



Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

# Cosecha de forraje



## Proceso mecanizado en la Henificación





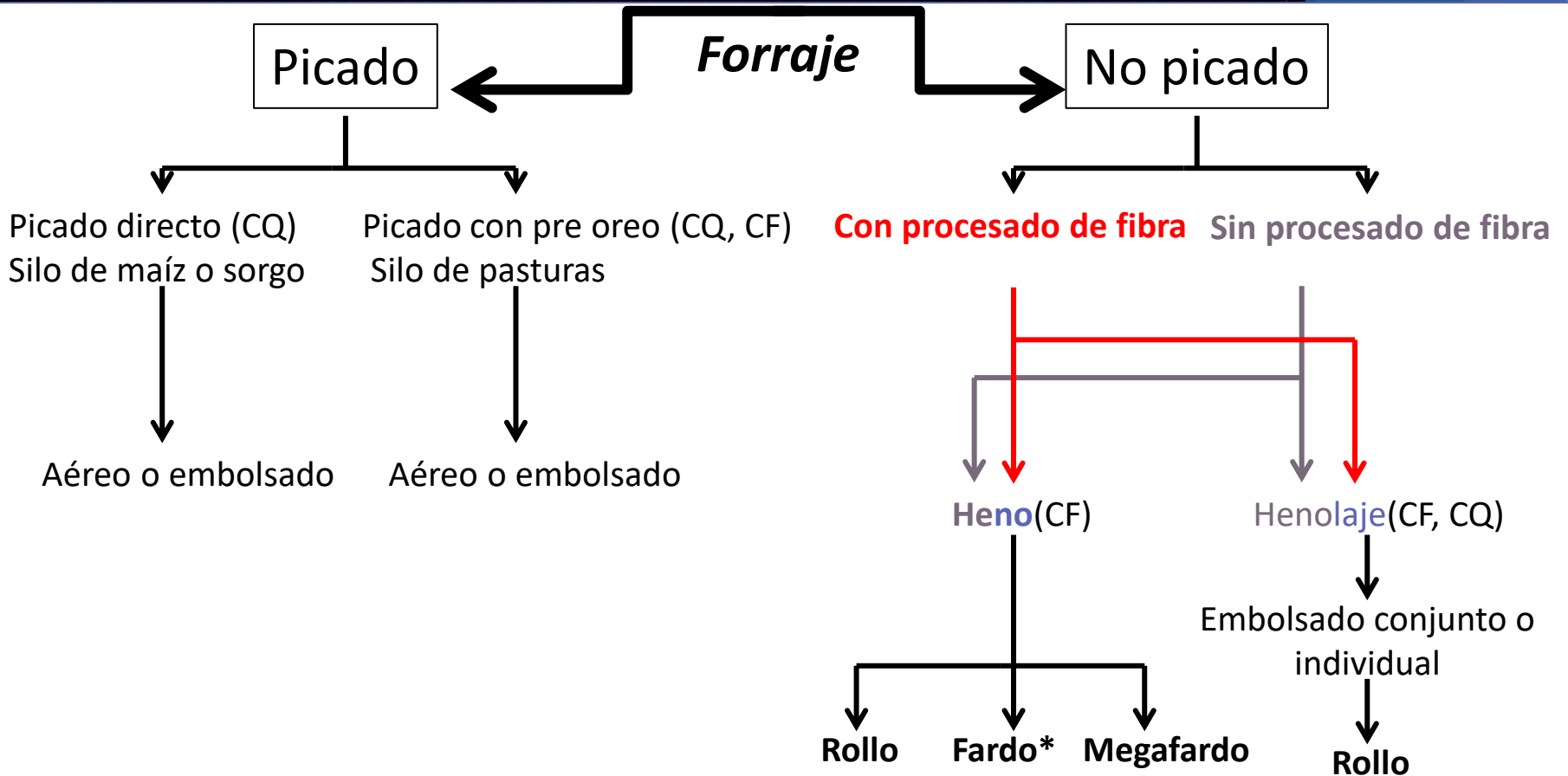
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

# Objetivos



- ▶ Conocer y analizar las etapas del proceso y las máquinas posibles de intervenir.
- ▶ Valorar la incidencia de distintas tecnologías, sobre aspectos cualitativos y cuantitativos del forraje cosechado.
- ▶ Identificar mecanismos, regulaciones y efectos posibles, según objetivos en cada etapa de la labor.

# Variables de los procesos de conservación



conservación química (CQ); conservación física (CF)

\*Fardo: sin procesado de fibra



Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

# Henificación. Etapas



## ❖ Corte

- ❖ Guadañadoras

- ❖ Discos

- ❖ Tambores

- ❖ Hélices (desmalezadoras)

## ▶ Acondicionado

- ▶ Acondicionadores

- ▶ Rastrillos

## ▶ Empaquetado

- ▶ Rotoenfardadora

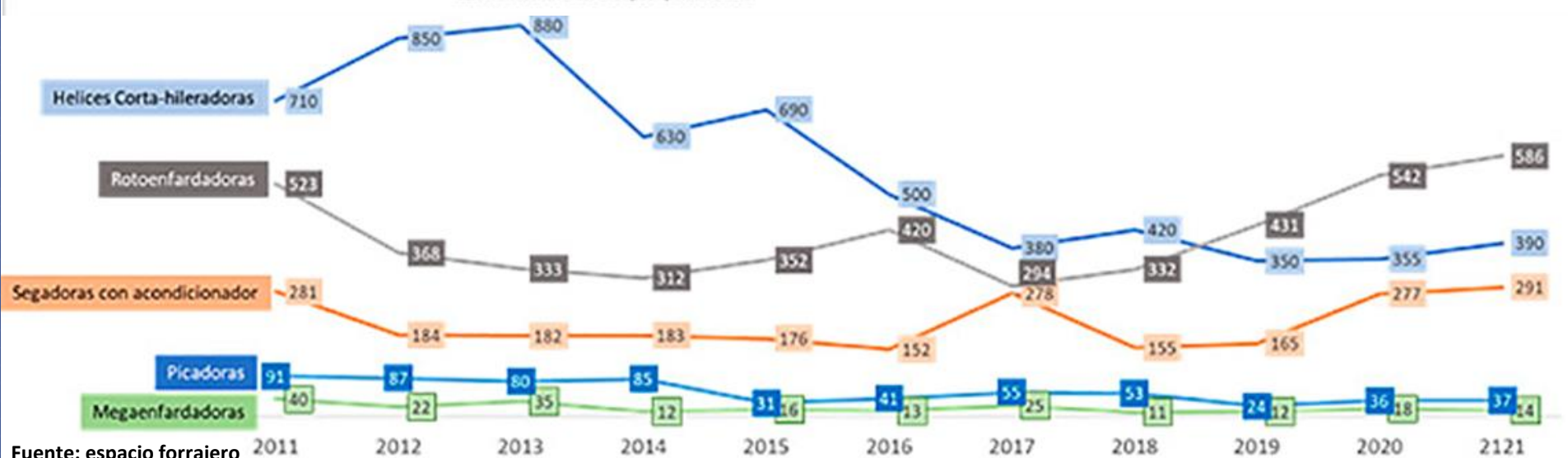
- ▶ Enfardadoras convencionales

- ▶ Megaenfardadoras

## Evolución de ventas de equipos de henificación en la última década



- Helices corta hileradoras
- Segadoras con acondicionador (3 puntos, arrastre y autopropulsadas)
- Rotoenfardadoras
- Megaenfardadoras
- Picadoras autopropulsadas





Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

# Corte

## Objetivos

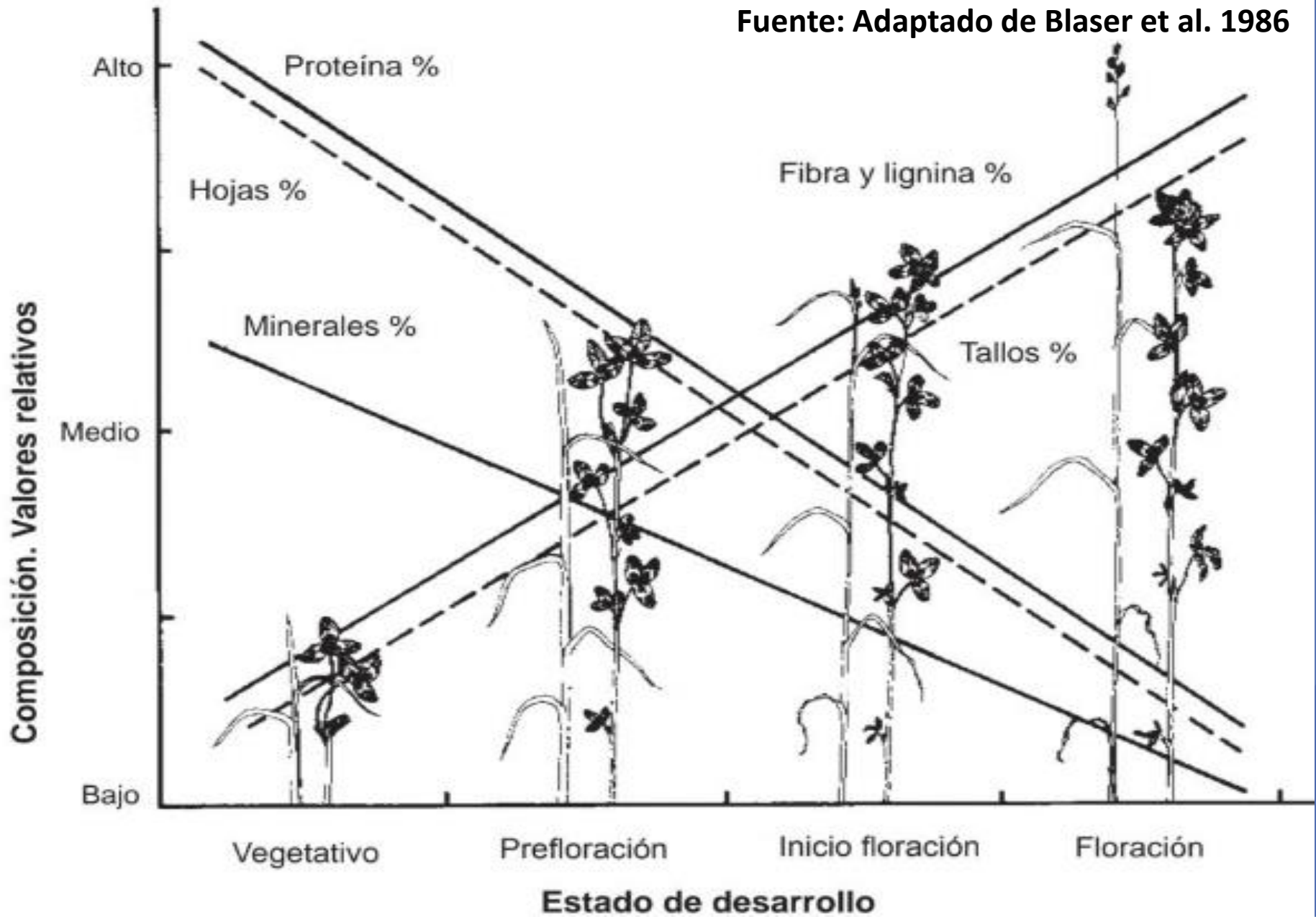
- **Nítido**
- **Altura de corte**
- **“Sin” repicado**

## Principios

- ▶ **Alternativo**
  - ▶ **Guadañadora**
    - Barra simple
    - Barra doble
  - ▶ **Rotativa (Kemper)**
- ▶ **Rotativo**
  - ▶ **Eje horizontal (Mayales)**
  - ▶ **Eje vertical**
    - Discos
    - Tambores
    - Hélices

# Momento de corte

Fuente: Adaptado de Blaser et al. 1986



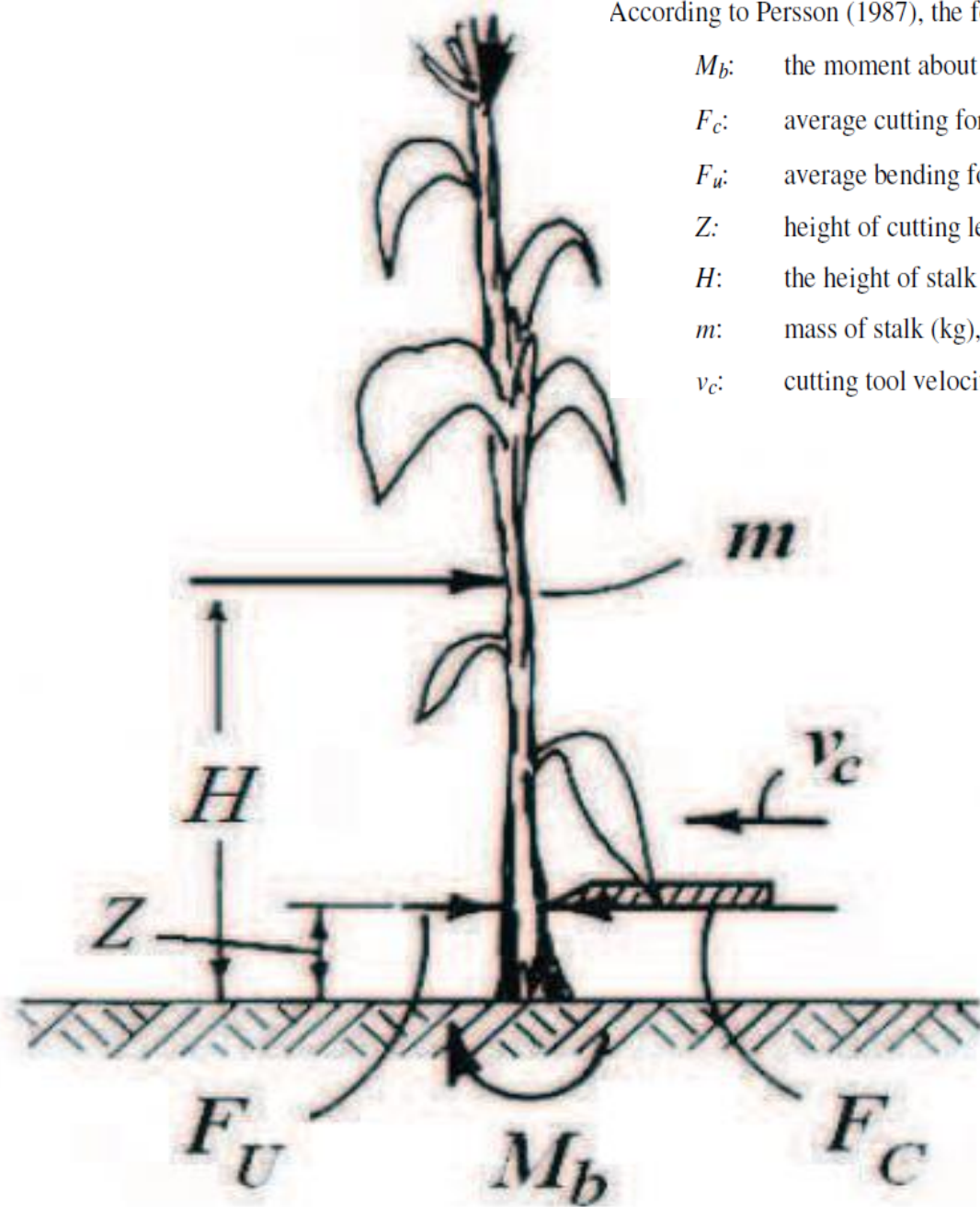
# Segadoras rotativas





According to Persson (1987), the forces acting on the plant stalk are found where:

- $M_b$ : the moment about the base of the stalk (N·m),
- $F_c$ : average cutting force (N),
- $F_u$ : average bending force at deflection of stalk (N),
- $Z$ : height of cutting level above ground (m),
- $H$ : the height of stalk center of gravity (m),
- $m$ : mass of stalk (kg), and
- $v_c$ : cutting tool velocity (m/s).



