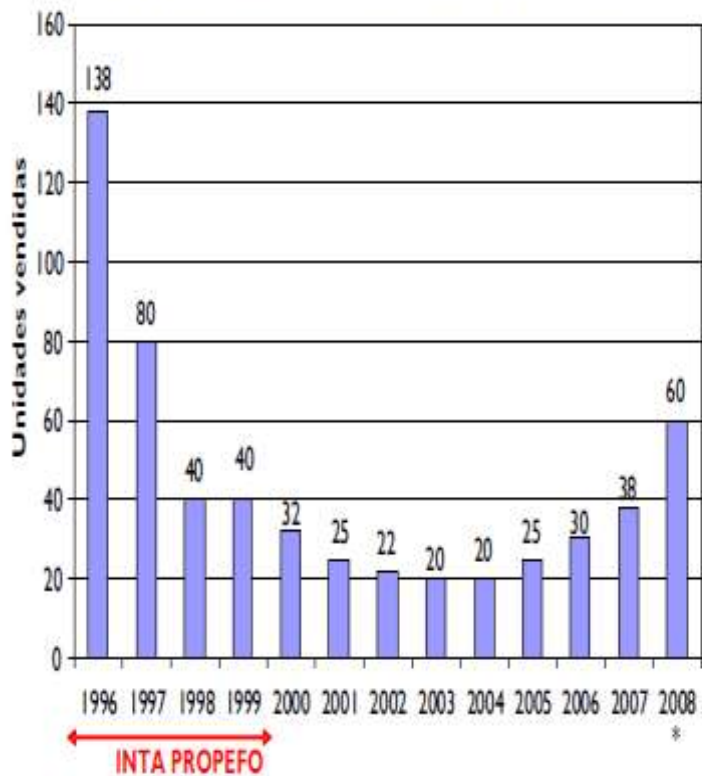


# Rendimiento y pérdidas MS (kg) por campaña



# Mercado de empaquetadoras

Empaquetadoras prismáticas convencionales de 25 a 30 kg/fardo



Mercado de Rotoempaquetadoras

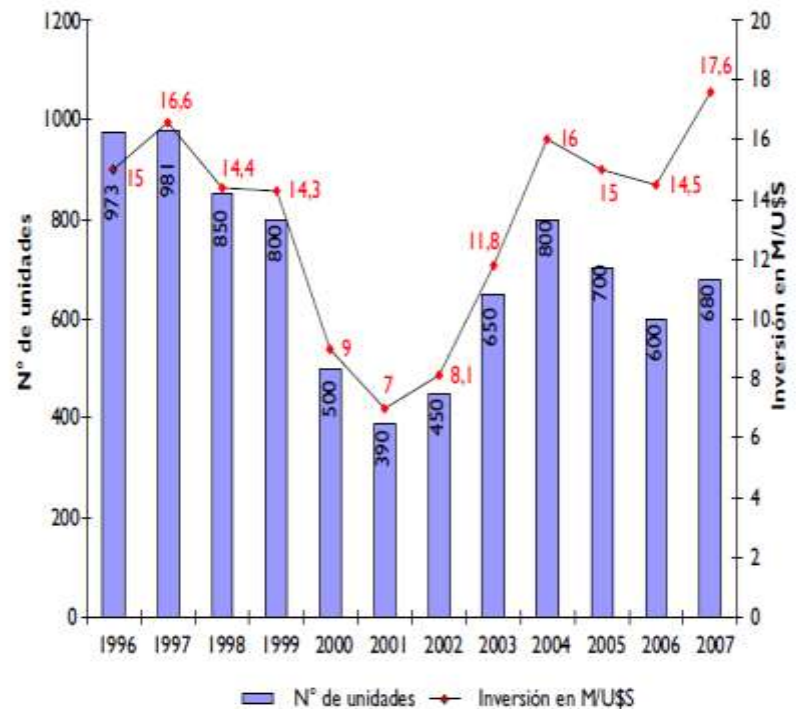
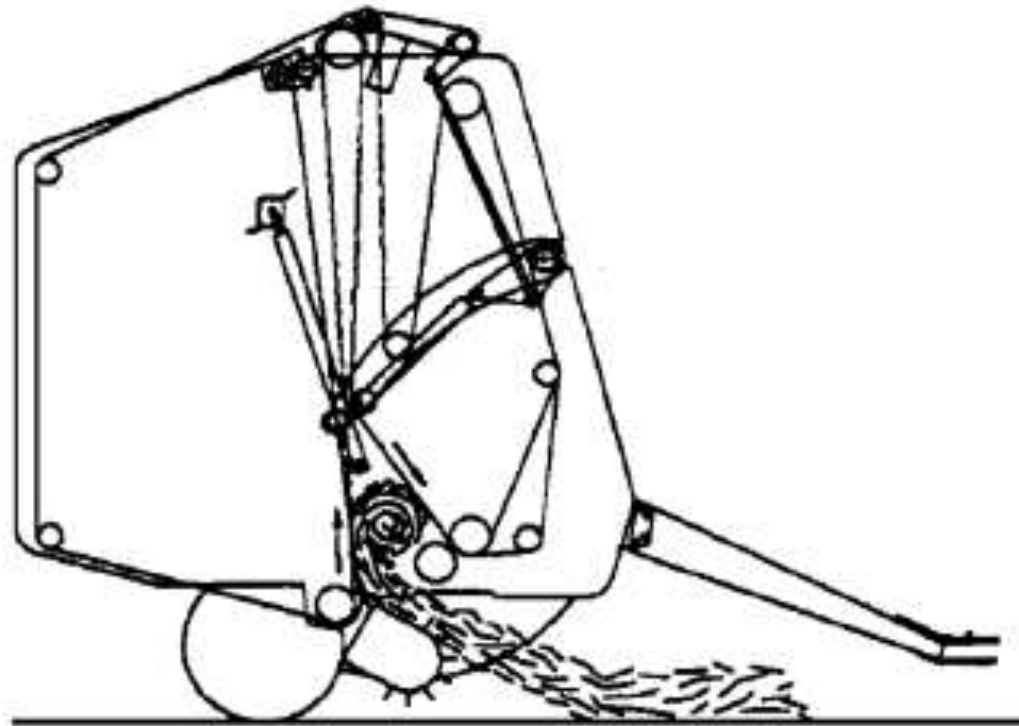
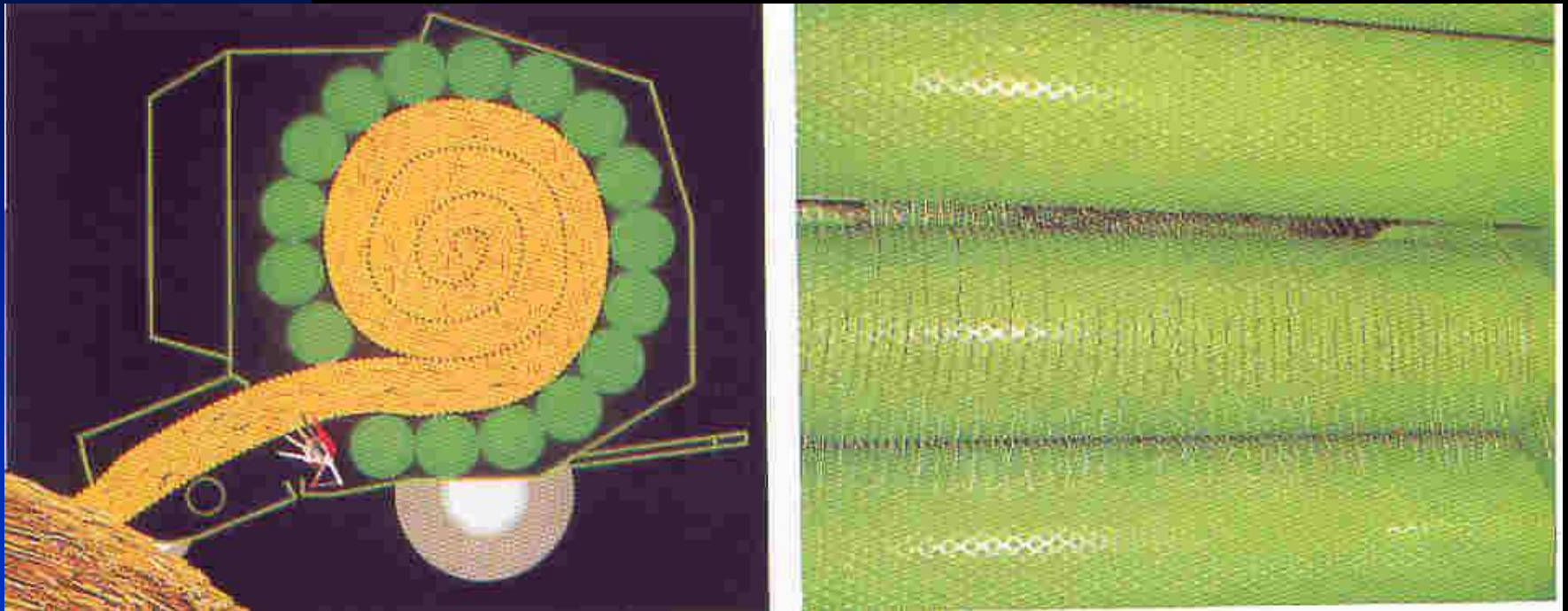


