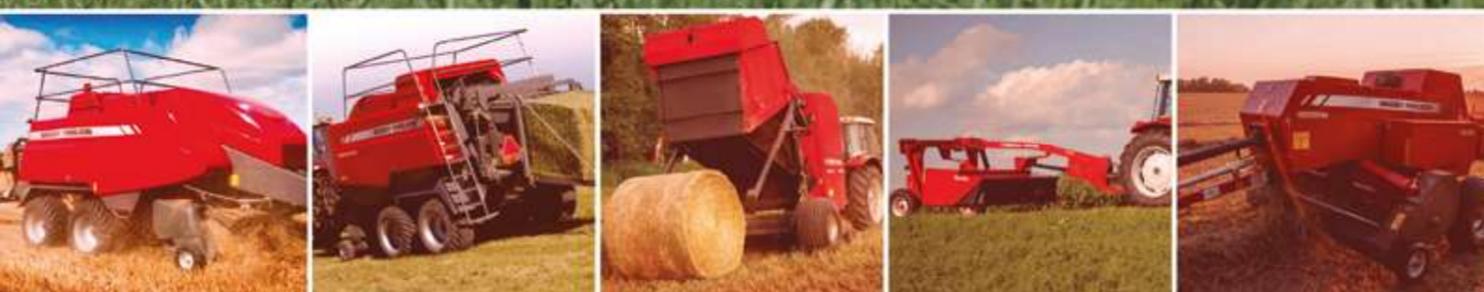




# HESSTON Series

## PARA LOS PROFESIONALES DE LA PASTURA

UNA LINEA COMPLETA DE EQUIPOS MASSEY FERGUSON CON TECNOLOGÍA HESSTON. PARA LOS QUE MÁS SABEN, LO MEJOR.



Presentes en Argentina desde 1998, los equipos forrajeros Hesston Series - Massey Ferguson cuentan con la máxima tecnología mundial que a Usted le permite obtener los mejores resultados en cualquier condición y pastura. Conozca la familia completa de forrajeras Hesston Series en un Concesionarios Massey Ferguson. **Nobody Knows Hay Like Hesston.**

WWW.MASSEYFERGUSON.COM.AR

**MASSEY FERGUSON**  
Un mundo de experiencias, trabajando con usted.

MASSEY FERGUSON es una marca mundial de AGCO.

## 6 Sistemas de corte



Existen básicamente dos sistemas de corte:

- De movimiento rotativo, por impacto y filo de cuchillas.
- De movimiento alternativo, compuesto por cuchillas y contracuchillas (cizalla).

*El sistema más utilizado en nuestro país es por impacto y filo, y la eficiencia de corte, en estos casos, depende de la velocidad de giro de las cuchillas y del filo de las mismas.*

Cualquiera sea el sistema utilizado, en el caso que el filo de las cuchillas haya desaparecido, por desgaste o rotura del material, se incrementará la potencia requerida al tractor y lo que es más grave, provocará el desgarrado de los tallos, favoreciendo la entrada de enfermedades y demorando el rebrote, llegando a cortar solo por impacto y no por filo, con la consiguiente demora en el rebrote y la caída o desprendimiento de hojas.

### 1. Sistema de corte alternativo por cizalla

El sistema de corte por cizalla, al igual que una tijera, está formado por dos filos. Uno de ellos es el de la cuchilla (secciones intercambiables), que va montado a una barra con movimiento alternativo continuo transversal al avance y el otro, llamado también contracuchilla, fijo en el puntón. Las máquinas con barra de corte de movimiento alternativo, conocidas como guadañas o segadoras, se caracterizan por realizar un corte neto que agrónomicamente se lo considera perfecto y que favorece la pronta recuperación de las pasturas, ya que no producen desgarramiento de los tallos, aceleran el rebrote y disminuyen los riesgos de ingreso de enfermedades.

Otra gran ventaja es que además evitan totalmente el repicado del material cortado y el daño a las



Figura 6-1 Máquina con sistema de corte alternativo

pasturas, ya que poseen un buen sistema de copiado (plataformas suspendidas por resortes, con sistemas de copiado por patines regulables). Este diseño de cuchillas y puntones montados sobre una plataforma de bajo perfil, genera un "manto de forraje" que permite el uso de los acondicionadores mecánicos (Figura 6-1).

Es importante tener en cuenta que las cuchillas deben poseer buen filo y una correcta regulación de las grampas prensa-cuchillas, lo que posibilita el libre accionamiento e impide que se despegue la cuchilla de la contracuchilla, lo que puede llegar a provocar un corte deficiente. Para mantener los filos de la cuchilla y contracuchillas en buenas condiciones de corte, se deben regular periódicamente las grampas prensa-cuchillas con espacio de 1 mm (Figura 6-3).

Si bien hay modelos equipados con sistema 3"x 3", la mayoría de las segadoras con corte alternativo están diseñadas con un sistema de corte de paso angosto de 2" x 2", o sea que tiene 2" de paso con guardas o secciones de 2", la cual trabaja a una velocidad de giro del sistema de mando de 550 vueltas/minutos. Estos datos indican que para realizar un corte eficiente, la velocidad de avance de la segadora no debería superar los 9 o 10 km/h en alfalfa, mientras que con un sistema de discos rotativos se puede realizar un trabajo similar a 14 o 15 km/h. Esta limitación en la velocidad de avance de las máquinas con corte alternativo, es compensada con cabezales de mayor ancho de labor (Figura 6-3).

Su nivel de adopción masiva en nuestro país, como en el resto del mundo, siempre se vio limitado debido a su baja capacidad de trabajo, una reducida

velocidad de avance y mayor frecuencia de roturas que las máquinas con sistema de corte de movimiento rotativo.

Actualmente se ofrecen en nuestro mercado modelos nacionales con un ancho de trabajo de 2,10 m y 2,70 m que son muy adoptados por productores que no necesitan gran capacidad de trabajo y que valoran la calidad en el heno de alfalfa, y que encuentran en estos modelos una máquina accesi-



Figura 6-2 Detalle de sistema de corte por cizalla.



Figura 6-3 Vista de la caja de mandos de cuchillas colocada en el cabezal

ble y que ofrece una gran calidad de corte y acondicionado. También se ofrecen algunos modelos de segadoras de arrastre de origen canadienses, de 4,95 m de ancho de labor, que ofrecen buenas prestaciones pero por su escasa oferta y alto costo no han tenido gran aceptación en corte de alfalfa (Figura 6-4).