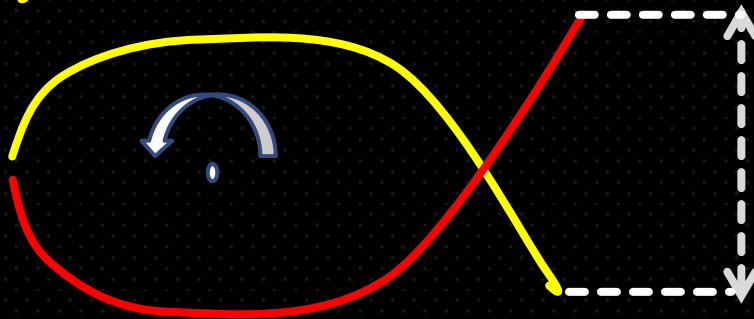
**Forces acting on plant stalk during impact cutting (Persson, 1987)**

# Segadoras rotativas (eje vertical)



*Trayectoria de una cuchilla*

Trayectoria de corte



**a** Avance por vuelta

Trayectoria de retroceso



Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

# *Segadoras rotativas*

## *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 y el filo
  - Hélices (desmalezadoras)
  - Discos (platos, tortuga)
  - Tambores



Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

# Cortahileradora de hélice. (Desmalezadoras)



[Video](#)

[Video](#)





Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

# Corte

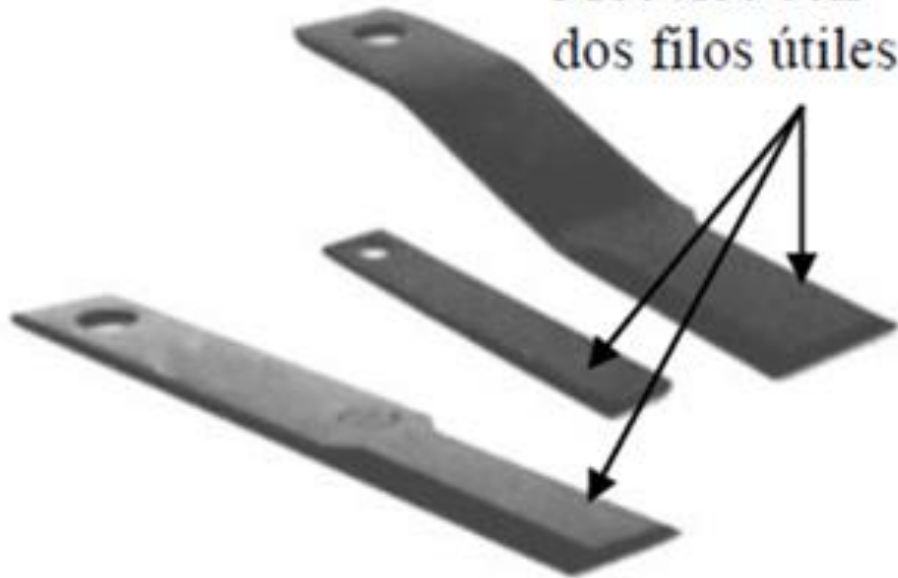


## Nítido?

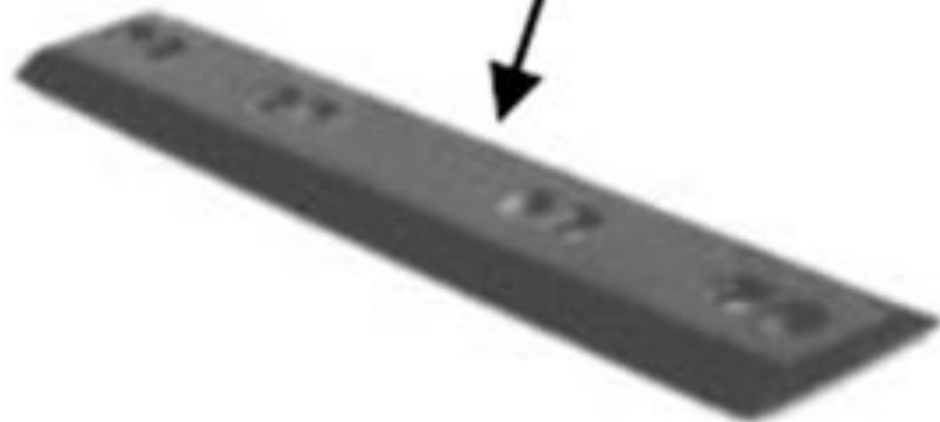




Modelos con  
dos filos útiles



Modelo con cuatro  
filos útiles

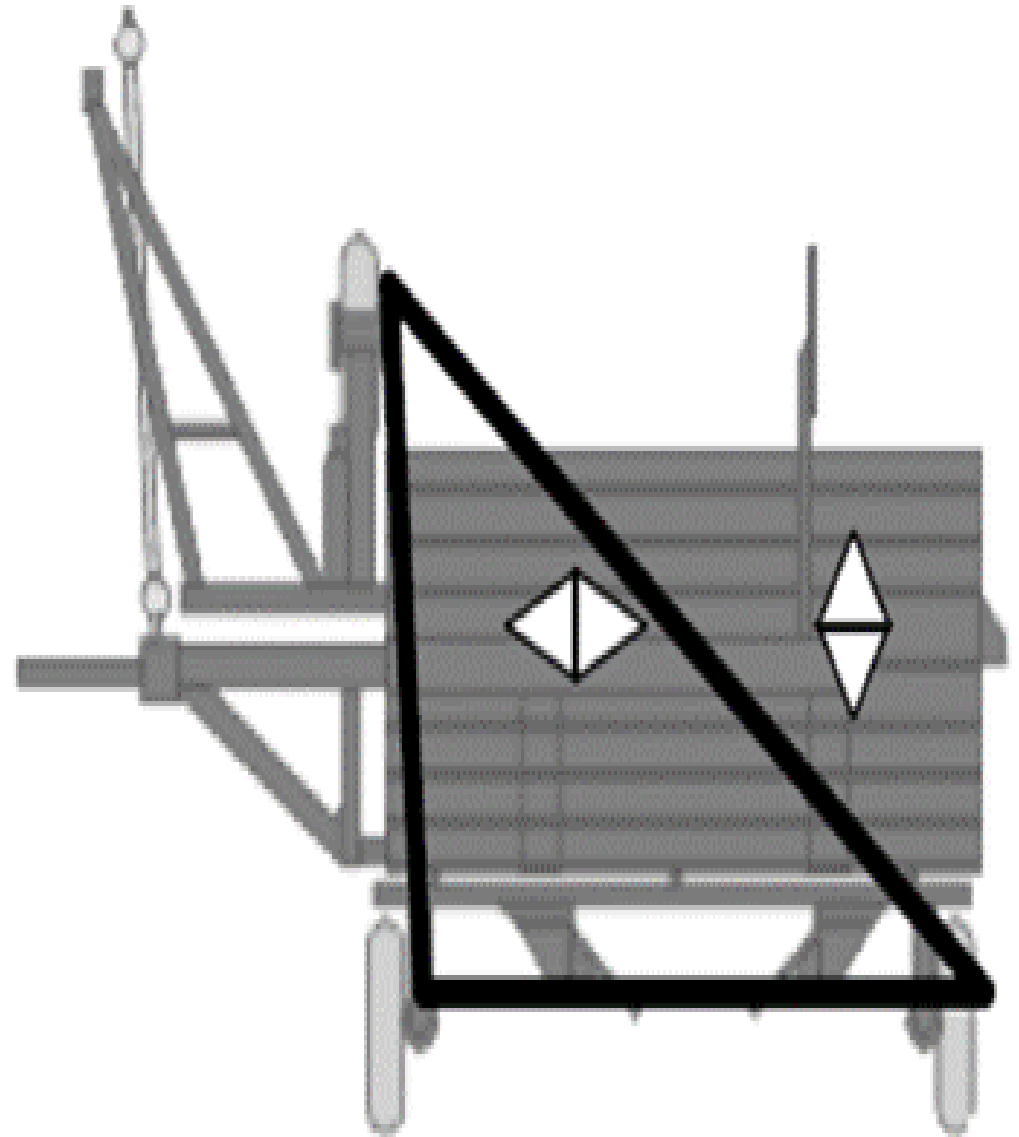
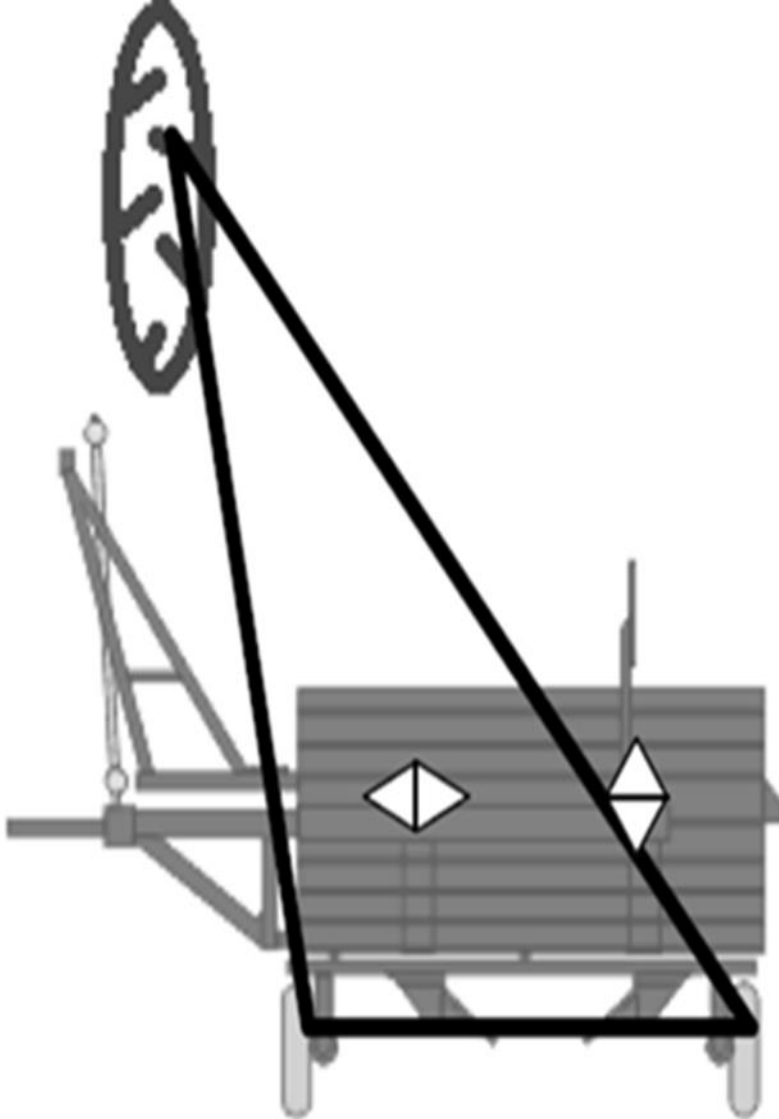


# Altura de corte?





# Sistema de copiado





Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

# Repicado



[Video 1](#)