Figura 2.3 . Mercado de rotoempaquetadoras. Fuente: INTA PRECOP, Febrero de 2008.

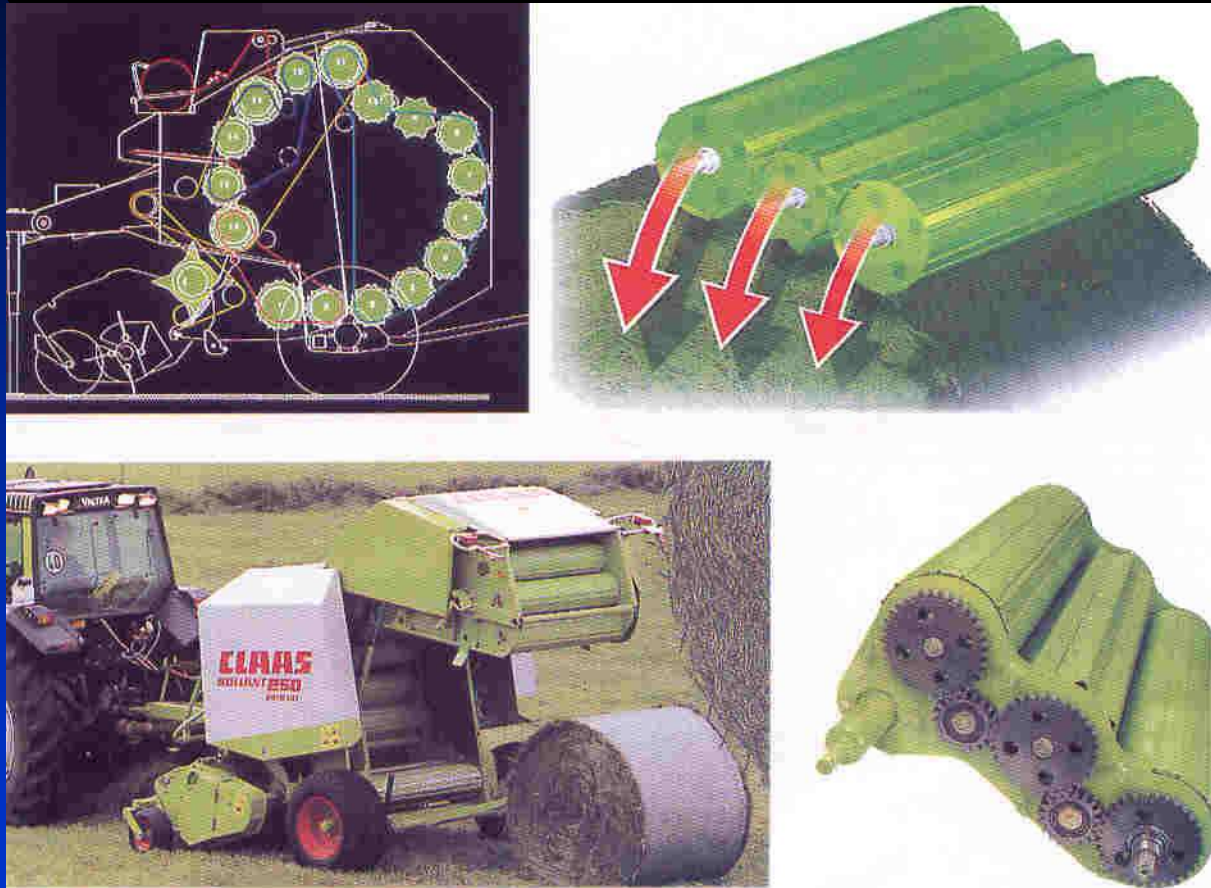




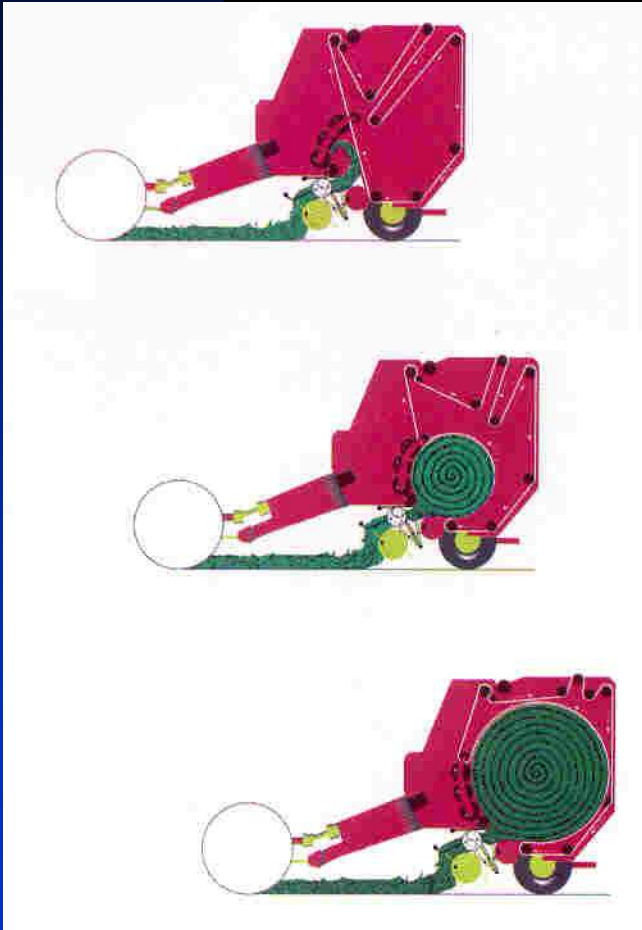
# Enrolladoras de cámara fija



# Núcleo flojo con cámara variable



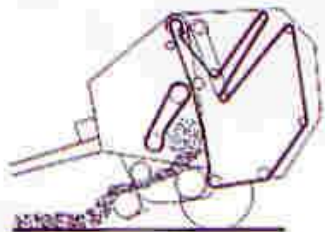
# Enrollado con cámara variable



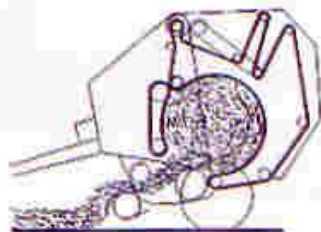
# Tamaño de rollos variables



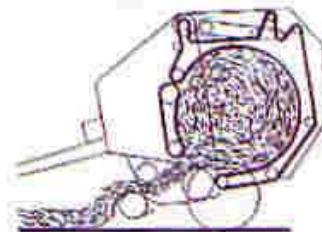