En lo que estrictamente refiere a corte de alfalfa, la baja adopción del sistema alternativo, en reemplazo del sistema rotativo a discos, en máquinas



Figura 6-4 Segadora de corte alternativo y sistema acondicionador de origen nacional



Figura 6-5 Segadora autopropulsada de corte alternativo con cabezal convencional

de alta capacidad como autopropulsadas o algunos modelos de arrastre que se ofrecen hasta con 4,95 m de barra de corte, responde a que estos últimos ofrecen una calidad de trabajo similar, una mayor capacidad de trabajo a igual ancho de cabezal a la vez que presentan un menor nivel de roturas, aspectos muy valorados por el usuario de este tipo de máquinas como es el contratista. Para igualar la capacidad de trabajo, las máquinas con sistema de corte alternativo se ven obligadas a ofrecer cabezales más grandes, lo que dificulta el transporte de la máquina por rutas y caminos rurales (Figura 6-5).

Si bien este comentario es referido a corte de alfalfa, debe aclararse que en los últimos tiempos se ha incrementado el número de segadoras autopropulsadas que ofrecen como opcional cabezales con sistema de corte alternativo, los cuales han recibido gran aceptación en cultivos que generan gran volumen y que necesitan ser hilerados para su cosecha como es el caso de la colza. En busca de incrementar la capacidad de trabajo, especialmente para cultivos grandes, tupidos y de gran volumen, se adoptaron sobre estas segadoras cabezales draper, que en algunos modelos se ofrecen en

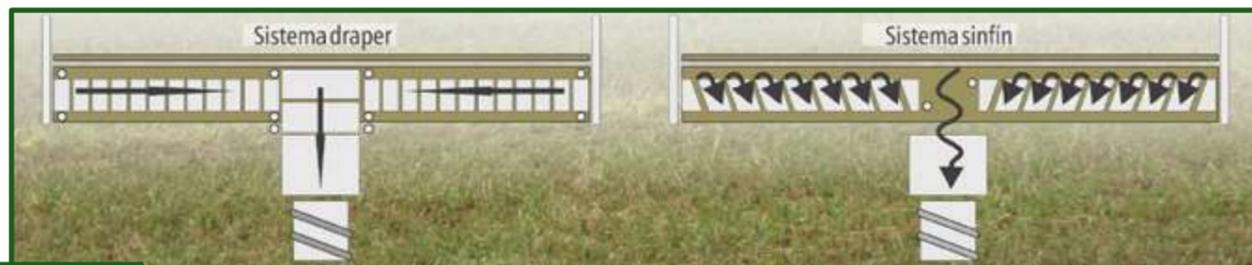


Figura 6-6 Esquema de cabezal draper y de cabezal convencional a sinfin

Estados Unidos y Europa desde 30" (9,1 m) hasta 45" (13,7 m) de ancho.

Los cabezales draper están constituidos de un chasis, una barra de corte con sistema de copiados del terreno flexible/flotante y un molinete que introduce el material una vez cortado. Pero a diferencia de los cabezales tradicionales, en el cabezal draper el sinfin acarreador se ve reemplazado por un conjunto de bandas de caucho acarreadoras. Las mismas trabajan llevando el material cortado desde los laterales del cabezal hacia el centro, que según el modelo, la marca y el tamaño del cabezal pueden tener una sola lona por cada lado o dos lonas en cada mitad del cabezal. Una vez en el centro, el material es depositado en una lona dispuesta en el mismo sentido de avance de la segadora, para alimentar los acondicionadores (Figura 6-6).

La adopción de los cabezales draper, encuentra su respuesta en que el traslado del material cortado en cabezales del tipo estándar, con traslado por sinfin, desde los extremos de mismo hasta el centro donde se encuentra el embocador, en modelos de gran ancho de labor, no es uniforme y el material llega extremadamente "enroscado" en sí mismo, lo cual genera ineficiencias en la alimentación y problemas para trasladar el pasto desde los extremos del cabezal hacia el centro, por lo cual estos no pueden ser muy anchos (Figura 6-7).



Figura 6-7 Detalle de cabezal convencional a sinfin y molinete con paletas y dientes ajustables

Los cabezales draper al no trasladar el material provocando un auto enroscado en sí mismo, permiten entregar el pasto en forma uniforme al órgano acondicionador y por eso pueden ser diseñados con un mayor ancho de labor (Figura 6-8).

## 2. Sistema de corte rotativo

Las máquinas con sistema de corte de movimiento rotativo, poseen todas el mismo principio, basado en el giro de unas cuchillas con filo y que posee un extremo libre, lo que les permite mantenerse perpendiculares al eje de rotación por fuerza centrífuga.



Figura 6-8 Segadora autopropulsada con cabezal draper de 40 pies trabajando sobre colza.

Estas cuchillas giran con alta velocidad tangencial (del orden de los 60 a 70 m/seg o 216 a 252 km/h), provocando el corte al impactar con los tallos de las plantas.

Como se dijo anteriormente, la limpieza del corte de los tallos se verá favorecido cuanto mayor sea la velocidad de giro de las cuchillas y mejor el filo de las mismas.

Existen en el mercado tres tipos de cortadoras rotativas:

- Cortadora hileradora rotativa tipo hélice.
- Cortadora hileradora tipo tambor.
- Cortadora de discos (segadoras).

### 2.1 Cortadora hileradora rotativa tipo hélice

En Argentina el corte e hilerado de las pasturas se realiza mayoritariamente con cortahileradoras de cuchillas rotativas tipo hélice, de dos ejes verticales y un ancho de labor variable entre 2,80 m. y 3,20 m, con algunos modelos de 4 rotores que llegan a un ancho de trabajo de 4,20 m.

El motivo del alto nivel de adopción de este tipo de máquinas, está dado por su bajo costo de fabricación y mantenimiento, además de una gran robustez de funcionamiento, lo que las hace aptas para cortar pasturas enmalezadas y hasta para picar rastrojos.

Otra causa de su masiva adopción es la falta de concientización por parte de los productores, en relación al trato agresivo que estos equipos realizan sobre el material cortado.

Esto provoca un aumento del repicado de las plantas y daños a las pasturas por falta de uniformidad en la altura de corte y daños a los meristemas de crecimiento, perjudicando el rebrote y la longevidad de las praderas.

Dentro de este tipo de máquinas existen las accionadas por correas planas o en "V" y las accionadas por cajas de engranajes cónicos, siendo estas últimas las más aconsejadas por permitir el sincronismo de las cuchillas, efectuando el corte completo en todo su ancho de trabajo.