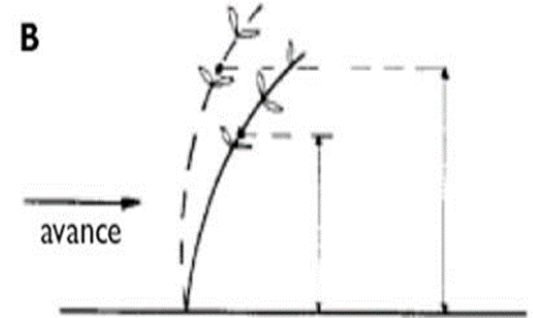
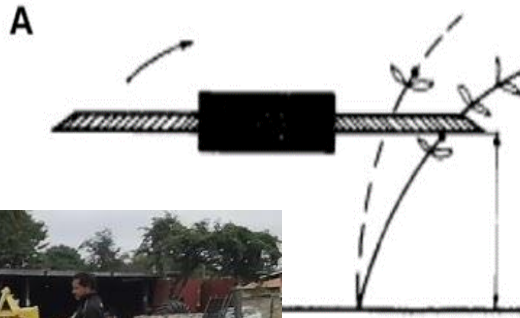
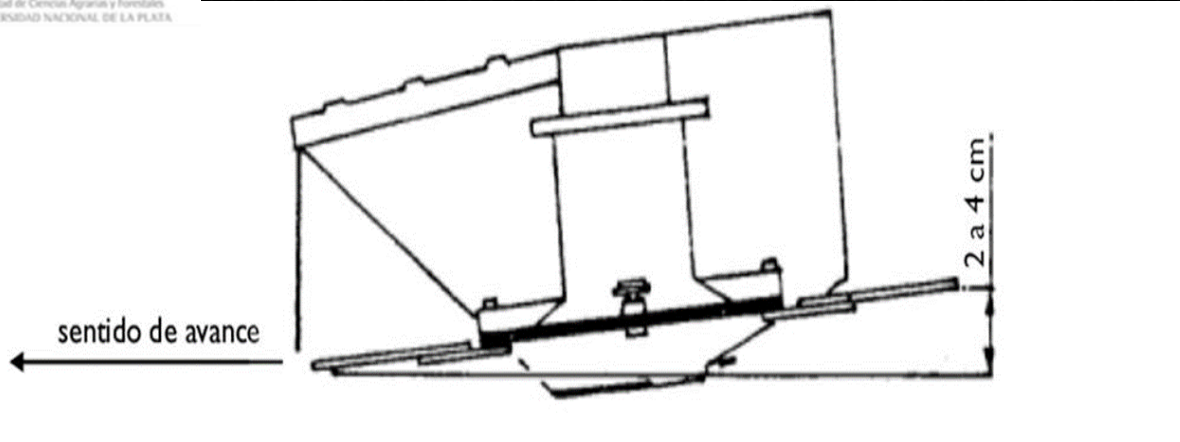
[Video 2](#)

[Video 3](#)

[Video 4](#)



# Repicado y trozado de tallos





Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

# Repicado y calidad de corte



- ❖ Falta de filo en las cuchillas y de gran espesor
- ❖ Largo de las cuchillas → Cantidad-Área de corte
- ❖ Velocidad de tangencial
- ❖ Velocidad de avance es excesiva → no corta con el extremo del filo
- ❖ El rotor corta con las cuchillas dispuestas en forma horizontal o levemente inclinado hacia atrás.
- ❖ Densidad del forraje
- ❖ Pérdidas nunca inferior al 10%



Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

# Velocidad tangencial



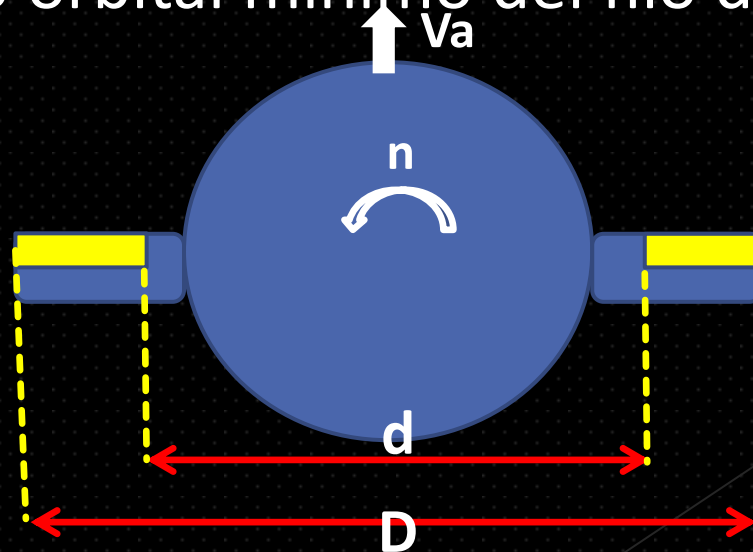
$$V_t = \frac{\pi * D * n}{60} * 3,6$$

$V_t$  = velocidad tangencial (km/h)

$n$  = número de vueltas (v/min)

$D$  = Diámetro orbital de la cuchilla (m)

$D$  { Diámetro orbital máximo del filo de la cuchilla.  
diámetro orbital mínimo del filo de la cuchilla.



**Accionamiento:** Toma de fuerza del tractor 540 rpm.

**Potencia:** Mínima requerida 60 hp.

**Bastidor:** Totalmente construida con tubos rectangulares de acero SAE 1010, soldados eléctricamente con sistema MAG-MIG, bajo atmósfera controlada.

**Ancho de Corte:** 2950 mm, posee dos rotores con 2 cuchillas móviles doble filo para hilerar ó 4 cuchillas para desmalezar (2 articuladas y 2 fijas).

**Altura de Corte:** Regulable por cilindro hidráulico standard de 3" con control remoto desde el tractor o por cricue de accionamiento manual de 30 a 40 mm.

**Acople al Tractor:** Es de tipo lateral, tractor y máquina no pisan la hilera.

**Transmisión:** Caja en escuadra de engranajes cónicos de Acero SAE 8620 tratados térmicamente y desde ésta a los rotores mediante correa plana de 127 x 9123 mm.

**Rodados:** 3 de 6.00 x 16 (sin cubiertas). Mediante sencilla operación se coloca en posición de transporte.

**Accesorios:** Peine triturador, pantallas y hélices para hilerar. Lanza de transporte.

**Opcionales:** Cilindro y mangueras. Cubiertas. Patín de apoyo.

LARGO	ANCHO	ALTO	LARGO	ANCHO	ALTO
5700 mm	2600 mm	2600 mm	3400 mm	4350 mm	1080 mm

**Régimen del rotor: 800 v/min**  
**Long. Filo cuchillas: 20 cm**

<b>ANCHO DE CORTE: 2950 mm</b>
<b>RODADO: 6.00 x 16 sin cubiertas</b>

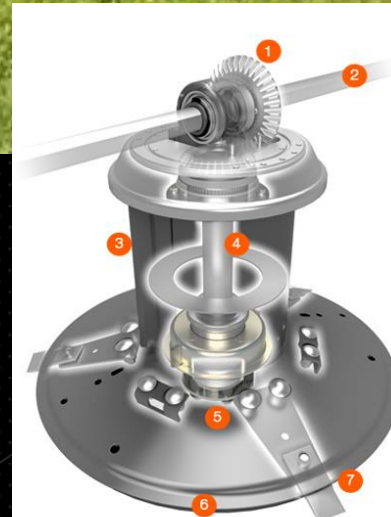
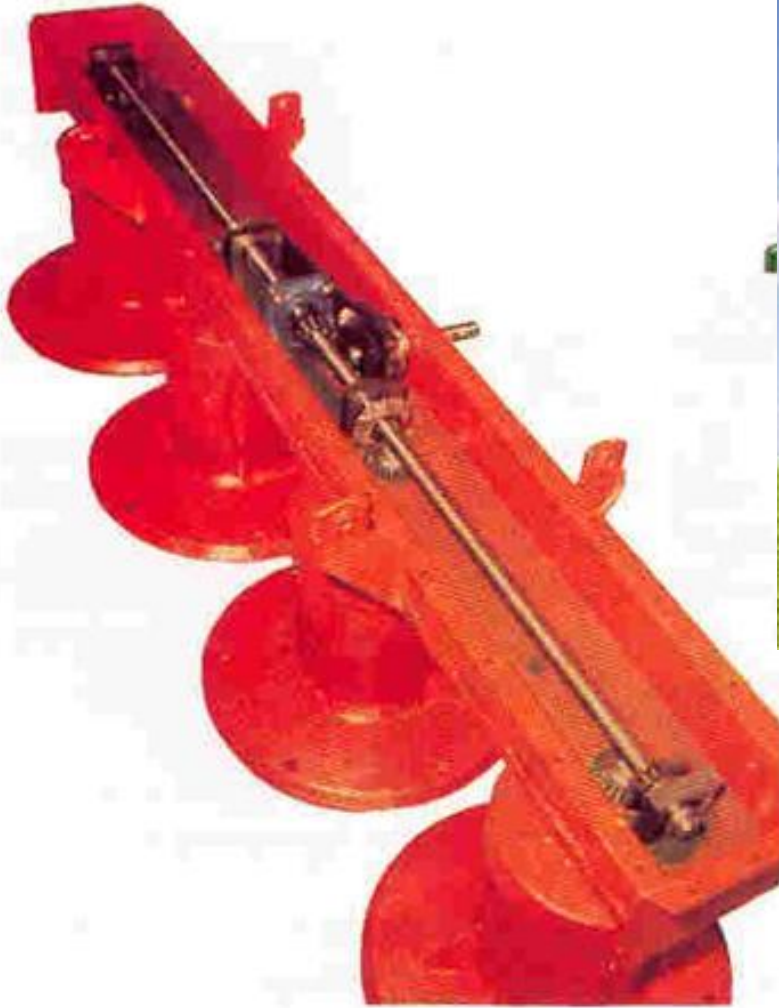


derecho de introducir modificaciones en sus productos sin previo aviso. \*Datos atores detalladas opevitmaudes.



Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

# Segadoras



# Máquinas Segadoras de discos o platos



Segadora de discos ovalados.  
Detalle de la fijación del disco y de su sistema de accionamiento.





Segadora de discos con cuchillas en triángulo.

## Altura de corte?



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





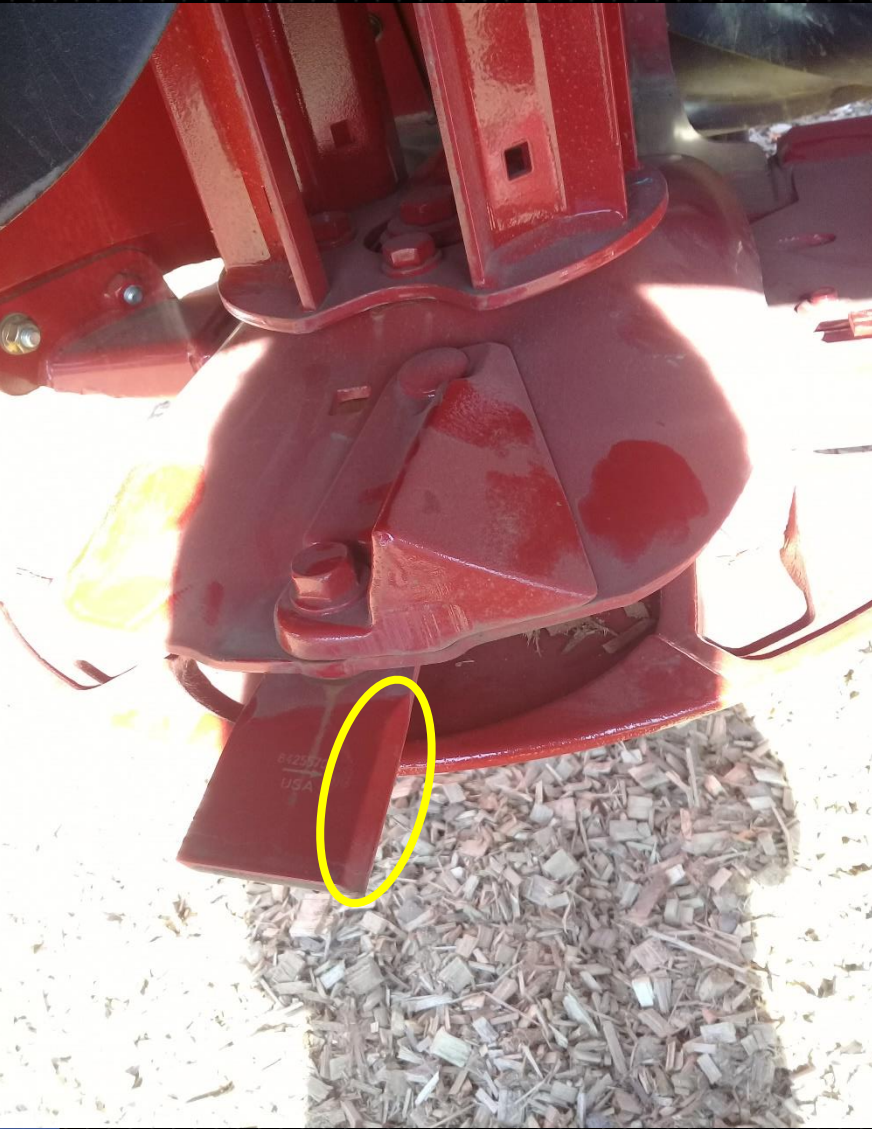
- **Velocidad tangencial de las cuchillas.**
- **Filo de las cuchillas y espesor.**
- **Repicado: menor al 4%.**

# Velocidad tangencial

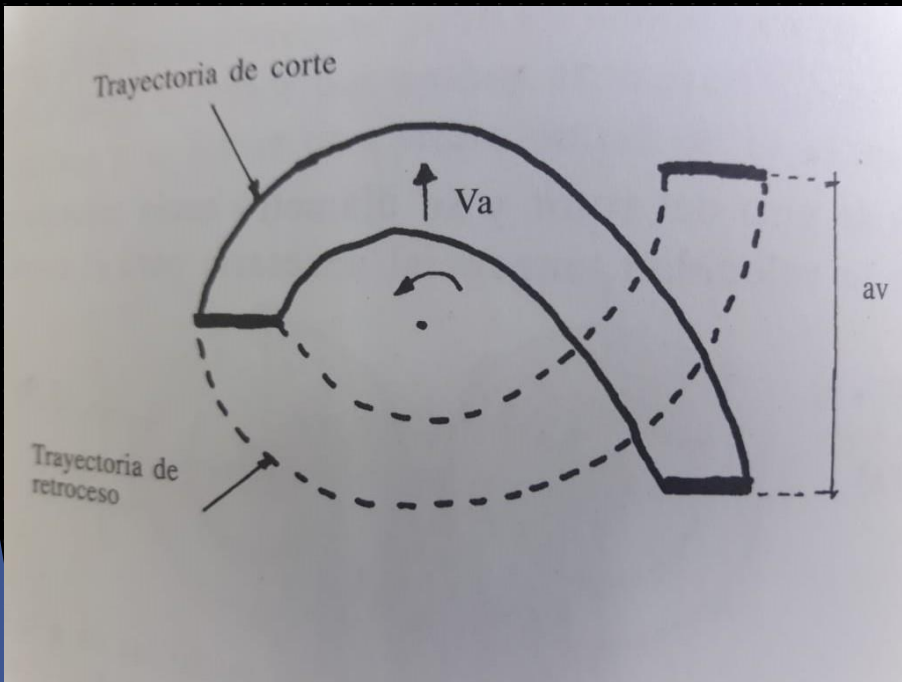
## CARACTERISTICAS TECNICAS / TECHNICAL FEATURES