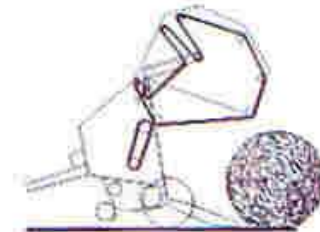
1) Formación del núcleo



2) Formación de la paca



3) Atado



4) Expulsión

### Proceso de formación de la paca.



Posición n° 1  
La densidad es máxima desde el comienzo (paja y ensilado)

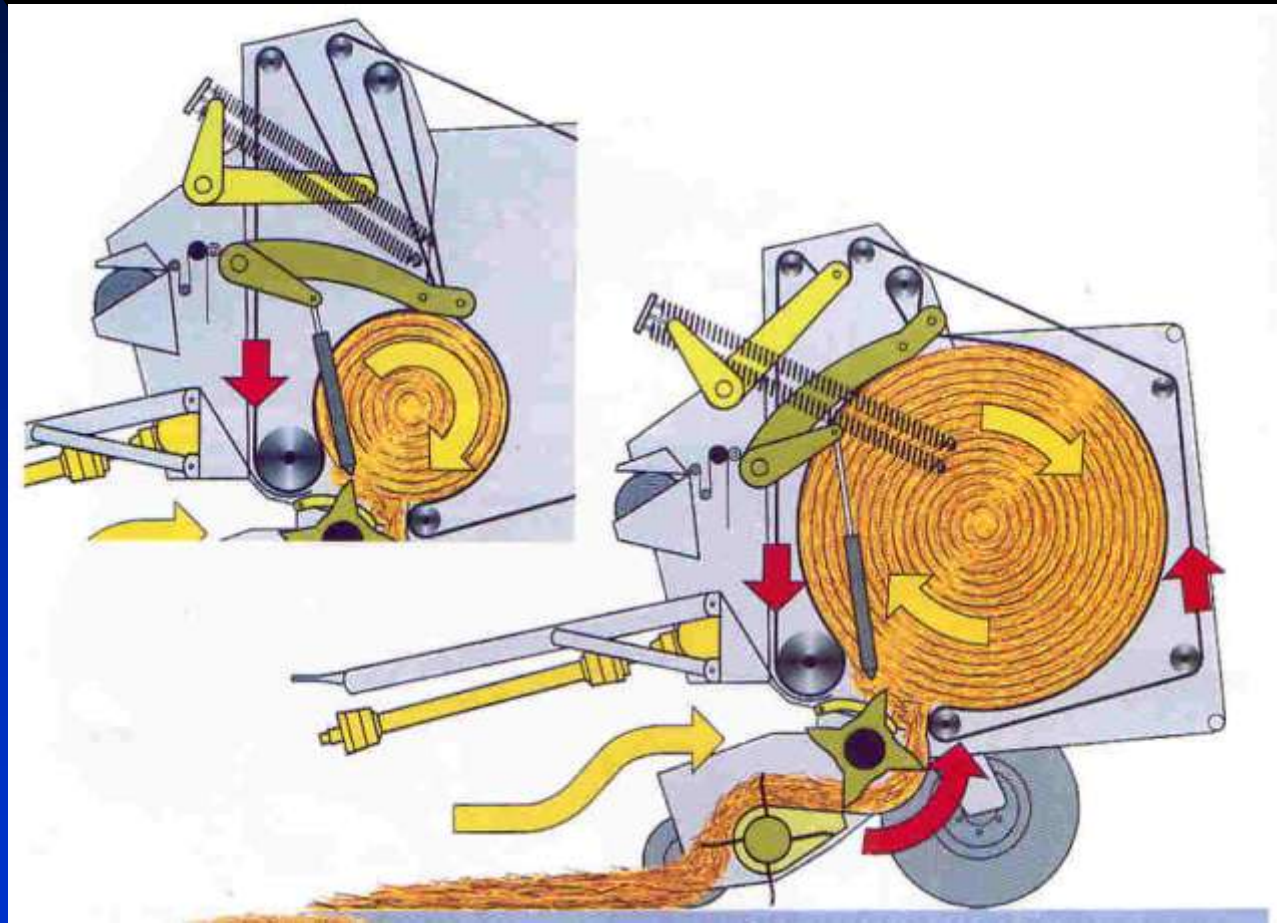


Posición n° 2  
Solamente el núcleo es de baja densidad, mientras que el resto está bien apretado (heno)