Las de correas al no permitir dicho sincronismo dejan una pequeña parte del ancho de trabajo sin cortar, defecto que puede salvarse con la ayuda de un deflector central.

### 2.1.1 Principales desventajas

#### Ineficiente copiados del terreno

Lo que ocasiona una altura de corte irregular cuando se trabaja a altas velocidades de avance y en terreno desparejo, provocando daños a las pasturas y cuchillas e incorporando tierra a la andana.

Este problema se presenta por la imposibilidad de trabajar con plataforma flotante y patines de copiados en todo el ancho de corte, siendo las ruedas las que salvan las irregularidades del terreno.

La desuniformidad en la altura de corte se debe a que los puntos de copiados (ruedas) se encuentran alejadas del punto de corte (cuchillas).

Las cortahileradoras de 3 ruedas con lanza de tiro articulada, tienen mejor copiados del terreno que las que cuentan con solo dos ruedas traseras y lanza de tiro rígida, donde la altura de corte es un promedio del apoyo obtenido de las dos ruedas de la máquina y las ruedas del tractor (Figura 6-9).

#### Repicado del forraje

La desventaja de estos equipos radica en el efecto de repicado del material cortado, que ocurre cuando las cuchillas toman contacto en más de una ocasión con el forraje provocando pérdida en calidad y cantidad.

El forraje repicado (trozos cortos de tallos y gran cantidad de hojas sueltas), se localiza mayormente en la parte central de las hileras. Esto ocurre a consecuencia del diseño de los dos grandes rotores con cuchillas largas, que al girar hacia adentro y en sentido contrario, arrojan el material cortado una hacia la otra, que en primer lugar ocasiona el desprendimiento de hojas (órgano sensible a desprenderse ante un efecto mecánico) con la consiguiente pérdida de MS de altísima calidad y en segundo lugar, el repicado o doble impacto de

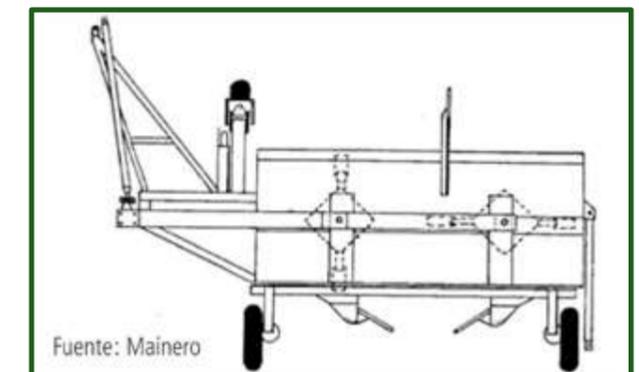


Figura 6-9 Vista en planta de una cortadora tipo hélice de 3 ruedas.

las plantas es el "seccionado de diferentes partes de la planta" en trozos de un tamaño inferior a 10 cm los cuales no pueden ser recogidos por el recolector de la enfardadora, con la consiguiente pérdida directa de MS. Una de las formas prácticas de evitar este repicado, es facilitar la salida del material de la cortadora, abriendo totalmente los deflectores posteriores, que se utilizan para hilerar el material cortado.

Al respecto cabe destacar que es preferible, realizar una pasada de rastrillo hilerando el material cortado, antes que tratar de hilerar con la cortadora incrementando la pérdida de MS por repicado de las plantas (Figura 6-10).

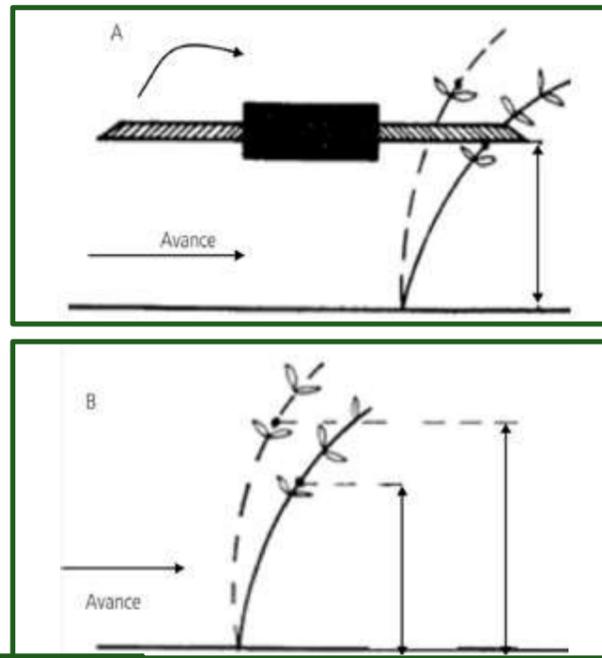
### Recortado o trozado de los tallos

Después de cortados quedan adheridos al suelo y pueden ser nuevamente tomados en la vuelta siguiente del rotor. Esto generalmente se produce cuando la cortahileradora no tiene filo en las cuchillas (situación muy normal, por las características de las cuchillas: largas y de gran espesor, de material no muy duro para evitar roturas). La velocidad de rotación es menor a la aconsejada, cuando la velocidad de avance es excesiva o cuando el rotor corta en forma horizontal o levemente inclinado hacia atrás.

El tallo en estas condiciones, al ser tomado por las cuchillas, ofrece una resistencia al corte y se inclina en el mismo sentido de giro de la cuchilla (Figura 6-11 A). Luego, al retomar su verticalidad y en la misma pasada del rotor, nuevamente toma contacto con la cuchilla, provocando desgarramiento, retardando la velocidad de rebrote (Figura 6-11 B).



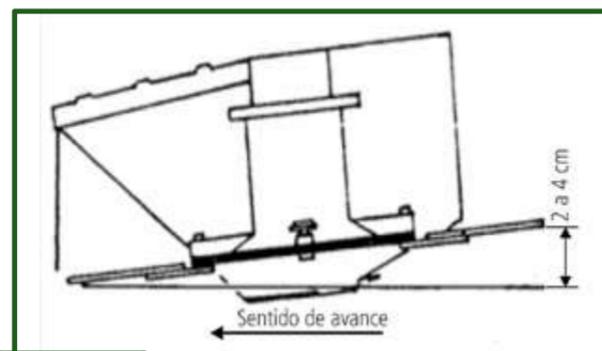
**Figura 6-10** En la fotografía se muestra un doble efecto perjudicial. El daño de una corona de alfalfa y el repicado del forraje con pérdida directa de hojas y partido de tallos que no serán recolectados por la enfardadora. Esto es muy común en el trabajo de cortadoras tipo hélices mal reguladas.