Modelo/Mode	Moscato 3070/3071/3072 / 3070/3071/3072 Moscato
Ancho de Labor / Working width	3 m
Transmisión / PTO	Caja Pivot, angular, doble salida; y 4 árboles cardánicos / Pivot gearbox, angular, double outlet angle and 4 transmission shafts
Cuchillas / Blades	14 oscilantes doble filo 14 oscillating double-edged
Rotores	7 de 530 mm de diámetro
Rotors	7 of 530 mm diameter
Velocidad de giro	2950 RPM
Disc speed	2950 RPM
Ancho para transporte / Transport width	2938 m
Altura de corte / Cutting height	2 a 12 cm
Rodados / Wheels	2 neumáticos 11L 15 / 2 11L 15 tires
Peso aproximado / Approximate weight	Moscato 3070: 1480 kgs 3070 Moscato: 1480 kgs Moscato 3071/72: 1300 kgs 30071/72 Moscato: 1300 kgs
Potencia máxima en tractor	
Maximum tractor HP	70 HP
Rendimiento / Yield	2.5 a 3 Has/hs

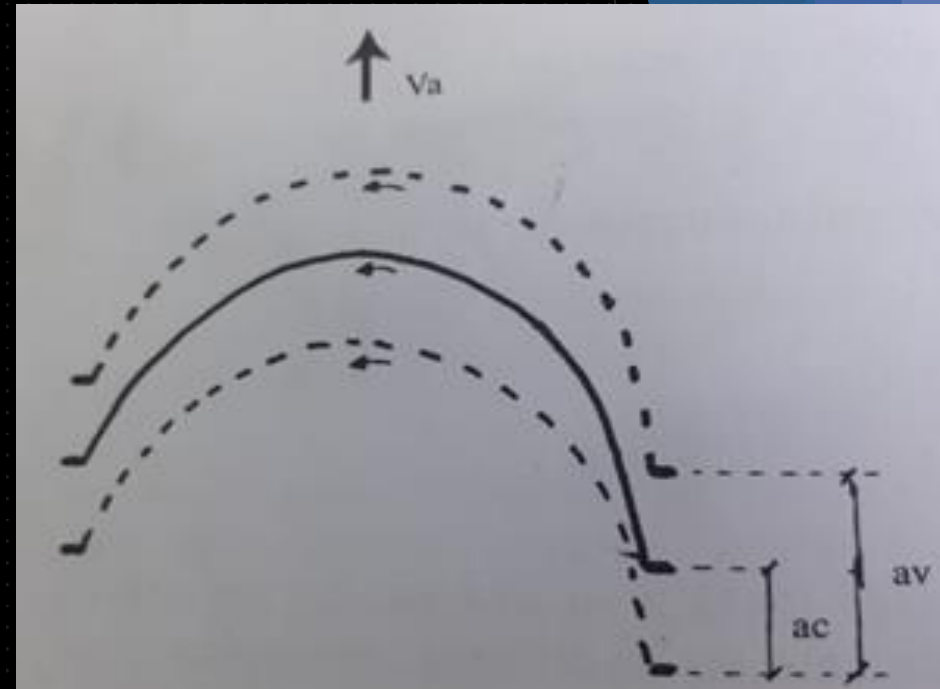




# Proceso de corte en las segadoras rotativas

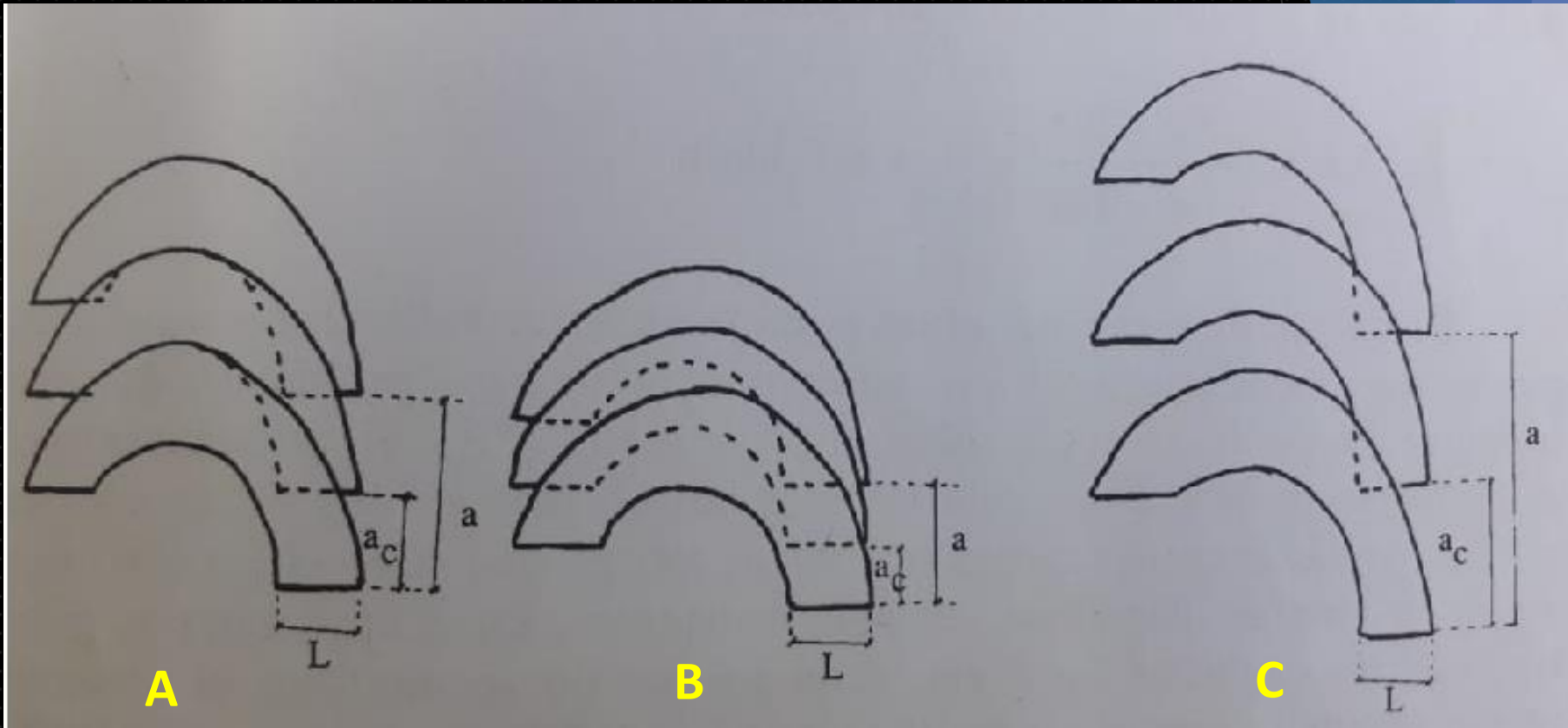


**Superficie recorrida por una cuchilla**



**Trayectorias seguidas por dos cuchillas de un rotor en la trayectoria de corte**

# Relación entre el avance ( $a_c$ ) y la longitud de las cuchillas ( $L$ )



$$a_c = L$$

$$a_c < L$$

$$a_c > L$$



## Determinación de la velocidad crítica de avance en el sistema de corte libre

$$V_a \text{ (km/h)} = \frac{n_{\text{rotor}} \times L \times Z \times 3,6}{60}$$

**Donde:**

Va: Velocidad de avance (km/h)

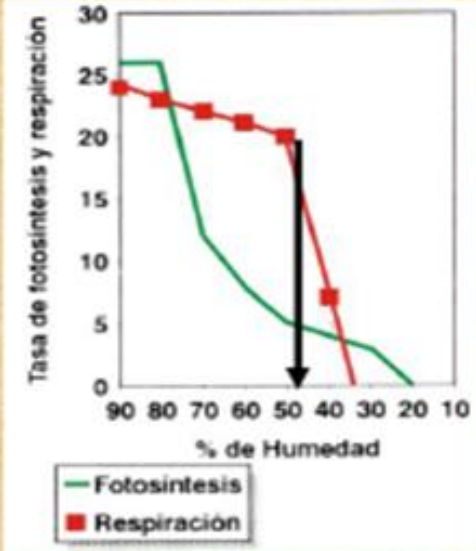
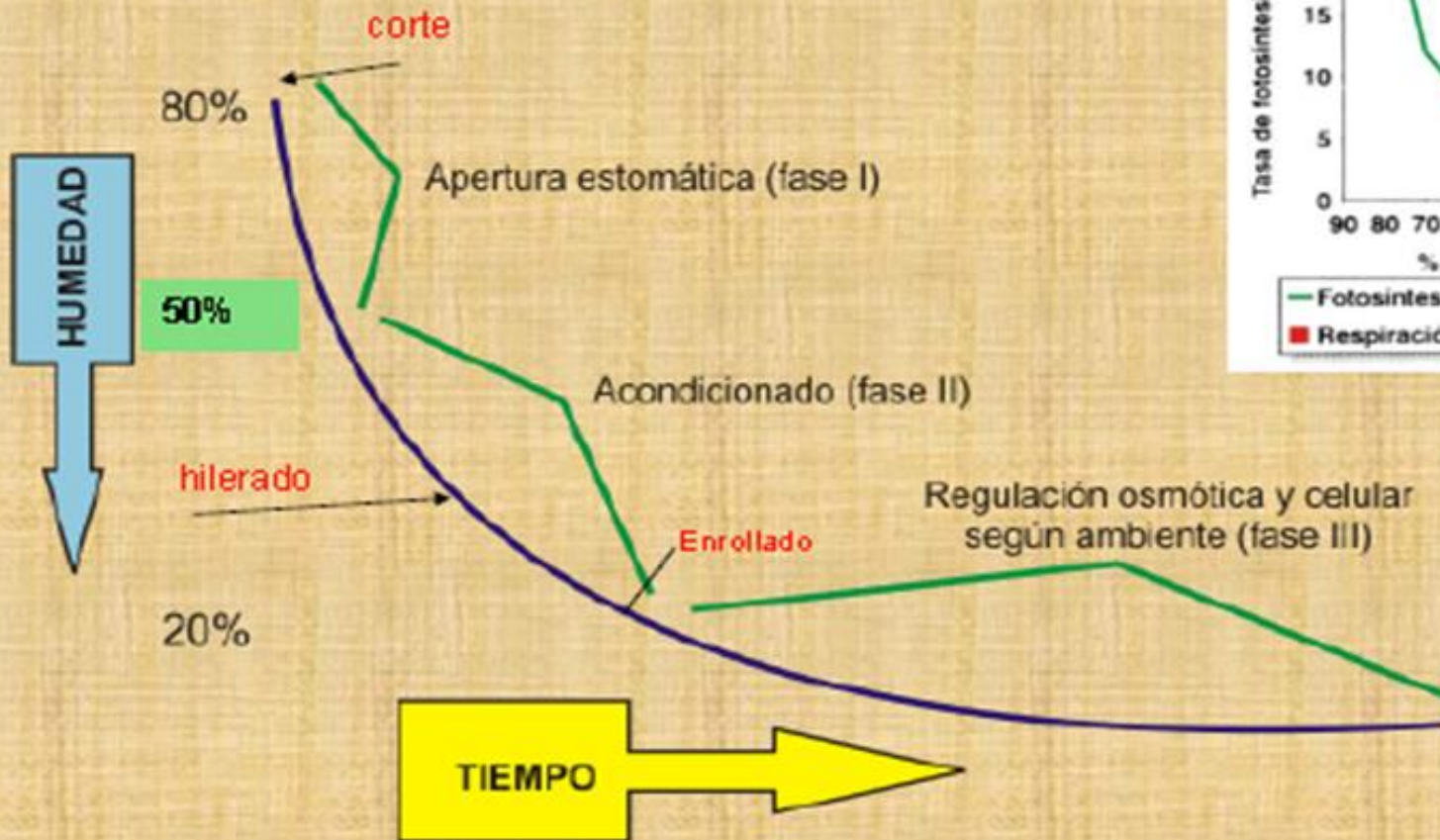
n: régimen del rotor v/min

L: longitud del filo de la cuchilla (m)

Z: numero de cuchillas por rotor.