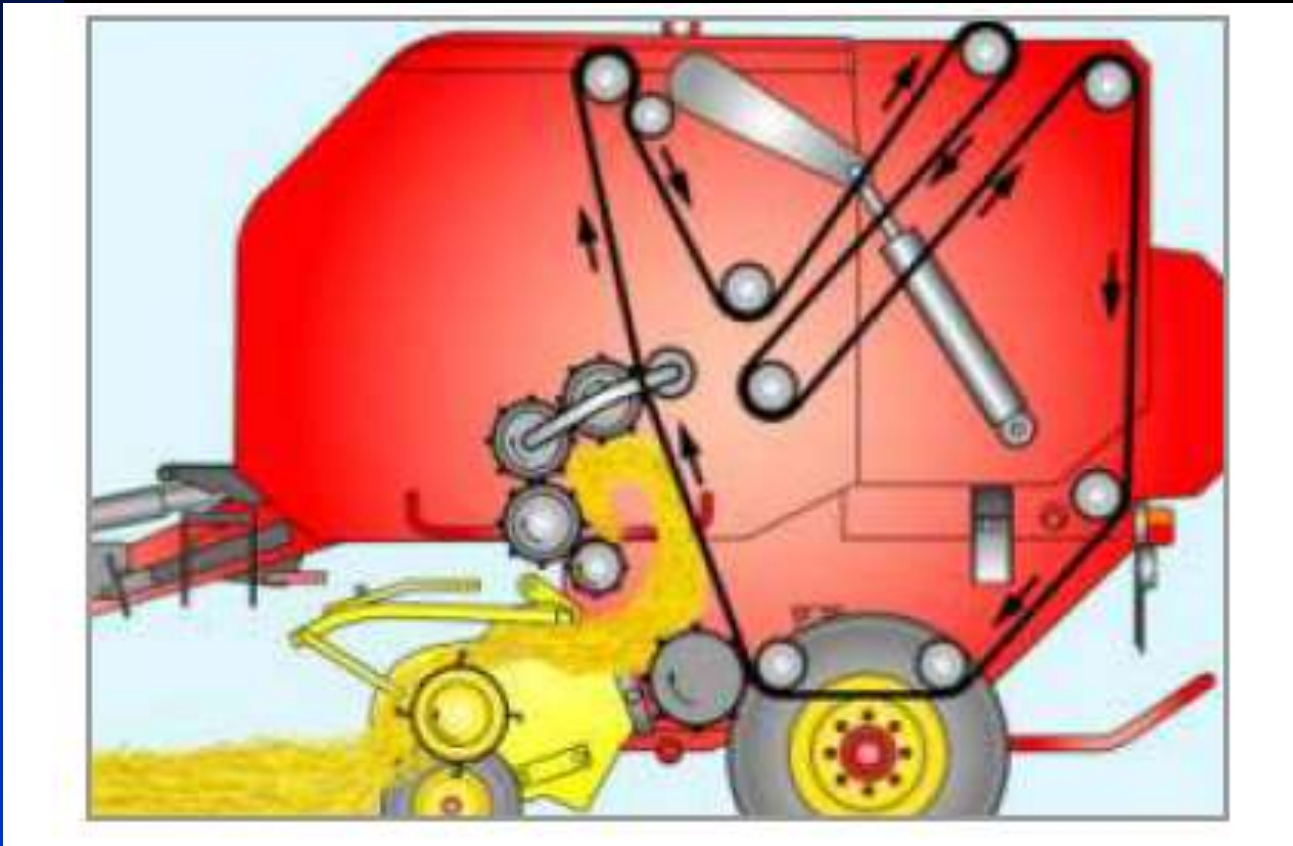
Posición n° 3  
La parte central es de baja densidad, mientras que la parte exterior está bien apretada (heno)

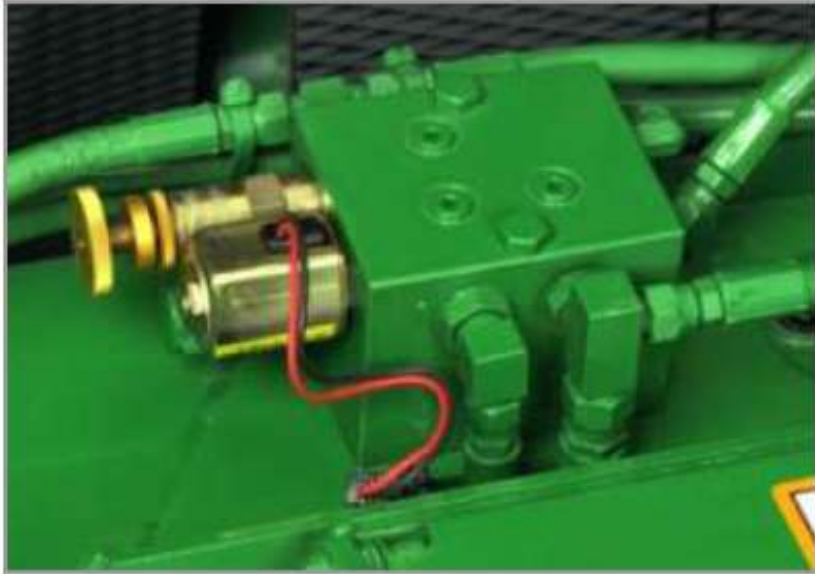
Doble control de densidad de empacado: núcleo y paca