**Figura 6-11** Corte deficiente por falta de filo en las cuchillas.

Esto se puede disminuir en cierta medida, trabajando con una leve inclinación del rotor hacia adelante. En la siguiente figura, es posible observar el ángulo de inclinación hacia adelante con que debe trabajar el rotor portacuchillas, destacándose que entre el extremo más bajo de una cuchilla y el extremo más elevado de la cuchilla opuesta, debe existir una diferencia de 2 a 4 cm, para evitar el doble impacto en los tallos que están adheridos al suelo (Figura 6-12).

Otra de las grandes desventajas de estas hélices es que por su diseño y tipo de trabajo, impiden la incorporación de acondicionadores como consecuencia de entregar el material cortado en forma de cordones densos, mientras que los acondicionadores necesitan que se lo haga de manera uniforme en todo su ancho. De esta forma todas las plantas reciben un tratamiento similar al pasar por los rodillos o dedos acondicionadores.



**Figura 6-12** Inclinación correcta del rotor. Fuente: Mainero.

# LA MEJOR SOLUCION EN CADA SECTOR

TODO PARA EL PRODUCTOR AGRICOLA Y GANADERO



Dada la gran importancia que tiene el filo en la calidad del corte, es recomendable que el diseño de la máquina contemple el uso de cuchillas de material tratado y filo rectificado; en lo posible con cuatro filos útiles por cuchilla ya que resulta más práctico intercambiar las cuchillas de lugar al momento de trabajo, antes que afilarlas.

Un correcto diseño puede contemplar:

1. Cuchilla de cuatro filos útiles, reversibles e intercambiables.
2. Bulón de fijación.
3. Brazo que pivotea con el rotor de diámetro considerable.

Cualquiera sea el sistema de cuchillas utilizado, es aconsejable el recambio de las mismas a medida que se va perdiendo el filo, cuando se observa desgarramiento del tallo y una excesiva caída de hojas en lugar de un corte limpio.

Otra de las grandes desventajas de estas cortadoras, es que no permiten trabajar a altas velocidades y por lo general presentan muchas dificultades para hacerlo a más de 7 - 8 km/h, produciendo un alto defasaje, con la capacidad de trabajo que hoy permiten las rotoenfardadoras que se encuentran disponibles en el mercado, además de aumentar los costos de amortización del equipo completo.

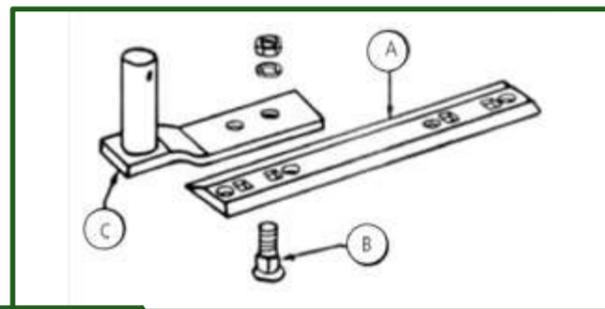


Figura 6-13 Diseño del portacuchilla. Fuente Mainero.



Figura 6-14 Cortadora de tambores con mando superior.

## 2.2 Cortahileradora a tambores o platos

Su escasa difusión se debe principalmente al mayor costo de fabricación, con respecto a las de tipo hélice, y las reducidas ventajas agronómicas que el usuario puede apreciar.

En estas máquinas de tambores, las cuchillas se fijan en la base de los cilindros (tambores), que toman mando desde la parte superior de los mismos impidiendo o haciendo muy ineficiente el uso de acondicionadores mecánicos, por tener que hilerar el forraje antes de que sean tomados por los acondicionadores.

Estos equipos permiten un diseño con plataforma flotante, para copiar las irregularidades del terreno y de esta forma mantener una altura de corte constante, evitando el impacto de las cuchillas con el suelo con un desgaste prematuro de las mismas y asegurar la permanencia de las pasturas productivas por más tiempo.

La plataforma consiste en grandes platos de giro libre, del mismo diámetro que los tambores y colocados por debajo de estos, deslizándose en contacto con el suelo.

Mientras más tambores tenga una máquina para un mismo ancho de trabajo, mejor será el copiado del terreno, dado que las cuchillas estarán próximas a los puntos de apoyo (Figura 6-14).

**Ventajas** del sistema con respecto al diseño tipo hélice

- Menor repicado del material.
- Mayor uniformidad de la altura de corte.

**Desventajas**

- Mayor costo de fabricación.
- Ineficacia con el uso de acondicionadores mecánicos en modelos de gran diámetro de tambor, por el inevitable hilerado del forraje que producen en el corte.

## 2.3 Cortadoras hileradoras de disco (segadoras)

Estas máquinas cuentan con discos en cuya periferia tienen cuchillas cortas y livianas que facilitan el recambio de las mismas por su bajo costo.

Debido al reducido tamaño de las cuchillas, por más que no tengan demasiado filo, el corte siempre es mucho más eficiente y prolijo que el de una cortadora tipo hélice, mejorando la velocidad de rebrote con el consiguiente incremento de producción de forraje de las pasturas cortadas a lo largo del año, respecto a otros sistemas de corte (Figura 6-15).

Un punto a considerar en las cuchillas de corte es que ellas tienen un biselado, en el que se encuentra el tratamiento de endurecimiento de las mismas (Figura 6-16).

Es importante recordar que ese lado endurecido debe ir siempre hacia abajo para aumentar la vi-

da útil, el filo de las cuchillas y por consiguiente la disminución de la frecuencia de reposición de las mismas, con una reducción en el costo de mantenimiento, además de contar por más tiempo con una mayor calidad de corte (Figura 6-17).

La empresa CNH, patentó un sistema denominado QuickMax, el cual permite cambiar las cuchillas en una forma rápida y sencilla comparado con los tradicionales, sistemas donde las cuchillas se encuentran atornilladas. El sistema está compuesto por una tuerca excéntrica y un retenedor de resorte de acero, que es el encargado de sujetar la cuchilla. Para hacer el cambio o inversión del filo de las cuchillas, se utiliza una palanca que se introduce sobre el resorte, que al hacer fuerza hacia abajo, libera la cuchilla de la tuerca que la sostiene (Figura 6-18 y 6-19).