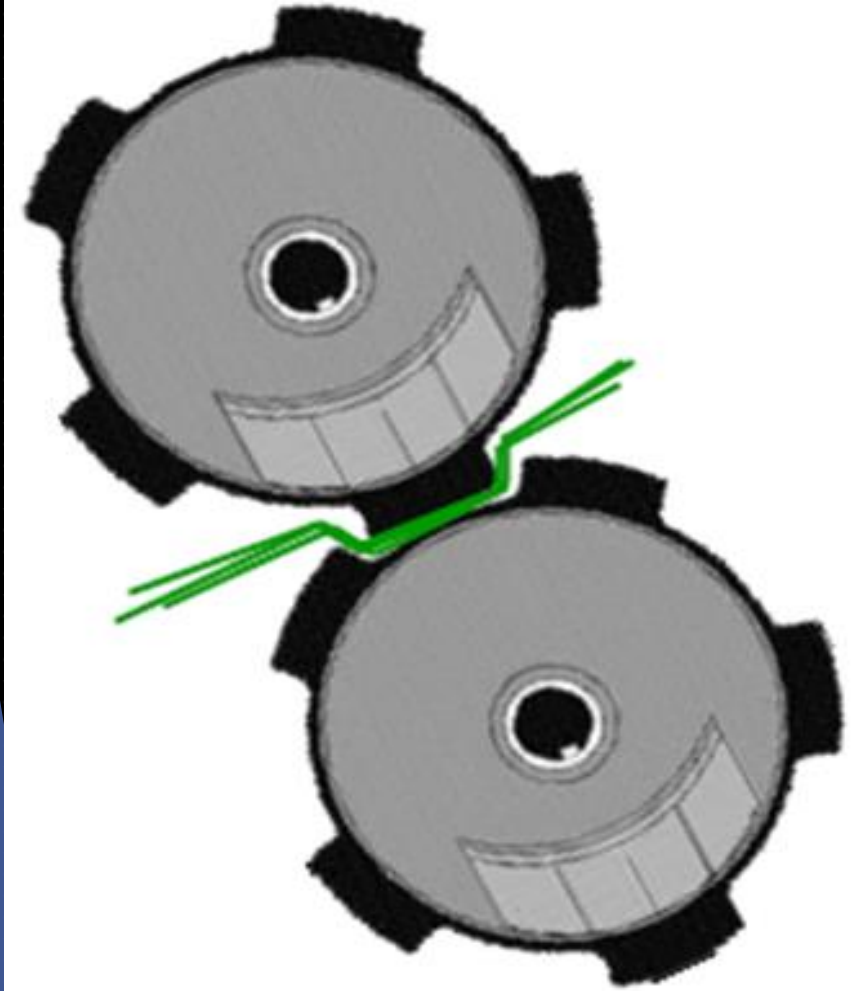
# Acondicionado del forraje

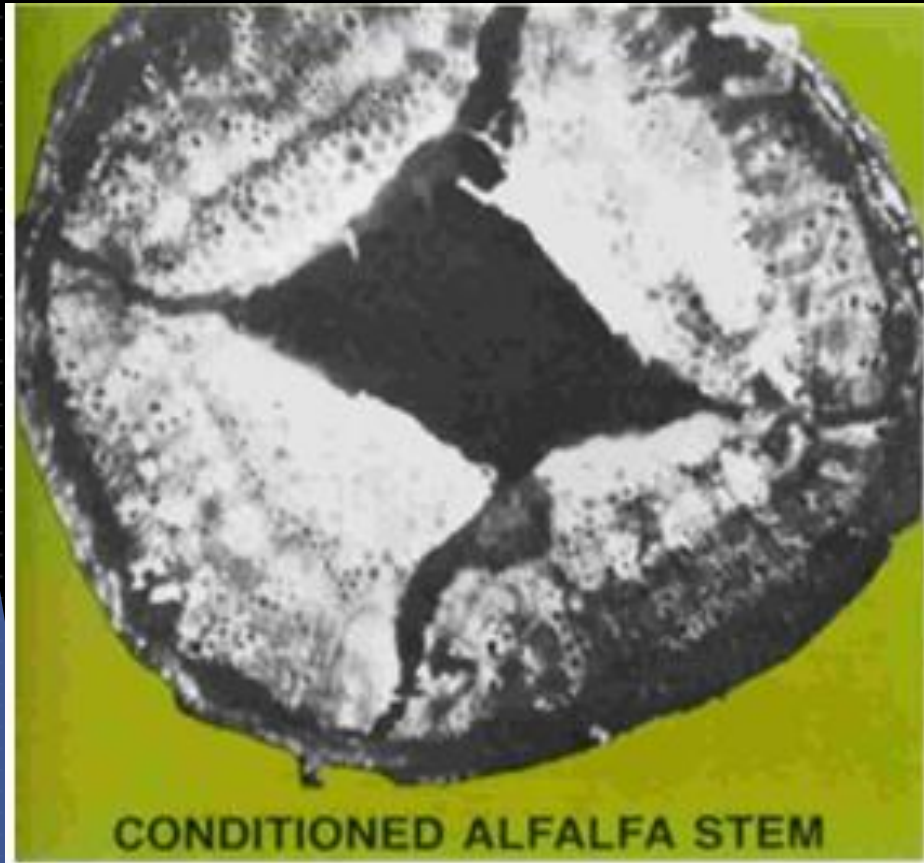
## Deshidratación luego del corte











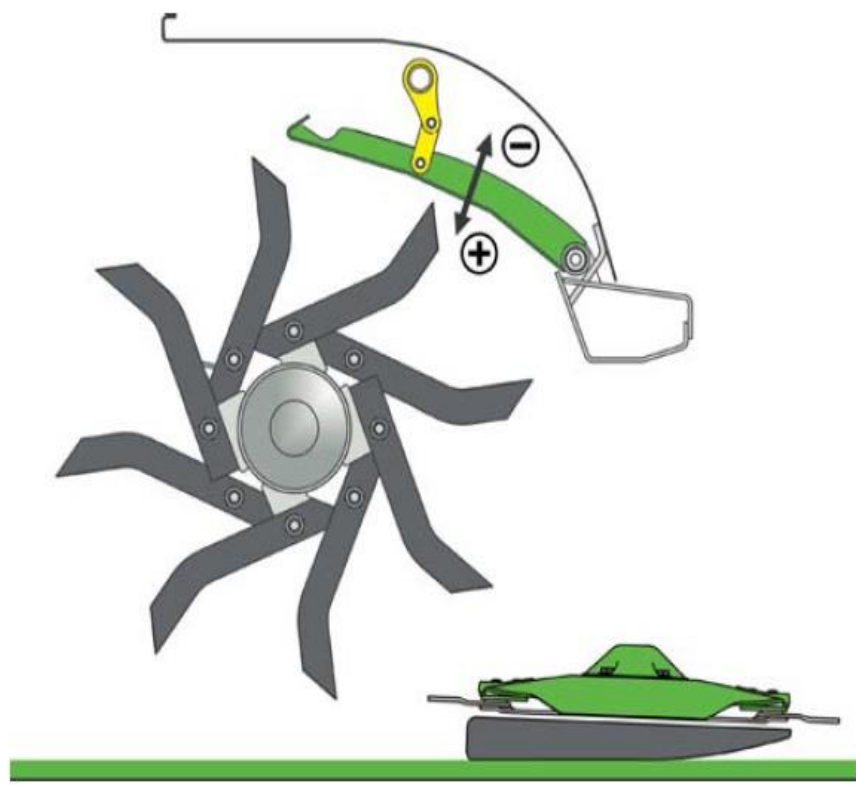




**Figura 4.43.** Esquema de trabajo de un acondicionador de dedos o impeller.



Video







Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



# Regulaciones en una segadora de discos



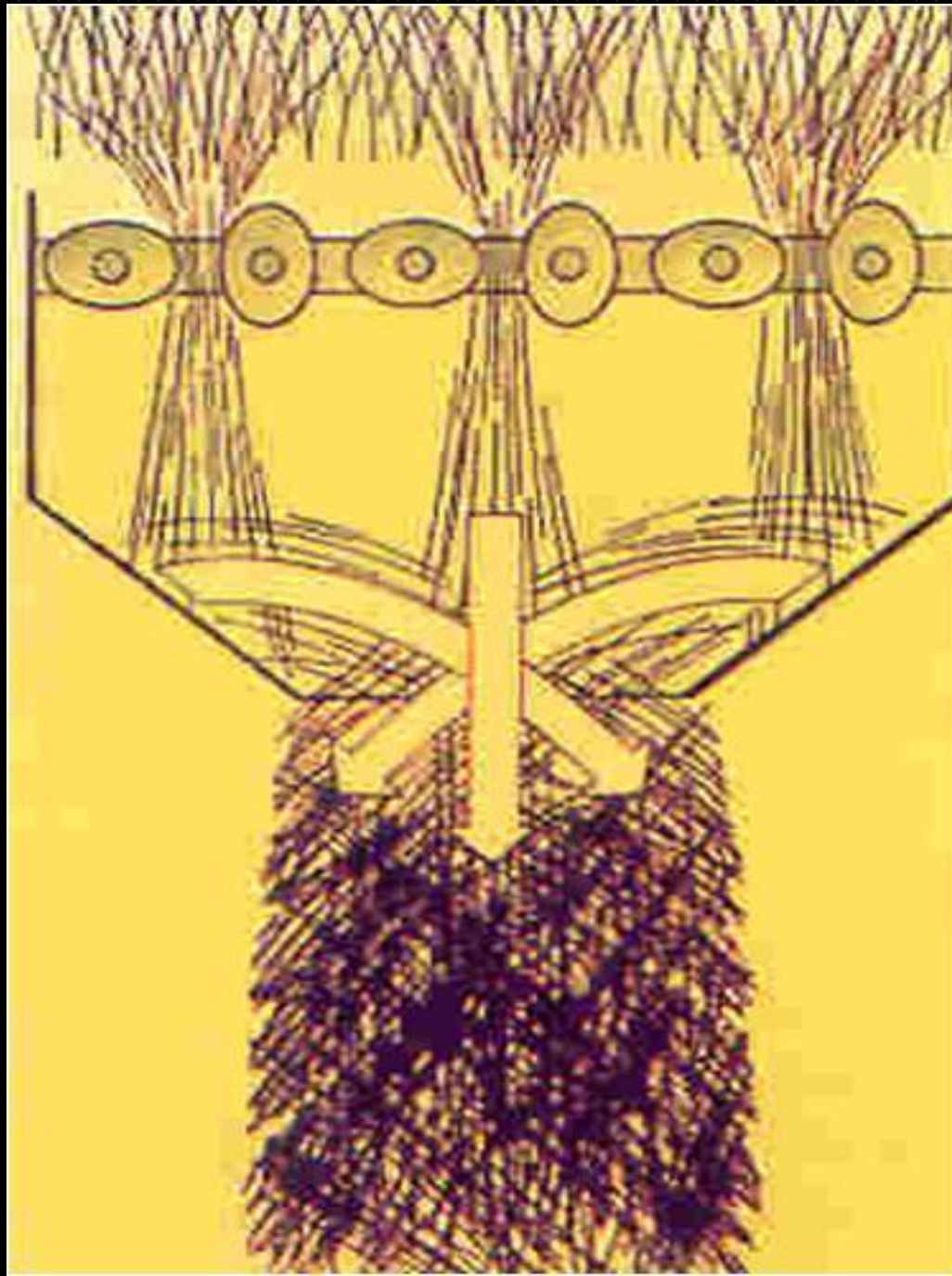
[Video](#)

[Video](#)

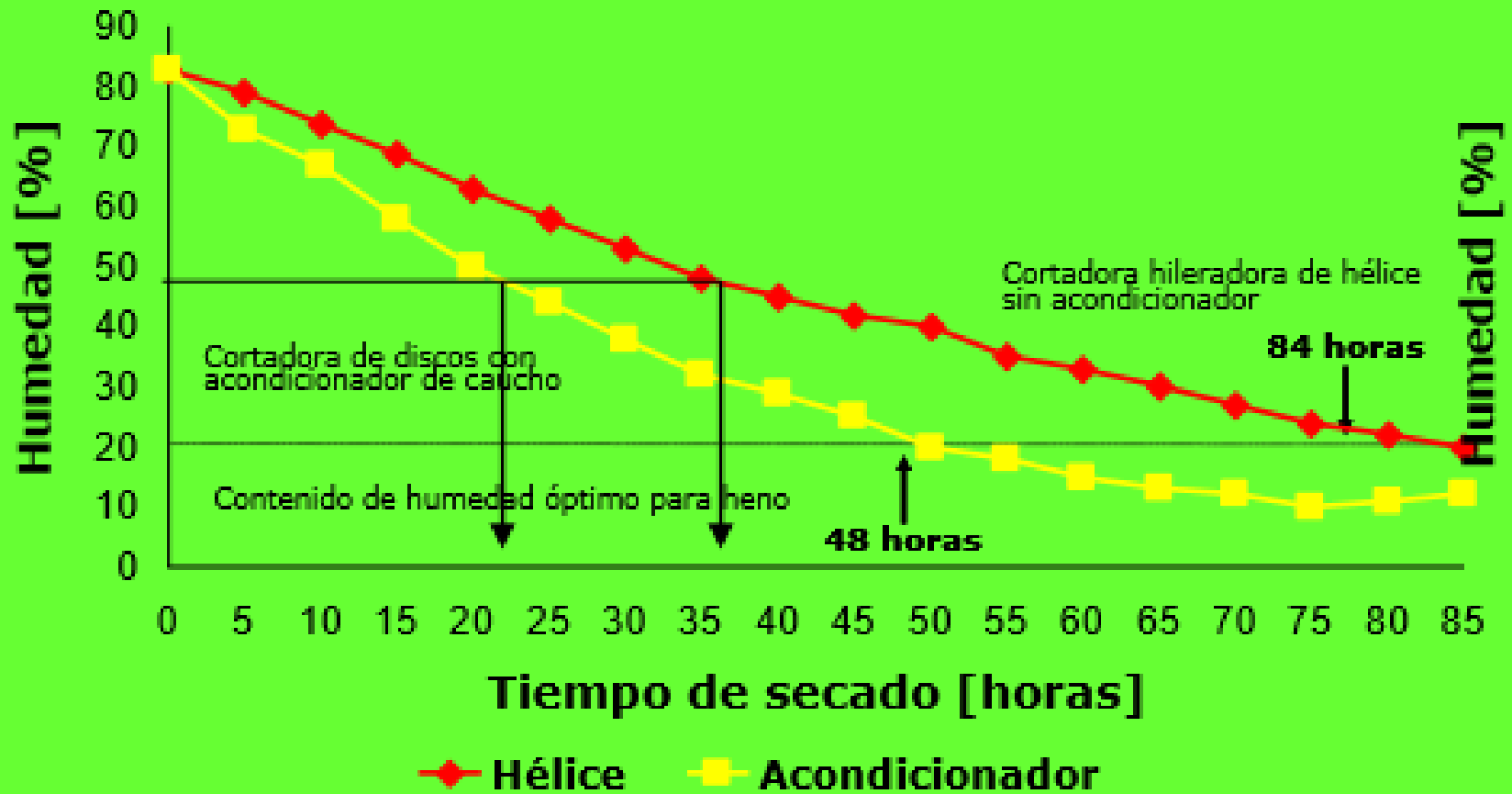
[Video](#) [Video](#)