# Sistemas mixtos



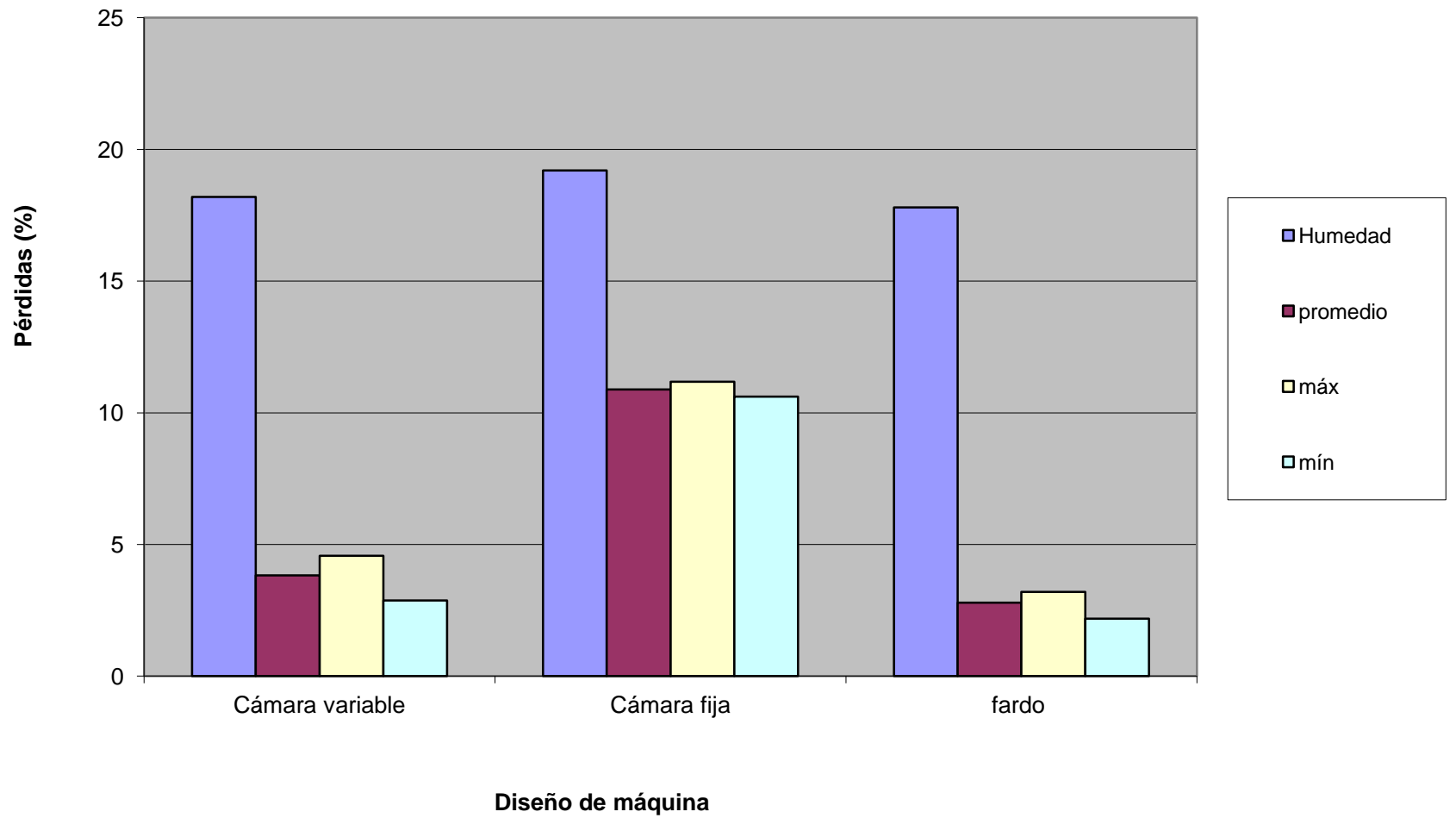


# Tipos de enrolladoras

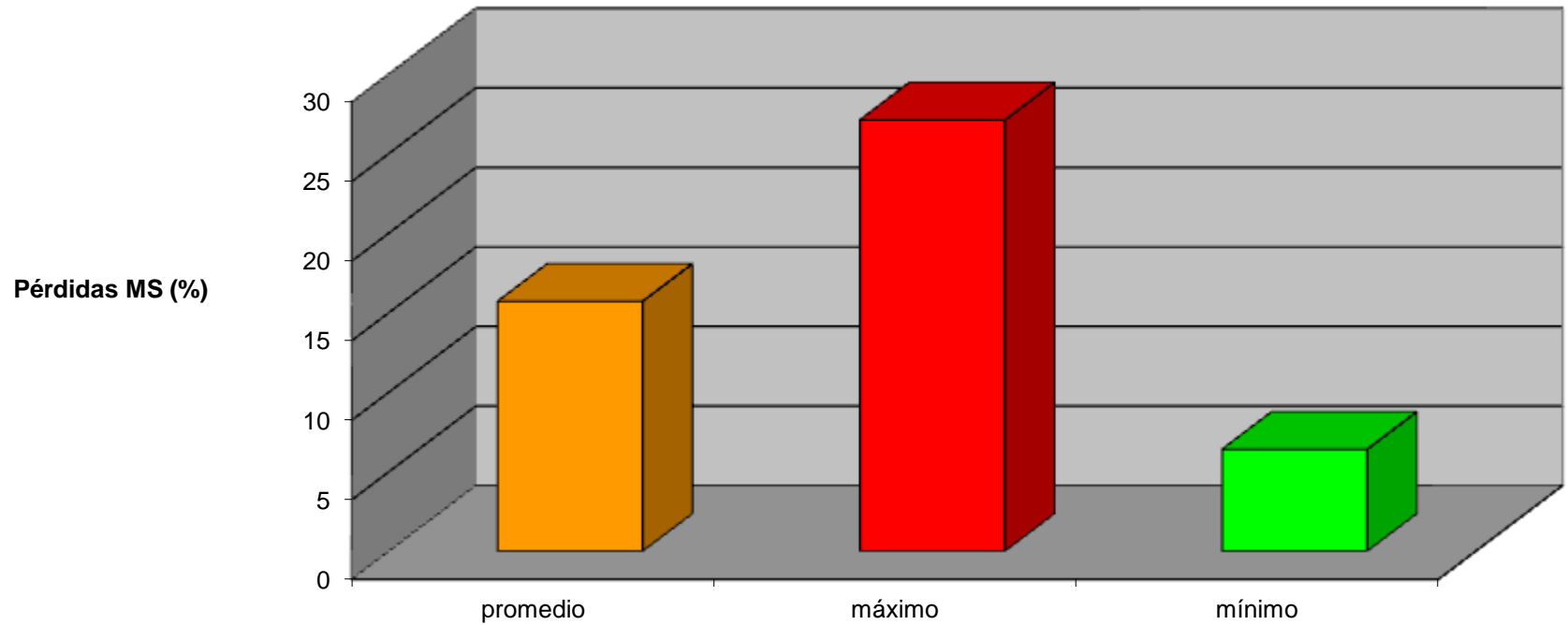
- Cámara fija                      Núcleo flojo
- Cámara variable                Núcleo denso

Pérdidas de Materia Seca de acuerdo al tipo de rotoenfardadora.  
(porcentajes totales sobre la materia seca de heno producido)

Tipo de máquina	Porcentaje de pérdidas
Cámara Variable núcleo compacto (correas)	3,83%
Cámara fija, núcleo flojo (rodillos)	10,89



## Pérdidas en alfalfa



**enrolladora**

# Cámara variable



# Cámara Fija





# Requerimiento de potencia

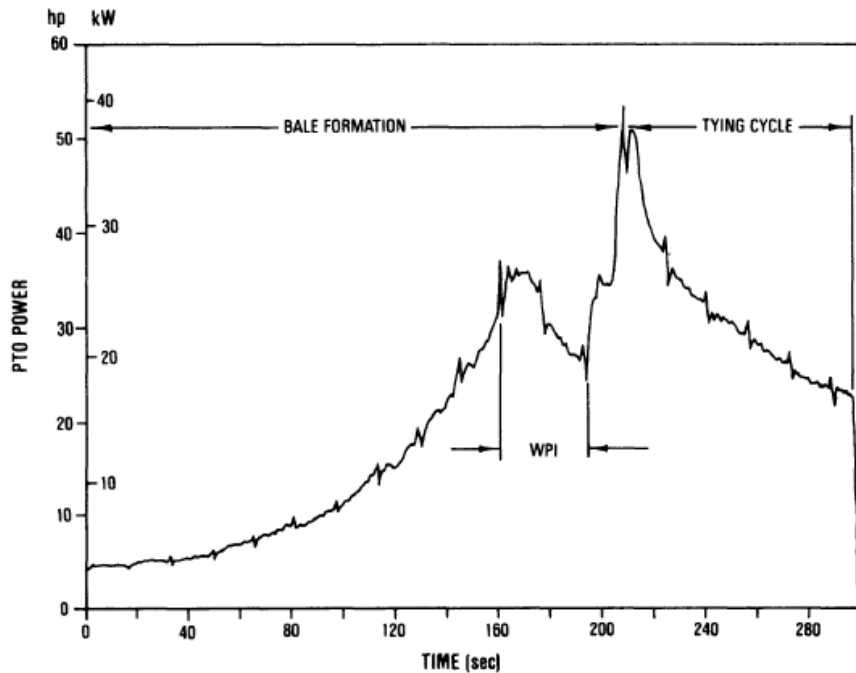


Fig. 3—Power curve of a Vicon RP 210 round baler.