Los discos trabajan a 3.000 rpm y la transmisión a los mismos se realiza mediante un mando de engranajes inferior. El sistema está montado sobre un conjunto de patines, dando como resultado un



Figura 6-15 Cortadora acondicionadora de discos con cuchillas cortas.



Figura 6-16 Detalle de cuchillas aserradas reversibles de 14 grados. El aserrado canaliza las partículas de fricción y reduce el desgaste sobre las cuchillas. Incrementa la vida útil en suelos arenosos o abrasivos

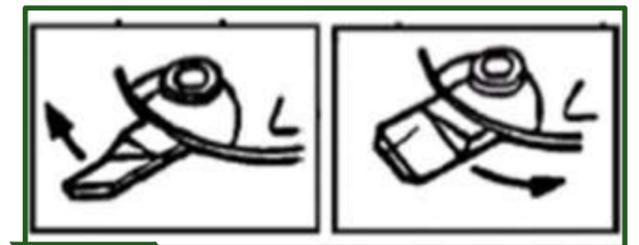


Figura 6-17 Posición correcta de las cuchillas de acuerdo al sentido de giro de las mismas.

sistema de copiado infinito, evitando el impacto de las cuchillas en el suelo, por más que este presente un alto grado de desniveles.

Otra de las ventajas de este sistema de corte es que al tener un mando inferior y una plataforma de corte de bajo perfil, facilita el flujo del forraje cortado en forma pareja hacia los acondicionadores mecánicos (en el caso que cuenten con ellos), haciendo mucho más eficiente el trabajo, en beneficio de la calidad final de heno producido.

Por lo general la plataforma de corte se encuentra suspendida por resortes sobre un chasis, lo cual le permite un alto grado de flotación, alta velocidad de tránsito con mínimo daño a la unidad de corte, aún en condiciones de suelo despasejo (Figura 6-20).

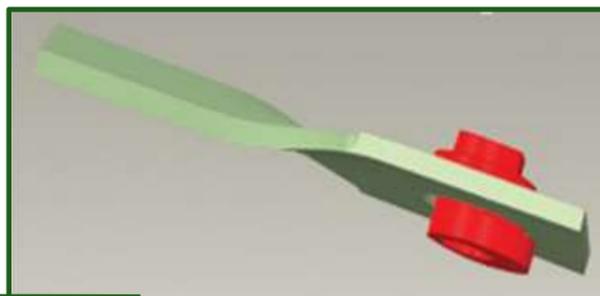
La flotación del equipo debe regularse de tal manera que los patines de copiado no dejen una huella en el suelo, y que la altura de corte sea uniforme. Si se ven altibajos en la altura de corte, es probable que a la plataforma de corte le esté sobrando flotación, en ese caso se debe reducir la tensión de los resortes que mantienen suspendida la plataforma con mayor estabilidad.

Por el contrario, en suelos sueltos o demasiado húmedos, si se ven huellas en el suelo se debe aumentar la flotación del equipo.

En suelos demasiado sueltos, es necesario corregir la flotación, ya que los patines pueden llegar a producir el arrancado de plantas con el daño que esto significa.



**Figura 6-18** Sistema de fácil reemplazo de cuchillas.



**Figura 6-19** Detalle del sistema con tuerca excéntrica sobre el cual trabaja un buje.



**Figura 6-20** Sistema de flotación del cabezal de corte mediante dos resortes que se ajustan a través de un tornillo. Aumentar el peso para campos más lisos y velocidades más rápidas y disminuir el peso en terrenos más suaves y velocidades bajas.

Estas máquinas deben estar provistas de patines de copiado en ambos extremos de la plataforma de corte y que sean estos los que determinen la altura de trabajo.

Si bien en un principio se pensaba que estos sistemas de corte se adaptaban solo a condiciones de trabajo delicadas (lotes con varios años de laboreo), los avances en el desarrollo de las plataformas de corte les dieron mayor rusticidad, mediante un mayor número de piezas cambiabiles y fusibles que evitan el daño a la transmisión ante cualquier bloqueo sufrido en los discos de corte.

Además muchas de las piezas son reversibles y presentan una capacidad de uso prolongado (dependiendo de las condiciones de campo obviamente), lo que baja en gran medida el costo de reposición, siempre y cuando los recambios sean realizados en tiempo y forma.

Estos adelantos, son lo que permitieron dar mayor seguridad al sistema y bajar los costos de reparación y mantenimiento facilitando el corte en cualquier situación de campo, a altas velocidades de avance, bajando los costos amortización.

Una de las recomendaciones prácticas en la que se pone especial énfasis en no soldar ningún elemento en los discos de corte, ya que los mismos giran a gran velocidad y aceleran el desgaste de la máquina en su totalidad, pudiendo llegar a causar daños graves, tanto en su estructura, como en la caja de transmisión de la barra de corte, debido a las vibraciones transmitidas por el desbalanceo de los mismos (Figura 6-21).

Algunas de las plataformas de corte que se ofrecen en el mercado, presentan la posibilidad de partirse en secciones individuales, para mejorar su confiabilidad y hacer más sencilla y económica su reparación (Figura 6-22).



**Figura 6-21** Refuerzo soldado en un disco de corte. Esta es una práctica perjudicial para la vida útil de la máquina (desbalanceo perjudicial para la vida útil del sistema de mando).



**Figura 6-22** Plataforma de corte de secciones independientes. El diseño modular permite reducir los tiempos y costos de reparación, dado que se tiene repuestos en común para cada disco. Los niveles de aceites son independientes.

Contrariamente a lo que se pensaba anteriormente, cuando se trabaja sobre pasturas subtropicales que tienden a formar matas, el tránsito de estas máquinas es mucho más suave que el de las cortadoras tipo hélice, por su sistema de flotación con patines de copiado, además que le ofrecen un mejor tratamiento a las pasturas ya que no impactan sobre los macollos de las plantas y mejoran el rebrote.

Una característica que ofrecen algunos diseños, es un huelgo entre la barra de corte y los rodillos acondicionadores. El mismo sirve de escape (como una trampa de piedra) para que cuando se trabaja en zonas de piedra o palos, si se llegara a levantar algún cuerpo extraño, el mismo caiga al suelo y no sea atrapado por los acondicionadores los cuales podrían sufrir daños (Figura 6-23).

Otra de las razones que hacen a la mejora del rebrote, son los suplementos que se pueden poner en los patines de copiado para fijar la altura a 20 cm, la cual es aconsejada cuando se trabaja con especies tipo C4 (Figura 6-24).