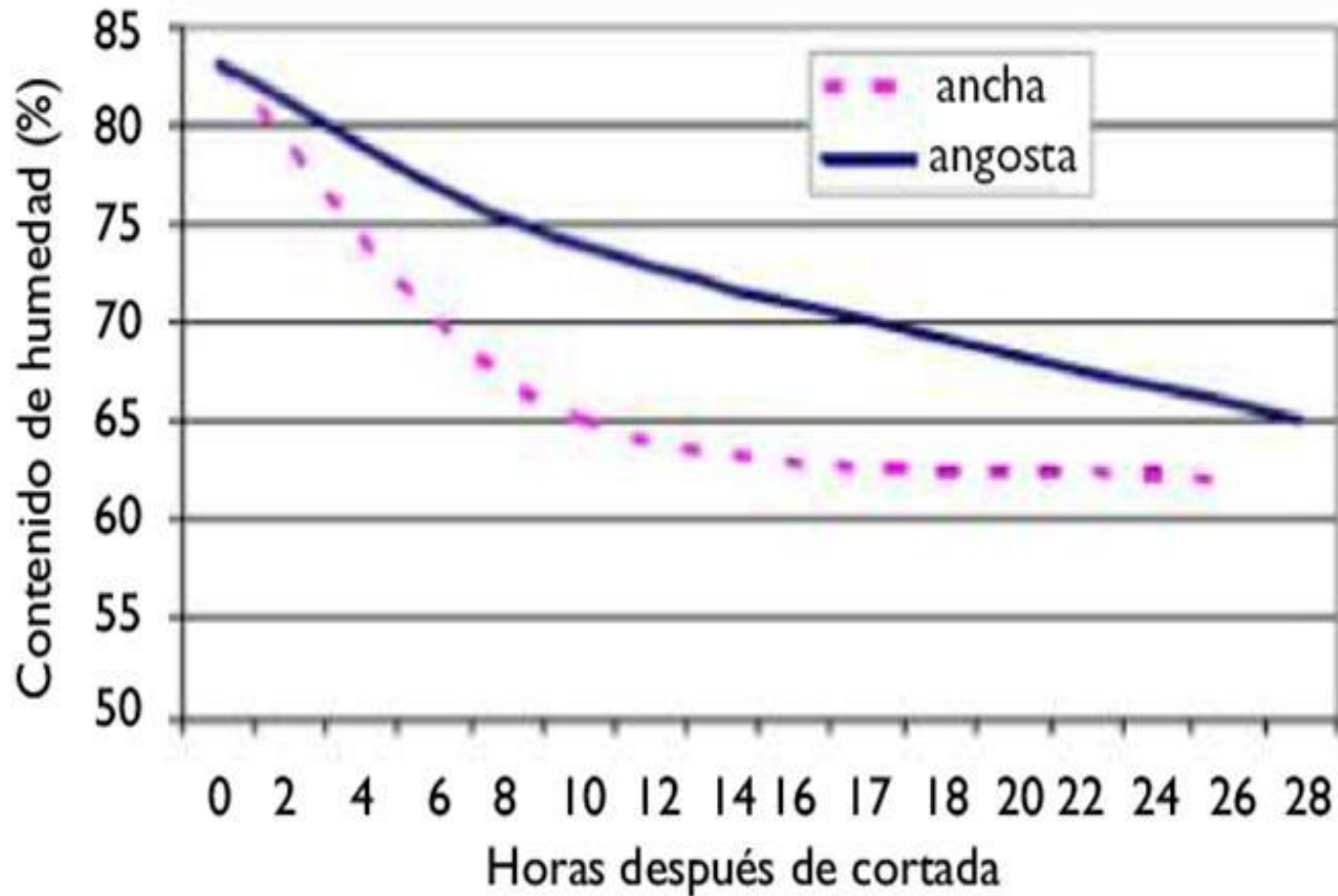
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



[Video](#)

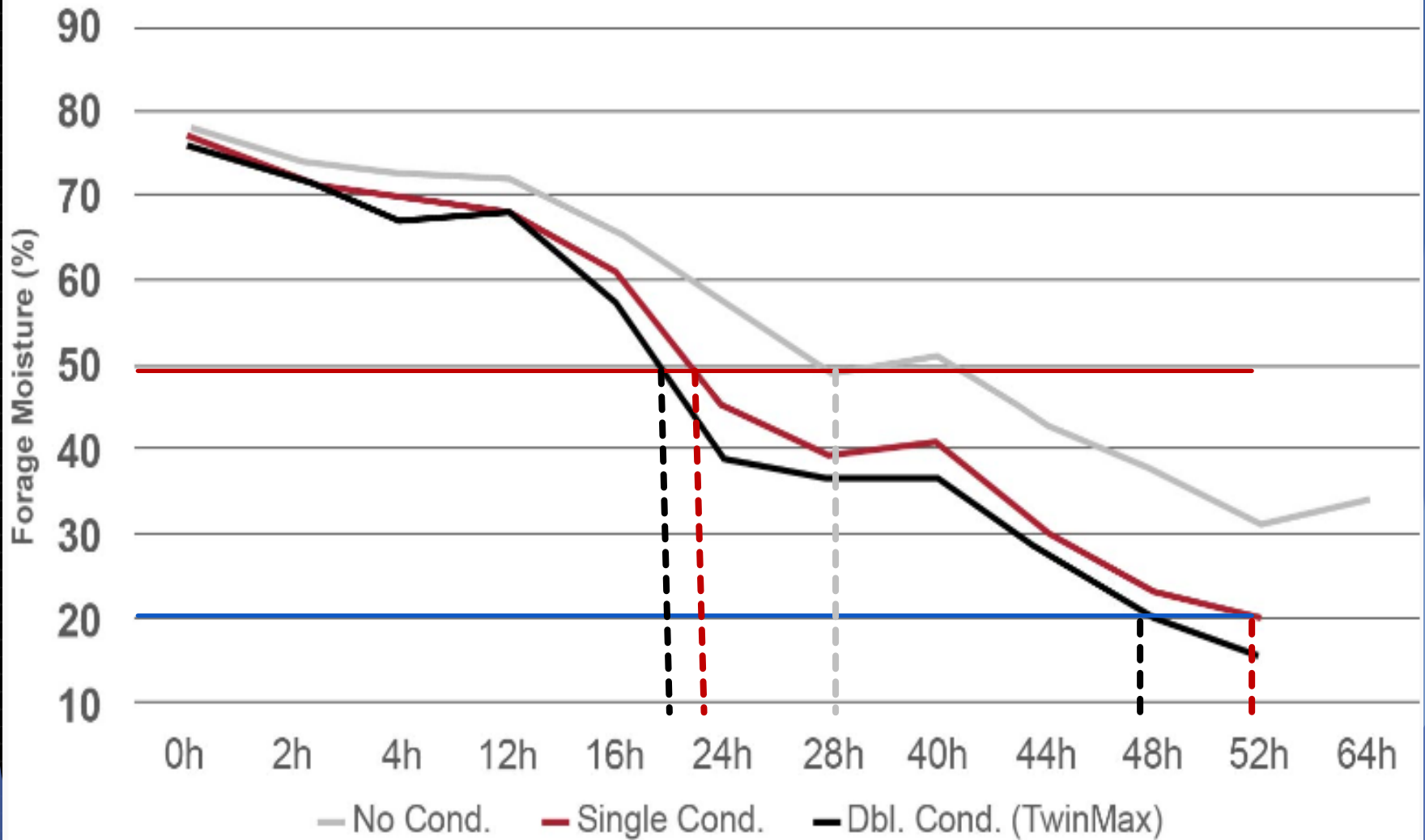


Romero, Giordano, Bruno - INTA PROPEFO - Rafaela 1995



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

# Dry Down Rate



## PÉRDIDAS DE MATERIA SECA ALFALFA CON DIFERENTES SISTEMAS DE CORTE Y ACONDICIONADORES.

Machine type	Respiration loss, % <sup>*</sup>		Leaching loss, % <sup>†</sup>		Shatter loss, % <sup>‡</sup>	
	Mean	Std. dev.	Mean	Std. dev.	Mean	Std. dev.
Cutterbar/roll	0.3 <sup>b</sup>	8.2	28.6 <sup>c</sup>	2.7	3.0 <sup>a</sup>	3.5
Flail/flail	1.3 <sup>ab</sup>	7.2	20.2 <sup>a</sup>	3.0	6.2 <sup>b</sup>	3.5
Disk/roll	4.8 <sup>a</sup>	5.5	22.3 <sup>ab</sup>	2.9	2.9 <sup>a</sup>	3.0
Disk/flail	4.2 <sup>a</sup>	6.1	23.2 <sup>ab</sup>	3.7	2.9 <sup>a</sup>	2.2
Drum/roll	4.9 <sup>ab</sup>	5.2	24.6 <sup>b</sup>	2.3	2.4 <sup>a</sup>	0.8



Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



# Rastrillos

- ▶ De eje horizontal
  - Estelares
    - Lineal
    - En “V”
- ▶ 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.







Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

# Rastrillo en V

MECANIZACIÓN  
FCAyF



Acondicionado \ Rastrillo



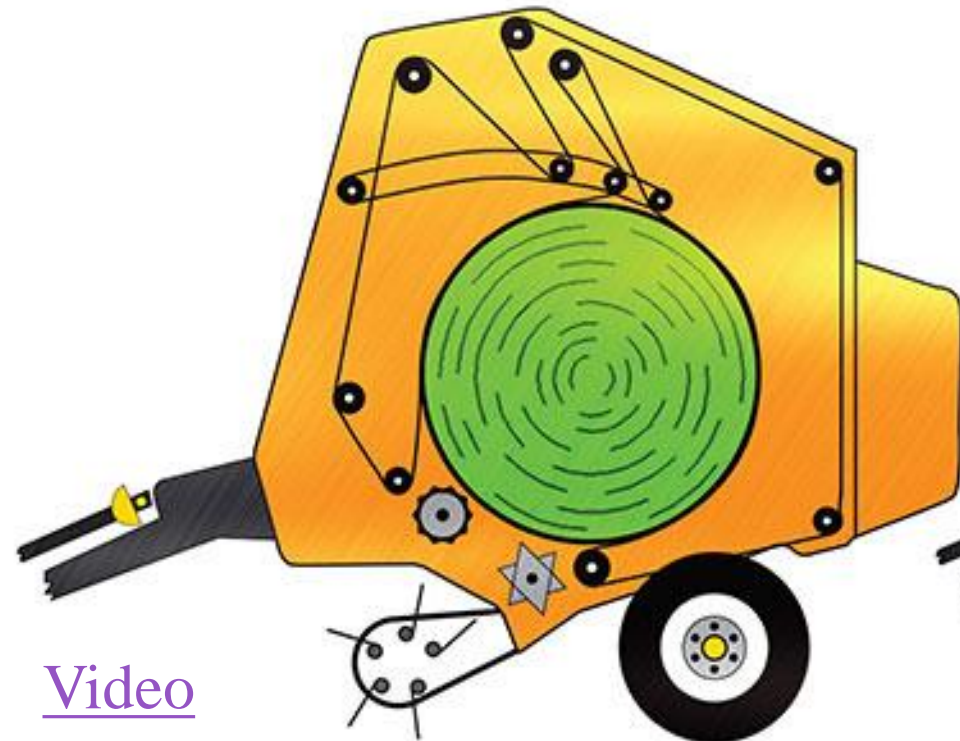
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

# *Confección de rollos*

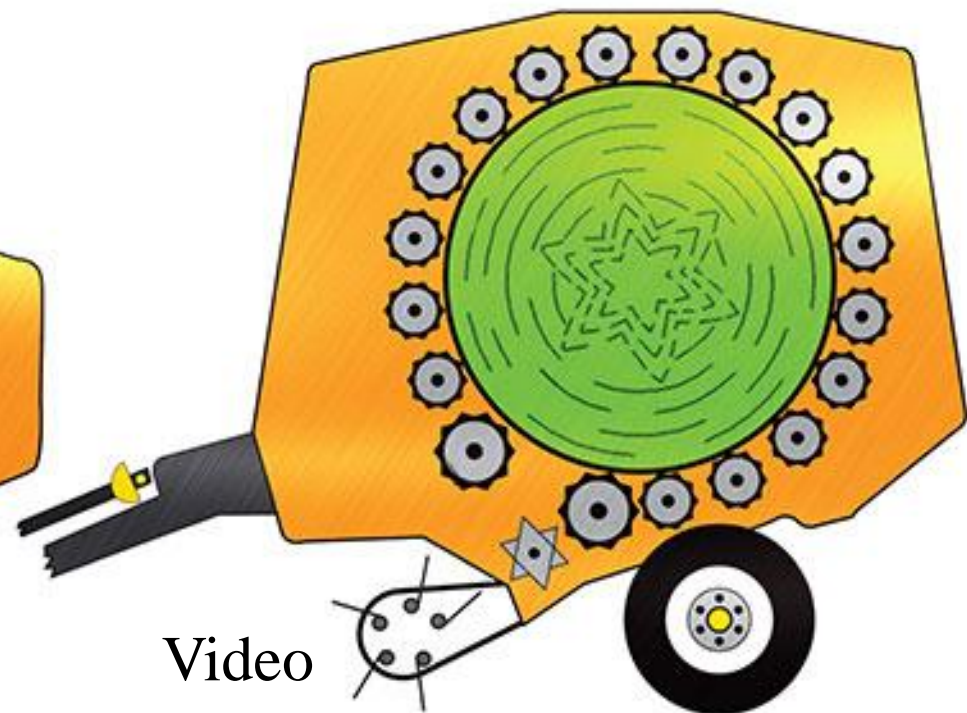
# Clasificación de rotoenfardadoras

Cámara variable o núcleo denso

Cámara fija o núcleo flojo



[Video](#)