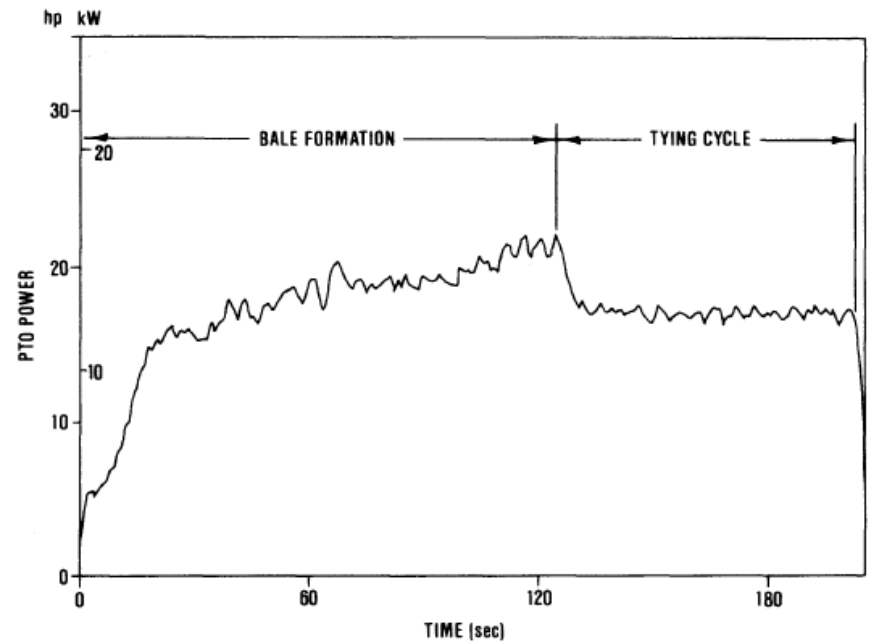
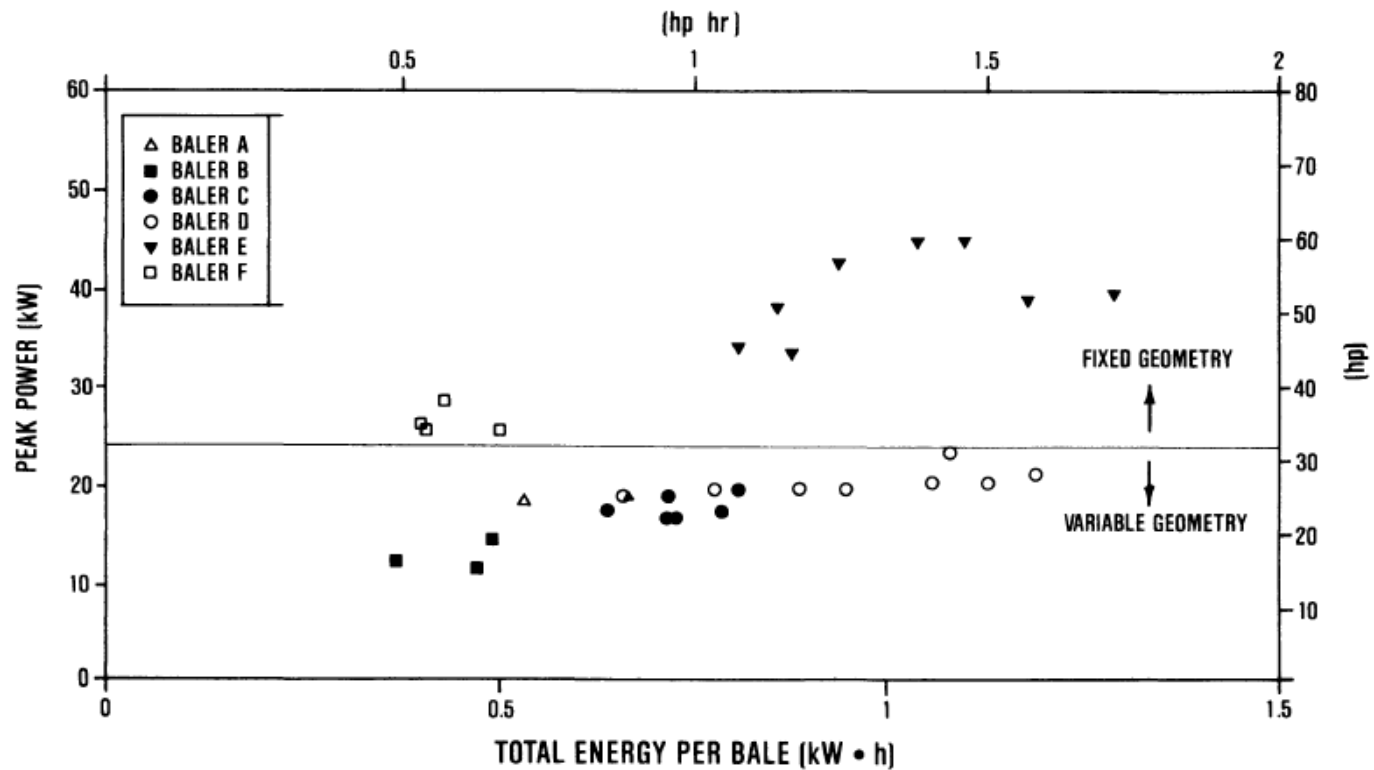


Fig. 4—Power curve of a New Holland 849 round baler.

Cámara fija

Cámara variable



**Fig. 7—Fixed geometry round balers within this study tended to require a tractor with a larger power rating than the variable geometry balers. However, one fixed geometry baler (Baler F) had a low energy consumption rate.**

# Recolector

- **Recolector**
- Capacidad de copiado
- diámetro chico que facilite el ingreso del forraje, flujo uniforme, evitando pérdida de hojas.
- Presencia de rodillos que sujeta, acomodan y “pre comprimen” el forraje al momento de la recolección.