Si bien la altura de corte se regula mediante patines de copiado, también se puede regular la inclinación de la barra de corte, que determina en menor escala la altura de corte.



Figura 6-23 Máquina con espacio entre la barra de corte y los rodillos acondicionadores.



Figura 6-24 Patín de copiado lateral de fácil regulación.



Figura 6-25 Dispositivo de doble rosca para regular la inclinación del ángulo de corte.



Figura 6-26 Efecto del ancho de la andana en la velocidad del secado de la alfalfa.

La misma se realiza mediante un doble espárragos que hace que la plataforma de corte esté en diferentes grados de inclinación al trabajar (Figura 6-25).

Si bien a los efectos del corte es aconsejable un ángulo aproximado a los 8°, desde el punto de vista de la maquinaria siempre conviene trabajar con inclinación 0°, para disminuir al máximo el desgaste de la plataforma de corte.

Del mismo modo, cuando se trabaja sobre terrenos nuevos que aún pueden tener palos o piedras, el trabajo sin inclinación es conveniente para evitar al máximo que éstos sean levantados y entregados a los acondicionadores para evitar el daño de los mismos. En la parte posterior de estas máquinas, se encuentran unas compuertas regulables que ayudan a la formación de las andanas con diferentes anchos y alturas, según las condiciones climáticas de secado.

Siempre se debe tratar que las hileras que se formen estén lo más desordenadas posible, con sus tallos hacia arriba de modo tal que éstos tengan mayor exposición al sol que las hojas, para tratar de igualar la velocidad de secado de las diferentes partes de la planta y disminuir la pérdida de material de alta calidad (como las hojas), durante la recolección. Una manera de lograr este efecto, es teniendo una velocidad de trabajo alta (superior a 10 km/h) y los deflectores posteriores en posición media.

En la mayoría de los cultivos con estas recomendaciones, se logra una hilera bien formada y suficientemente esponjosa como para lograr el tránsito de aire en su interior y la exposición de los tallos a la luz solar, en mayor proporción que las hojas (Figura 6-26).

Es importante tener en cuenta que en condiciones de suelo más seco es aconsejable dejar hileras bien desparramadas, para que el forraje tenga mucho contacto con la luz del sol, ya que es el factor que mayor incidencia tiene en la fase inicial del secado, en tanto que en condiciones de suelo húmedo, conviene confeccionar hileras más altas y esponjosas para disminuir el contacto del forraje con el suelo, el cuál le va a ceder humedad.

Para tomar como referencia podemos decir que cuando se habla de hileras anchas se puede considerar un 75 % del ancho de corte, en tanto que cuando se habla de hileras angostas, un 30 % del ancho total de corte de la máquina utilizada (Figura 6-27).

Por último y en beneficio de este sistema de corte citamos un ensayo realizado por Mueller et al (1996) en la University of Wisconsin, en donde se observó que el corte realizado con este tipo de cortadoras de discos respecto a una cortadora alternativa no demostró diferencias, en producción de las pasturas ni en el stand de plantas, teniendo con las máquinas de discos mayor productividad y mayor sencillez en las reparaciones respecto a las de corte alternativo.

### Incremento de la capacidad de trabajo

En segadora de arrastre un diseño que ha permitido incrementar la maniobrabilidad en modelos de más de 3,50 m de ancho de labor, es el tiro central. Este tipo de máquinas permite mediante un desplazamiento hidráulico colocar la máquina a uno u otro lado del tractor, facilitando las maniobras en cabecera, posibilitando cortar ida y vuelta sin ha-

cer melgas, a la vez que ayuda el manejo en lotes geoméricamente irregulares (Figura 6-28).

En las máquinas de menor ancho y de tiro lateral, se destacan aquellas equipadas con caja Pivot que permiten girar a 90° sin disminuir la velocidad de avance ni las revoluciones en la toma de potencia del tractor (Figura 6-29).

Otro equipamiento, que ha permitido un incremento en la capacidad de trabajo de las segadoras es la adopción de pilotos automáticos. Estas tecnologías permiten aumentar notablemente la eficiencia, fundamentalmente en los modelos autopropulsados que trabajan con cabezales de gran ancho de labor (la mayoría es de 4,9 m pero existen ya en el mercado modelos de 10 m) y que pueden operar a altas velocidades de trabajo (entre 15 y 20 km/h).

Un cabezal de gran ancho y una alta velocidad de trabajo, generan que el operario tenga que cortar dejando un sector del cabezal libre (vacío sin cortar), para evitar dejar "chanchos" ante las irregularidades que le puede presentar el lote.

Al tomar este recaudo y no trabajar con todo el ancho efectivo que le ofrece el cabezal, se genera una ineficiencia que disminuyen la capacidad operativa real de la máquina.

Es por este motivo que el piloto automático ha tomado gran auge en cuanto a su adopción en segadoras autopropulsadas, dado que permite trabajar todo el lote con el cabezal "lleno", incrementando el rendimiento de la segadora en has/día y disminuyendo el consumo de combustible al disminuir el número de pasadas.



Figura 6-27 Regulación posterior de los deflectores formadores de andanas.

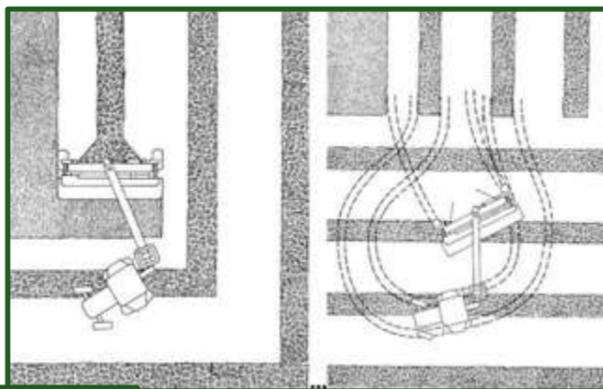


Figura 6-28 Máquina de tiro central con desplazamiento hidráulico girando en cabecera

En la actualidad existen básicamente dos tipos de pilotos automáticos en nuestro mercado, los que se montan directamente sobre el volante (o sobre la barra de dirección), o bien los que ya vienen integrados a la segadora autopropulsada y actúan sobre el sistema hidráulico de la máquina.

Los del primer grupo se caracterizan por ser compatible con todas las marcas y modelos y por poseer una fácil instalación y uso.

Estos equipos constan de un motor que se instala en el volante con un soporte especial, una unidad de procesamiento y una barra de luces con pantalla para que el operario pueda visualizar el trabajo que está realizando.