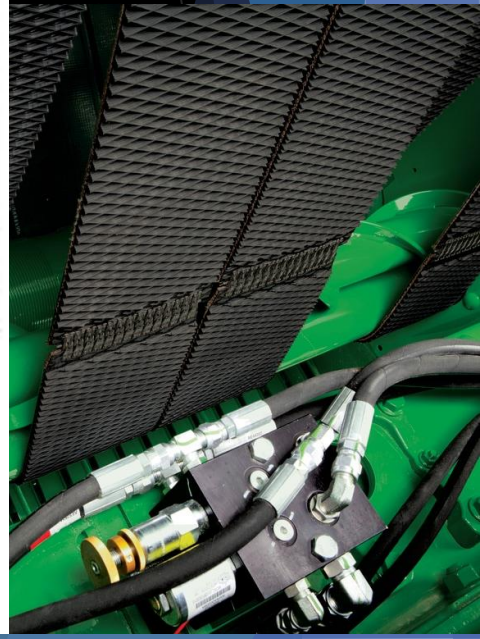
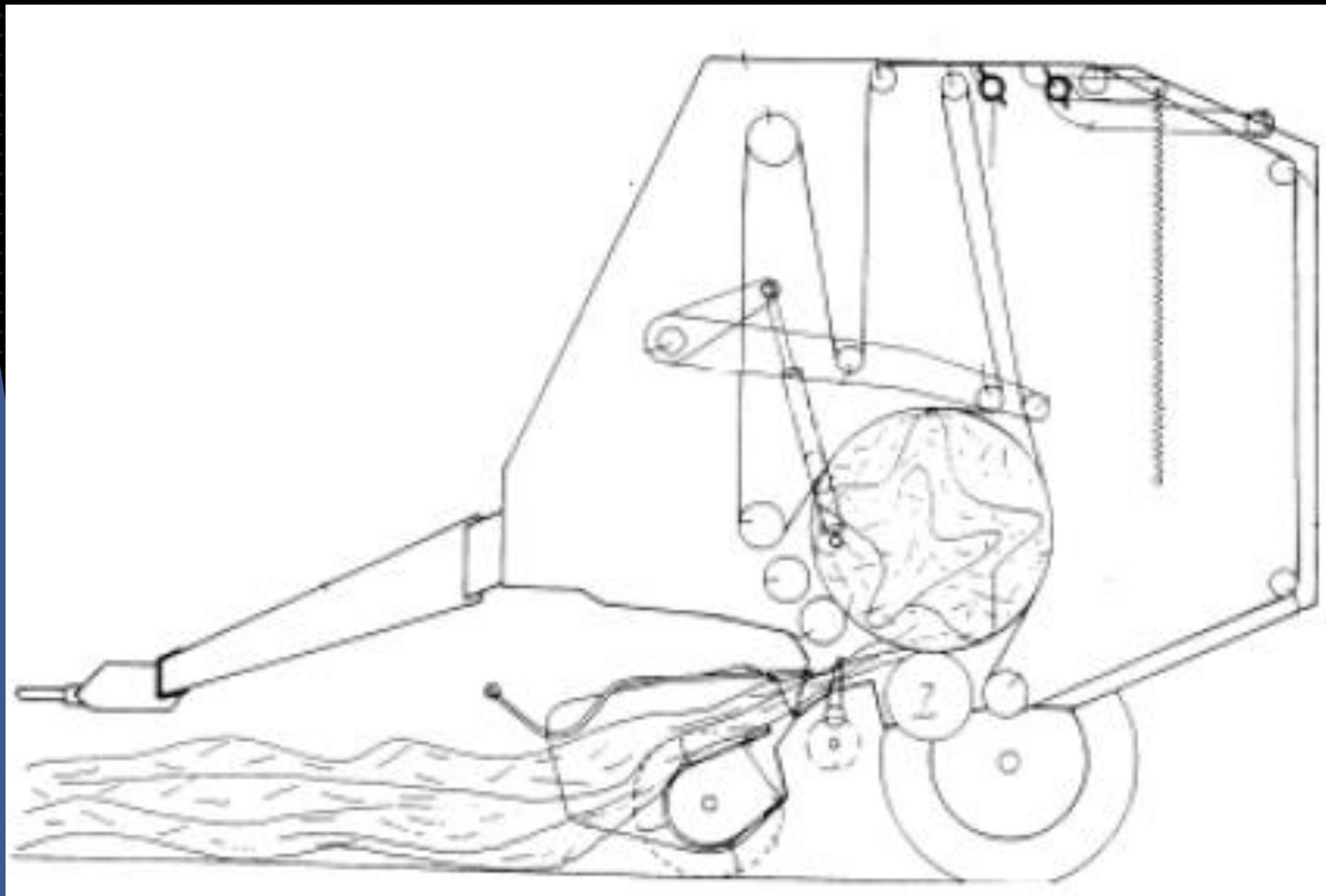


[Video](#)

# Clasificación de rotoenfardadoras

## Cámara mixta

[Video](#)





Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

# Tamaño de rollos variables



# Aumento de la capacidad de procesamiento de las rotoenfardadoras.

Video  
Video



# Aumento de la capacidad de procesamiento de las rotoenfardadoras.



# Aumento de la capacidad de procesamiento de las rotoenfardadoras.



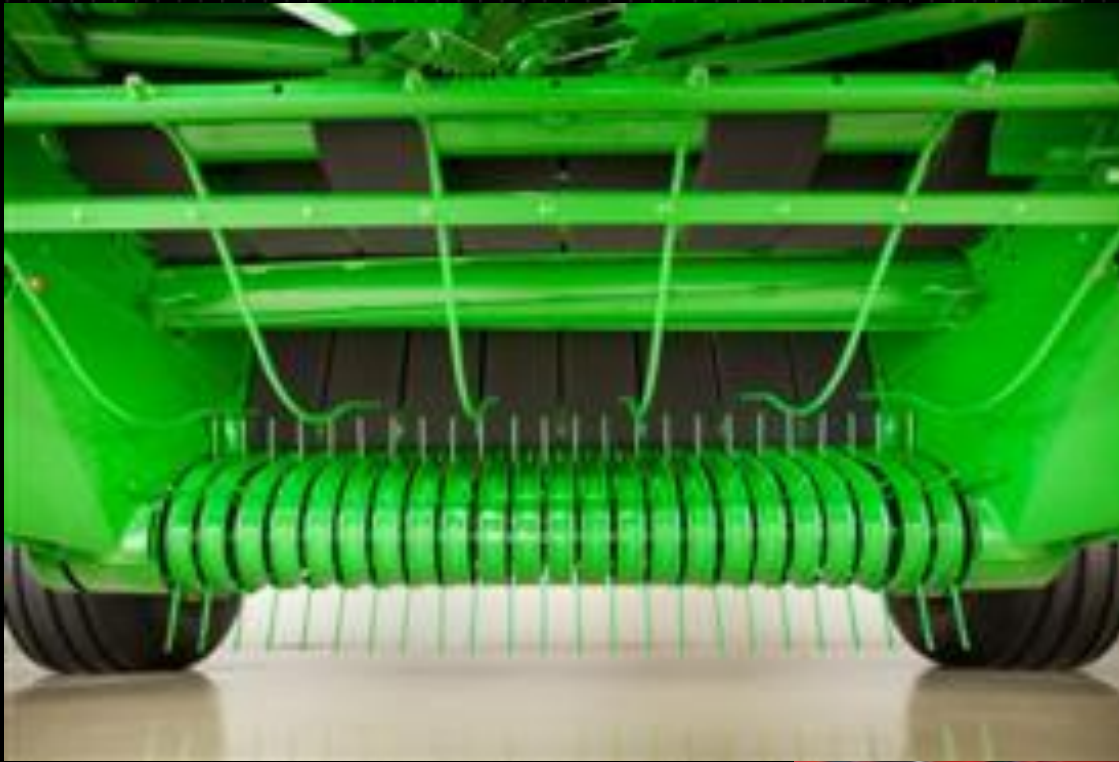




Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

# Recolector

MECANIZACIÓN  
FCAyF





Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



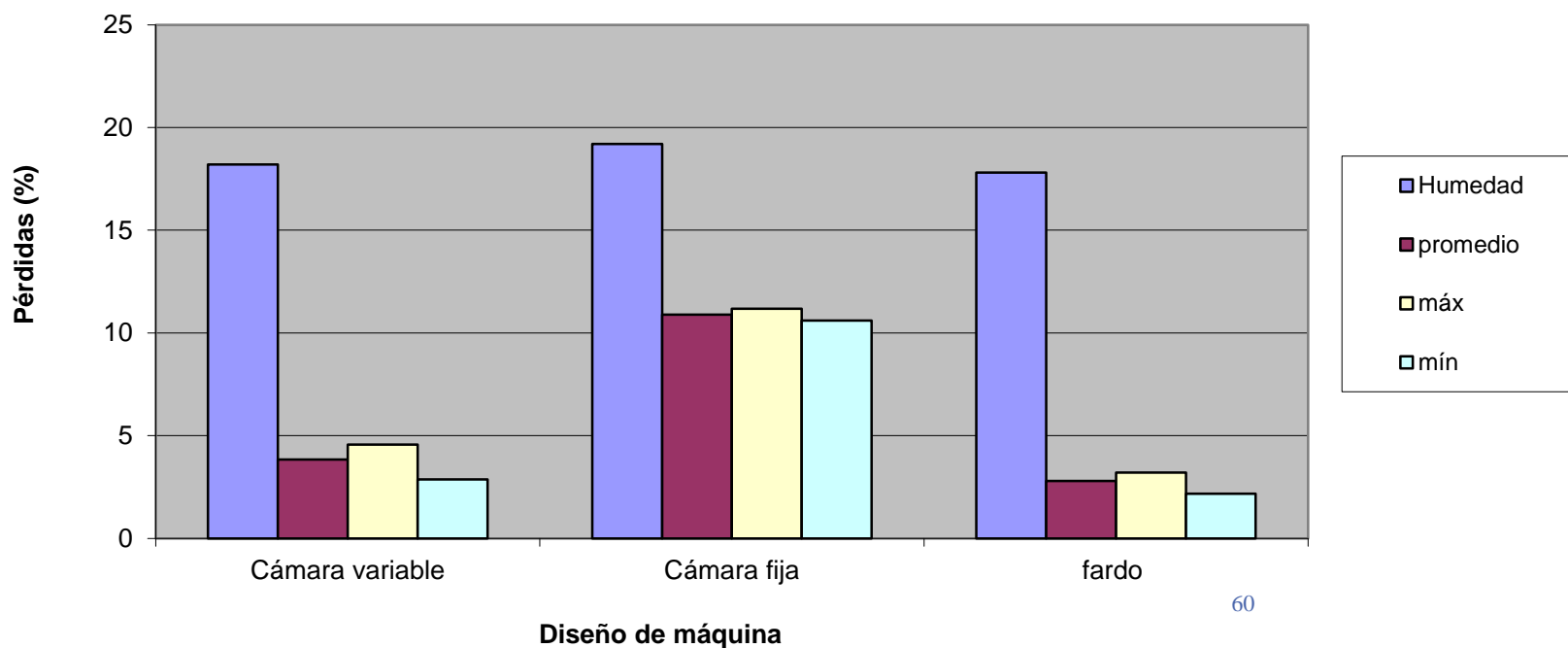


# Pérdidas



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

Pérdidas de MS (%totales sobre la MS de heno producido)