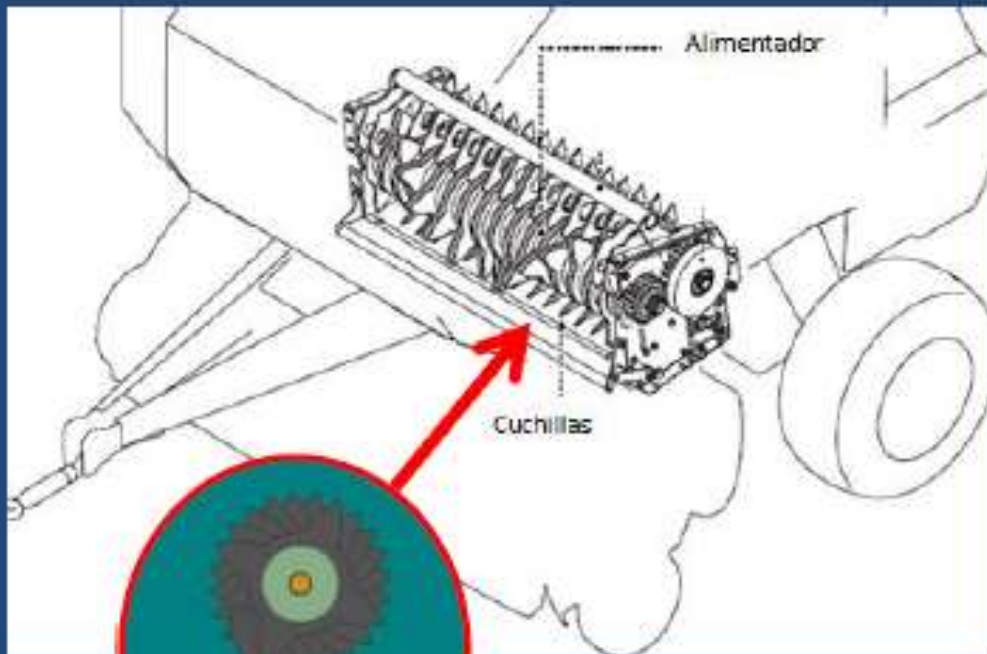


14/06/2016





# Sistema procesador de fibra



# Sistemas procesadores de fibra



Se heneifica fibra con una longitud de entre 7 a 15 cm que permite cargar el heno directamente en mixer horizontales hasta 250 kg en las cantidades exactas que indique la dieta



Trabajando con una humedad entre 20 y 14%, las pérdidas de hoja se incrementan en un 0,87%

(Perdidas: 23%PB 42%FDN 29%FDA)



La calidad de los rollos logrados con cutter y sin cutter no presentaron diferencias significativas de calidad

(20% PB, 45% FDN, 32% FDA, 66% Dig, 11% Cz)



La capacidad de trabajo disminuye de 17 tn/h a 15 tn/h y el consumo de combustible se incrementa de 2,4 l/tn MS a 5,2 l/tn MS





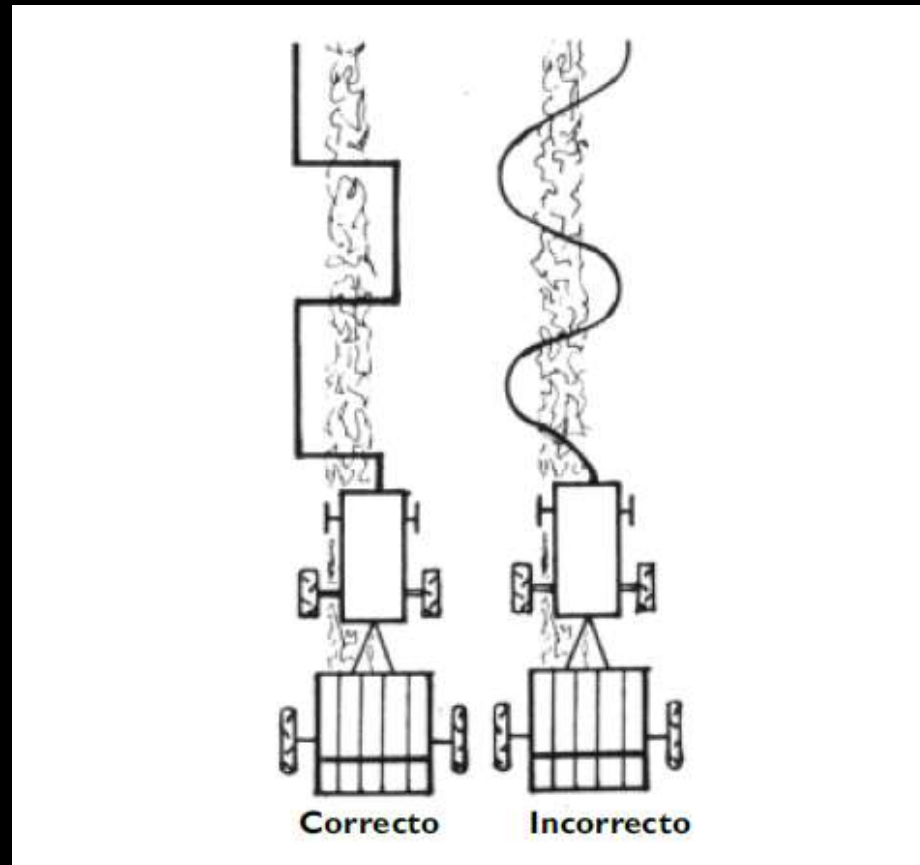
14/06/2016







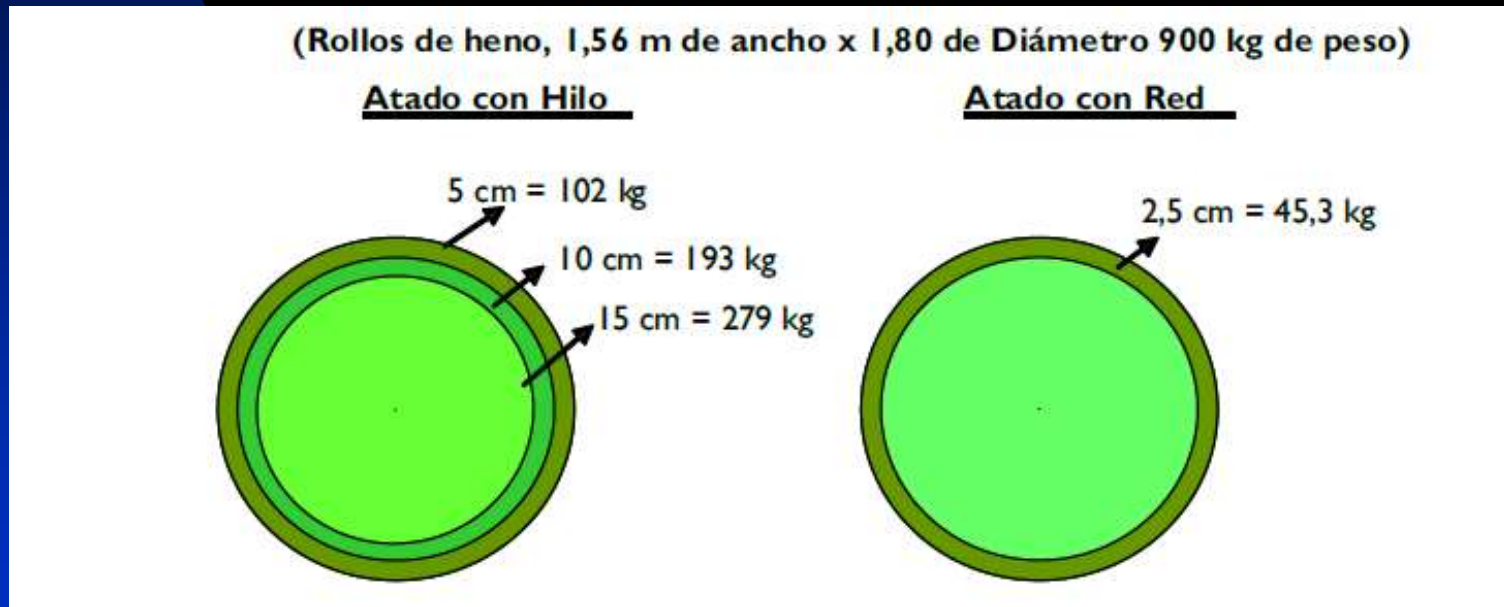
# ¿Cómo debe hacerse el enrollado?