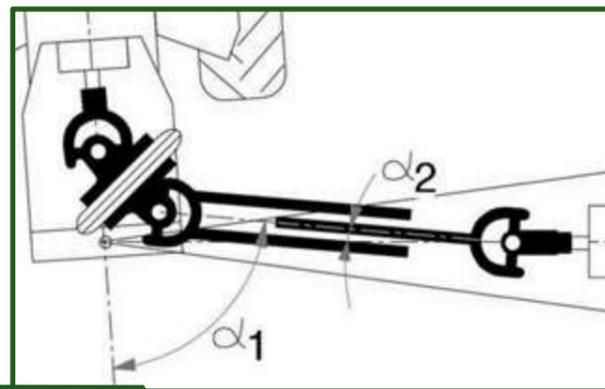


Figura 6-29 Detalle de caja pivot

Tiene la ventaja de ser fácilmente desmontable y brindar la posibilidad de utilizar el mismo piloto automático en diferentes implementos (Figura 6-30).

Por otra parte, existen los pilotos automáticos integrados que se diferencian por tener una conexión hidráulica con la máquina.

Estos sistemas están compuestos por un controlador, un conjunto de válvulas hidráulicas y un sensor de dirección de las ruedas, en los cuales el controlador emite una orden por medio de una señal eléctrica que es receptada directamente en la barra de dirección a través de electroválvulas.



Figura 6-30 Componentes del piloto automático, montados sobre el volante de la máquina

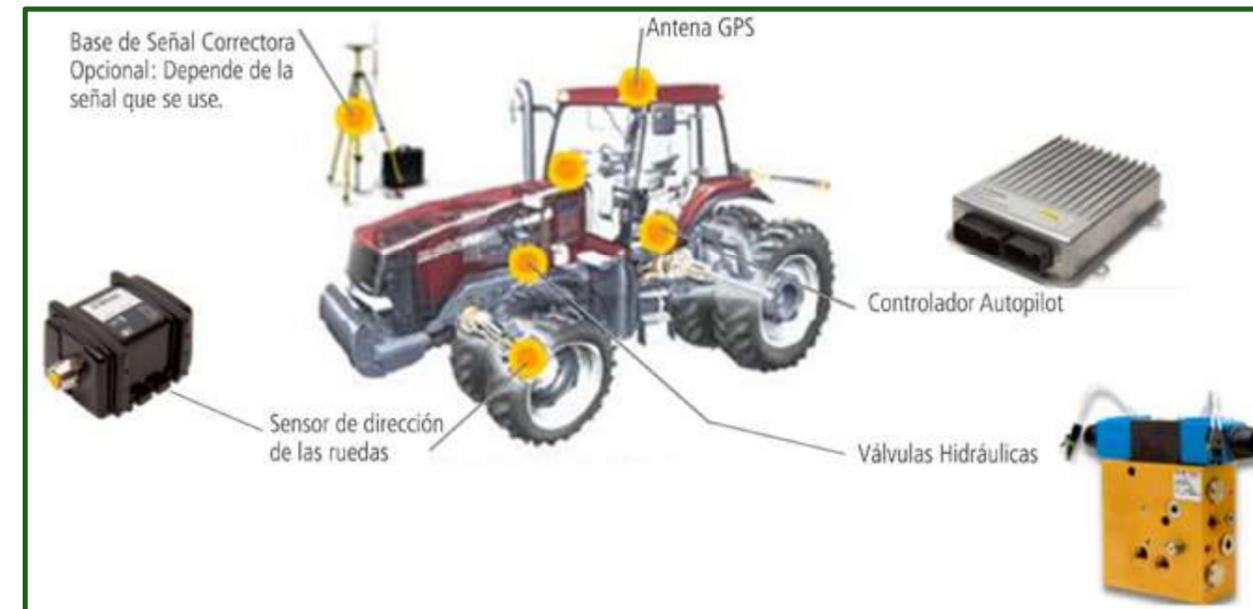


Figura 6-31 Componentes de Pilotos Automáticos hidráulicos

Si el auto-guía no está activado, el mando sobre las electroválvulas está dado por el volante en lugar de por el controlador (Figura 6-31).

A su vez, la precisión con que opere el piloto automático, va a depender de que la señal correctora esté trabajando en el equipo.

En segadoras autopropulsadas es común que se trabaje solo con corrección satelital, con la cual se puede operar con un error de entre  $\pm 35$  cm y  $\pm 10$  cm, pero hay una creciente demanda de equipos corregidos con base RTK con la que se logra una precisión de entre  $\pm 2,5$  cm a  $\pm 5$  cm.

Una novedad es la incorporación de pilotos automáticos en segadoras de arrastre de tiro central (Figura 6-32).

### Calidad de corte

La calidad de corte, está determinada por dos factores:

- La velocidad de las cuchillas.
- La calidad del filo de las cuchillas.

La velocidad de las cuchillas va a ser determinada por la potencia del tractor y el volumen del forraje a cortar. La barra de corte de una segadora a discos trabaja normalmente a 3.000 rpm.

Teniendo en cuenta en las zonas que se trabaje, la velocidad de avance esperada y la densidad del material a cortar, será el dimensionamiento del tractor necesario para el corte.

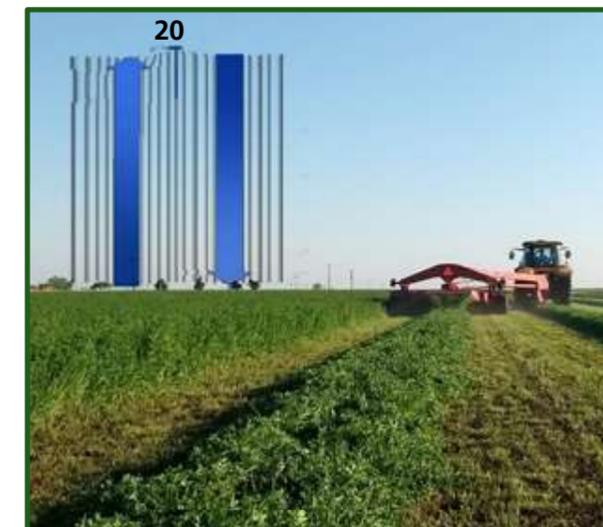


Figura 6-32 Segadoras de arrastre de tiro central equipada con piloto automático.