# Pérdidas

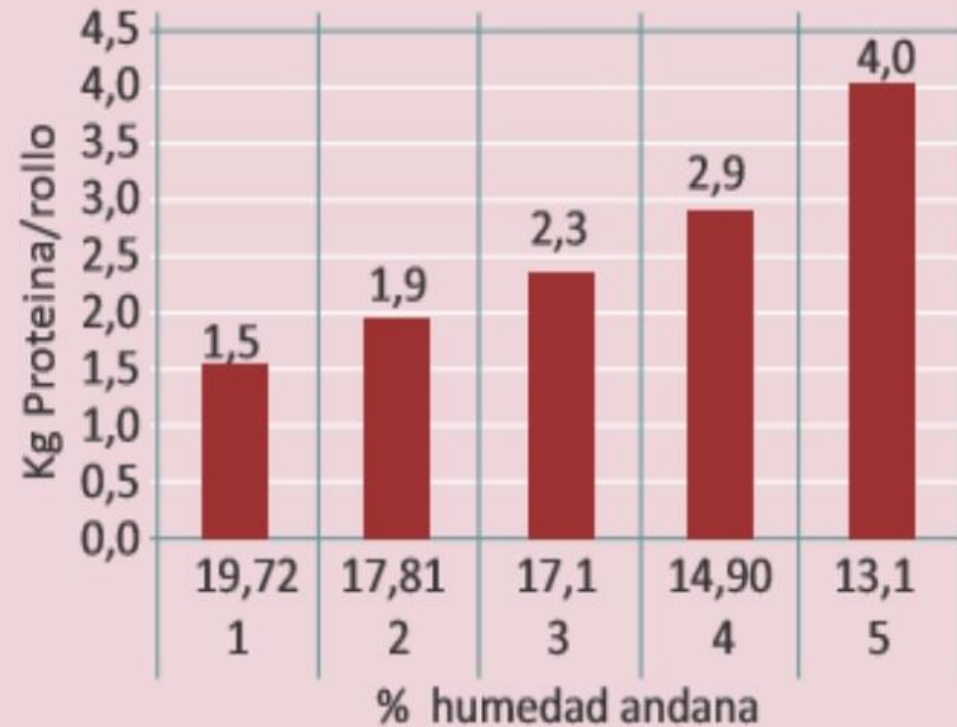
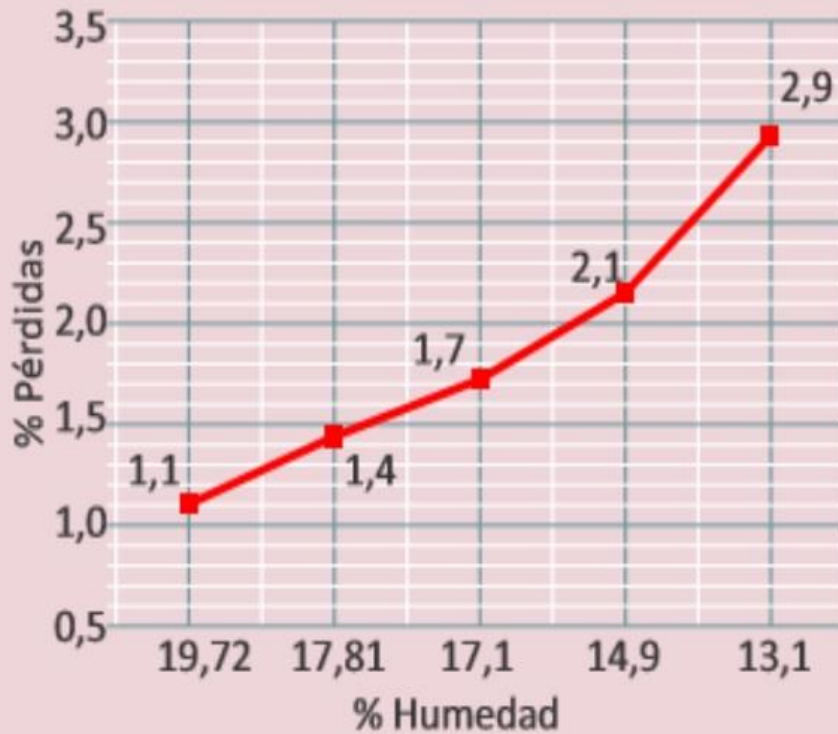


Figura 2: Pérdidas por cámara en Rotoenfardadoras en función de la humedad de la andana, expresado en % de materia seca (a) y en kg de proteína por rollo (b)

# Requerimiento de potencia

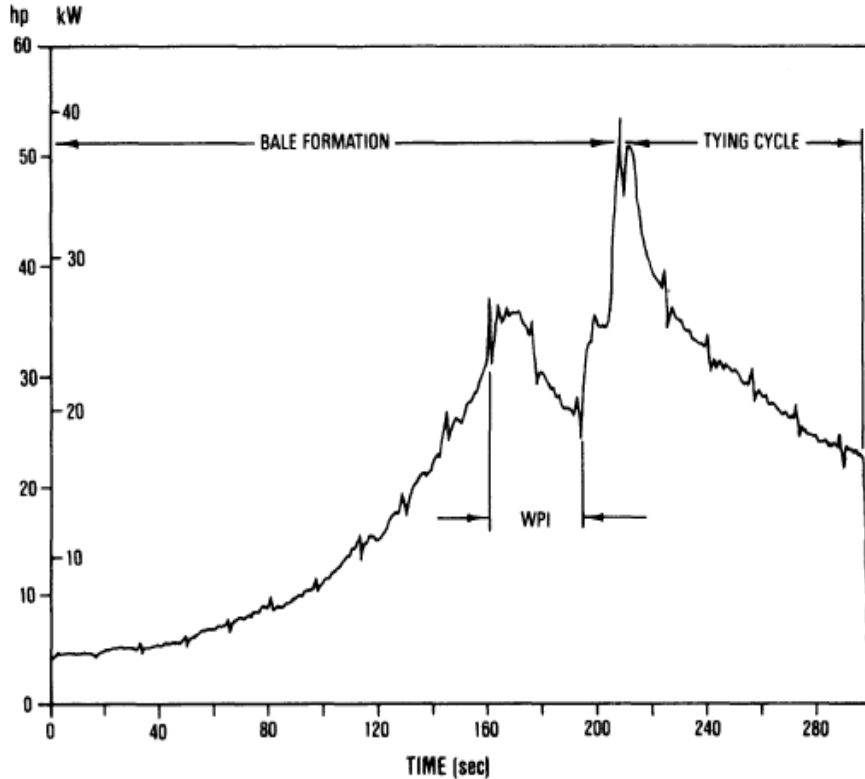


Fig. 3—Power curve of a Vicon RP 210 round baler.

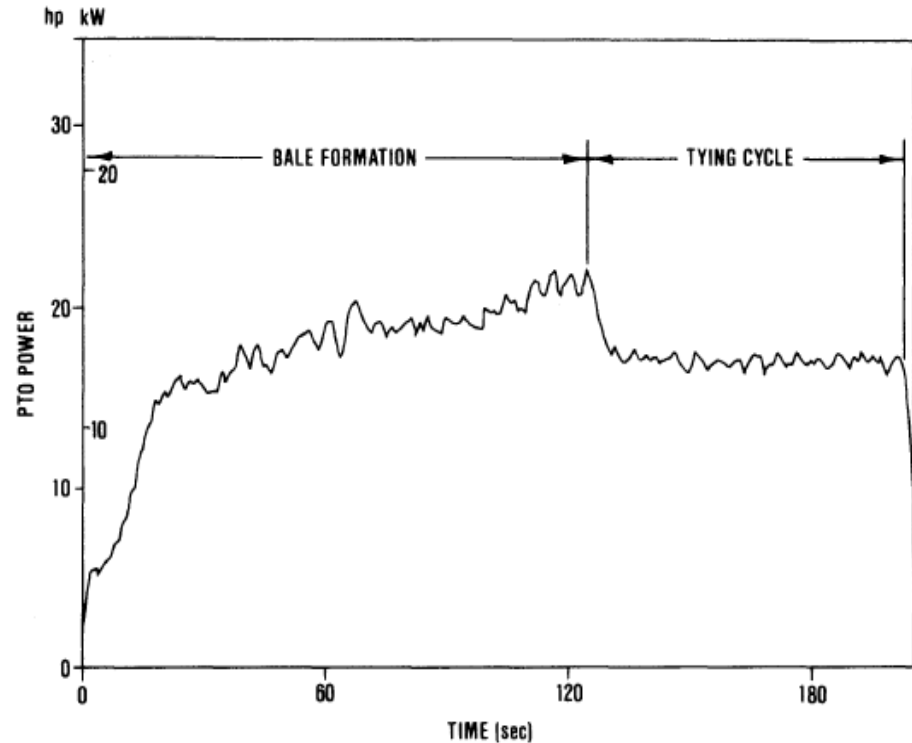
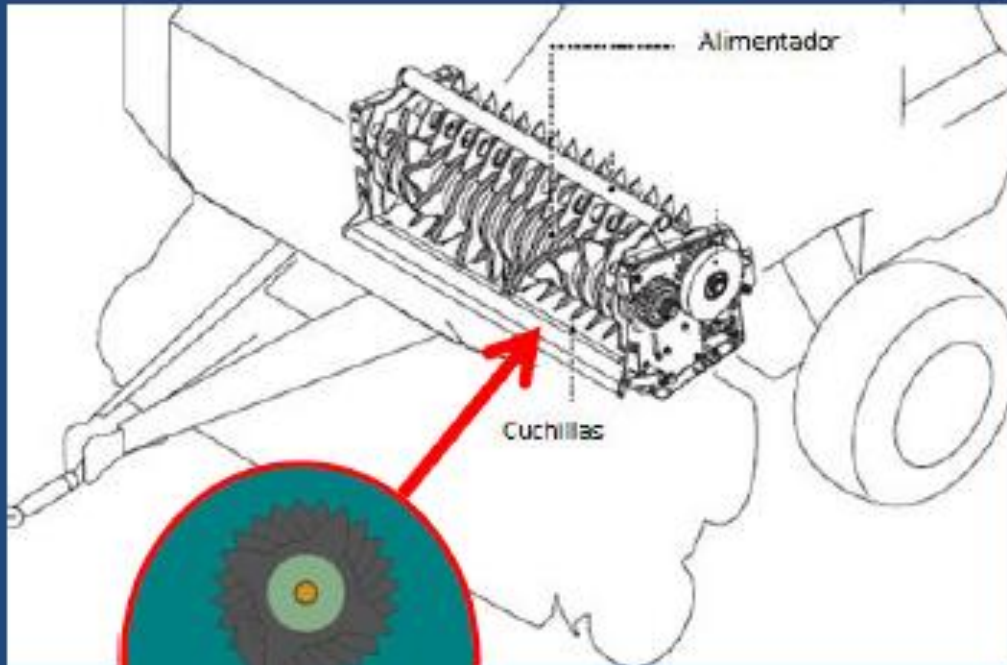


Fig. 4—Power curve of a New Holland 849 round baler.

Cámara fija

Cámara variable

# Sistema procesador de fibra





# Perdidas con sistema procesador de fibra

Tratamiento	Con cutter		Sin cutter	
	Alfalfa	Moha	Alfalfa	Moha
Peso del rollo (kg)	404	453	358	414
Humedad del rollo (%)	18,3	17	18,2	20,6
Densidad del rollo (kg/m <sup>3</sup> )	180	201	160	184
Total de pérdidas (kg)	14,7	30,9	6,9	20,5
Fracción suelo (kg)	5,6	18,3	3,3	11,5
Fracción vegetal (kg)	9,1	12,6	3,6	9
Fracción vegetal (%)	2,3	2,8	1,0	2,2
Proteína bruta (%)	23,9	18,4	24,0	19,6

**Características de pacas cilíndricas de alfalfa y moha, empacadas con y sin dispositivo procesador de fibra. Fuente: Bragachini y col., 2011.**





Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



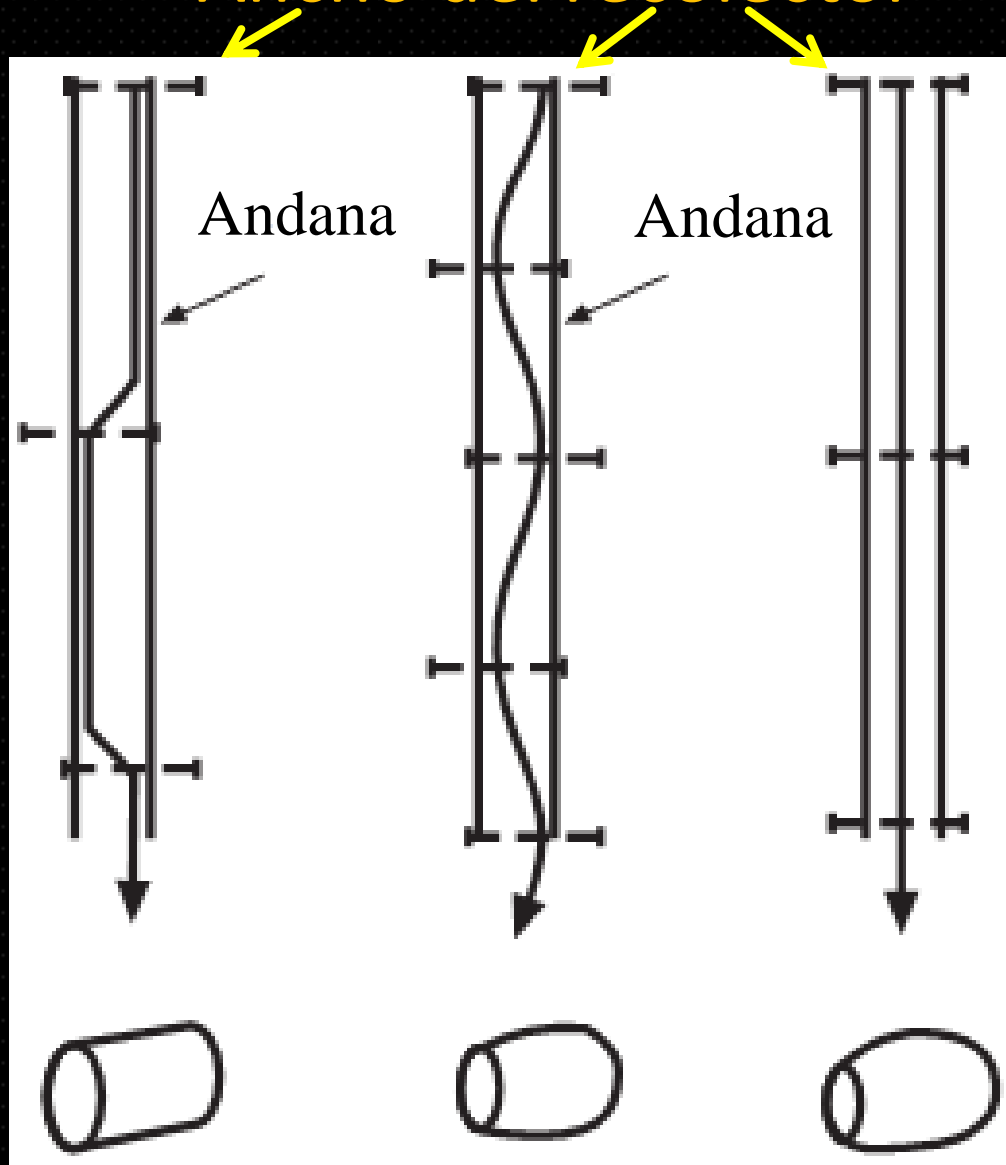
# Trabajo de las rotoenfardadoras

[Video 2](#)

[Video 3](#)

[Video 4](#)

# Ancho del recolector



Buena configuración  
de la paca

Mala configuración de la paca



Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