# Atado con red

- Mejora la calidad del heno y la productividad de la maquinaria
  - ◆ Necesita sólo dos o tres vueltas de rolo, dentro de la cámara de compactación, para completar el proceso
  - ◆ Se reducen los tiempos muertos
  - ◆ Al reducir la cantidad de vueltas que da un rolo dentro de la cámara de compactación, también se está reduciendo la cantidad de impactos que reciben las hojas que se encuentran en la superficie del mismo mejorando su calidad total

# Pérdidas durante el almacenaje



pérdidas en superficie, con diferentes sistemas de atado

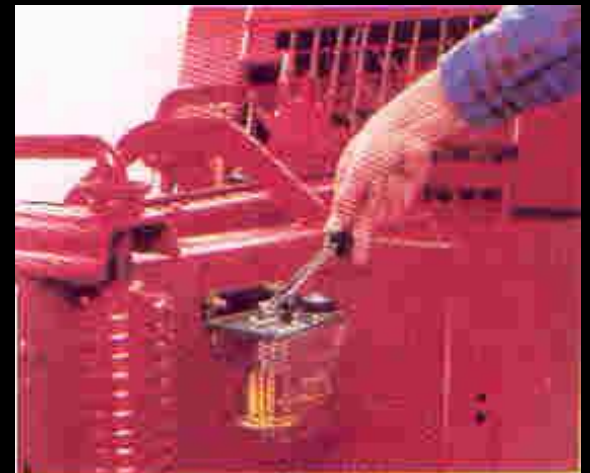
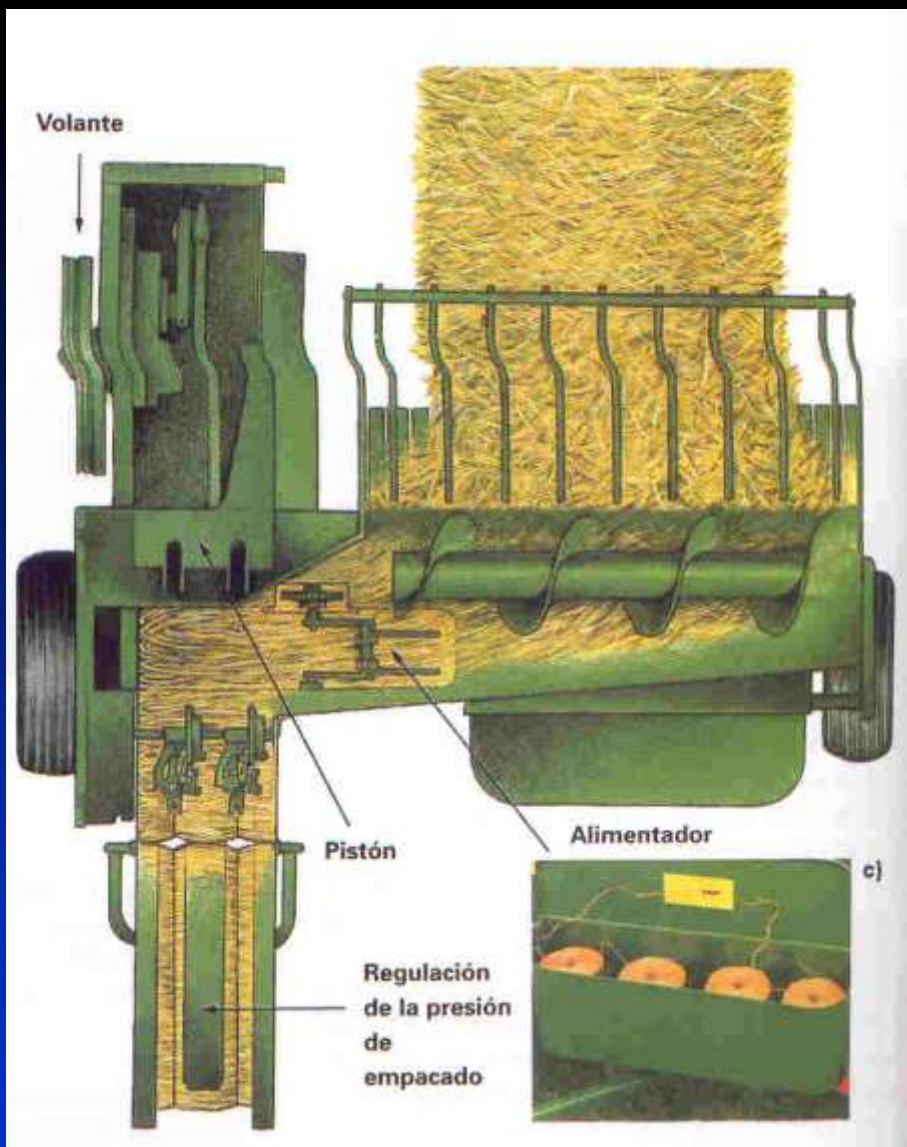
# Almacenamiento

- 1- Sin tapar sobre el suelo.
- 2- Tapados sobre el suelo (cubierta plástica de 200 micrones).
- 3- Sin tapar sobre postes.
- 4- Tapados sobre postes (cubierta plástica de 200 micrones).
- Duración: 176 días con una precipitación de 386 mm.
- Los porcentajes promedios de pérdidas totales
  - ◆ sobre postes fueron de 7,1 %
  - ◆ sobre el suelo 8,1 %.
  - ◆ con tapado fue 5,5 %
  - ◆ Sin tapado 8,6 %
- En experiencias similares, realizadas en enero de 1991 y después de 541 días de almacenaje, la mayor diferencia de peso (peso inicial menos peso final),
  - ◆ sin tapar y en contacto con el suelo (más del 20 %)
  - ◆ tapado sobre postes (6 %).



# Pérdidas en la henificación

- **Corte**
- **Rastrillado**
- **empaquetado**





# Megaenfardadora