Por lo general es conveniente tener levemente sobredimensionados los tractores para no sufrir el problema de que en una época del año con gran densidad de volumen, las cuchillas pierdan velocidad por falta de potencia en la toma de fuerza, afectando la calidad del corte y por consiguiente la velocidad del rebrote, con la merma en la producción de MS de la pastura.

El filo de las cuchillas es fundamental, para reducir el esfuerzo de corte, con ahorro en el consumo de potencia y combustible, además de cuidar la prolijidad en el trabajo.

Cuando se produce desgarramiento de los tallos, también existe rotura de pared celular y las plantas necesitan cicatrizar para luego comenzar a rebrotar.

La demora en el inicio de producción de MS, puede llegar a ocasionar la pérdida de hasta un corte al año, con las consiguientes pérdidas económicas.

### 3. Por qué las segadoras acondicionadoras son más rentables que las hélices?

La tecnología de las segadoras acondicionadoras llegó a Argentina en la segunda mitad de la década del '90 y desde entonces son muchos los estudios realizados sobre la conveniencia de aplicación, las ventajas agronómicas y la amortización de estos equipos. Sin embargo, hasta el momento no se habían logrado conclusiones claras y contundentes sobre la utilización de esta tecnología.

Debido a esto, el INTA junto a asesores privados, llevó a cabo un ensayo comparativo de ambas tecnologías de corte, tomando como base tres hipótesis fundamentales. La primera sostiene que el sistema de corte a discos con cuchillas cortas de las segadoras acondicionadoras permite una mayor velocidad de impacto contra la pastura, lo que genera un corte neto de los tallos y, consecuentemente, un acelerado en la velocidad de rebrote, lo que repercute en el incremento de la producción de MS/ha.

La otra presunción analizada, es que la barra de corte (compuesta de platos con cuchillas cortas), produce un mínimo repicado, contrario al de las hélices que poseen un diseño de dos grandes rotores con cuchillas largas (que al girar hacia adentro y en sentido contrario hacen que las cuchillas tomen contacto en más de una ocasión con el forraje). De esta manera, "el repicado de la hélice" deja el material con trozos cortos de tallos y gran canti-

dad de hojas sueltas que se convierten en pérdidas por la imposibilidad de ser recolectado por la rotoenfardadora, enfardadora o megafenadora.

Y por último, la hipótesis restante, establece que las bandejas de corte de bajo perfil de las segadoras generan un flujo de forraje que permite el uso de los acondicionadores mecánicos, los cuales incrementan la velocidad de secado del material por dejar abiertas nuevas vías de escape para la salida del agua.

De este modo se acelera la pérdida de humedad de las pasturas tratadas, bajando la tasa de respiración y acumulando mayor cantidad de nutrientes solubles, lo que se traduce en la disminución de Fibra de detergente Ácido (FDA) y Fibra de detergente Neutro (FDN), con un incremento del valor nutricional de los forrajes.

De esta manera sería simple pensar en la conveniencia del uso de cortadoras acondicionadoras, en el logro de forrajes conservados con menos FDN (que es la celulosa, la hemicelulosa y lignina presente en el material vegetal), más digestibilidad y mayor cantidad de Energía Metabolizable (EM) para producción de leche o de carne.

El principal objetivo de esta prueba a campo fue transformar estas hipótesis, que hasta ahora son consideradas como mitos o supuestos en la producción del heno sin conclusiones valederas, en ventajas probadas que muestren los beneficios de la adopción de segadoras con acondicionador versus la hélice.

El ensayo logró demostrar que las tres hipótesis planteadas son tres beneficios reales y concretos que otorga el corte con segadoras con acondicionador, respecto al de hélices. A partir de un mayor rebrote, menores pérdidas por repicado y una mayor calidad del material a recolectar se dispone de más Kg de proteína bruta y megacalorías de energía metabolizable por ha.

Esta prueba a campo fue realizada en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Manfredi, sobre un lote de alfalfa sembrada bajo sistema de siembra directa en mayo de 2014, con una mezcla de variedades grupo 8. Para la prueba se utilizaron una cortadora desmalezadora tipo hélice y una segadora de arrastre con acondicionador, ambas de 2,8 m de ancho de trabajo y con el filo de las cuchillas en perfecto estado.

La prueba a campo se realizó durante los 5 cortes efectuados a la pastura en su primer año de producción y en cada fecha de corte se evaluó el rendimiento acumulado de la pastura, las pérdidas por

repicado, las pérdidas por respiración post-corte y las pérdidas de nutrientes totales, las dos últimas tomando muestras que se enviaron al Laboratorio

de Calidad de Forrajes de la Estación Experimental Agropecuaria INTA Manfredi (Figura 6-33).



Figura 6-33 Diseño del ensayo realizado en INTA Manfredi

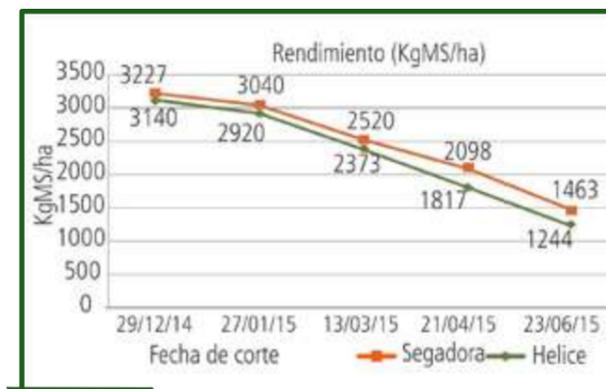


Figura 6-34 Curvas de rendimiento (kg MS/ha) en las distintas fechas de corte que se produjo en las parcelas donde trabajaron cada una de las máquinas.



### 3.1 Efecto Rebrote

En primer lugar, al trabajar sobre la primera hipótesis se llega a la conclusión de que la segadora realiza un corte prolijo con mínimo deshilachado de los tallos, eso favorece el rebrote y la producción de forraje a lo largo del año con un incremento del 8 % de la productividad de la pastura de alfalfa, otorgando una producción extra anual de 852 kg MS/ha (Figura 6-34).

En el gráfico se puede ver la variación en el rendimiento de la pastura por efecto de la época del año y del efecto sobre el rebrote de cada sistema de corte empleado, con valores de rendimiento siempre superiores para las parcelas cortadas con segadora.

A esta ventaja hay que sumarle el menor costo de reposición que presentan las cuchillas de las segadoras, que son reversibles y pequeñas (facilidad de recambio), lo que posibilita trabajar permanentemente con un corte neto.

### 3.2 Efecto Repicado

Respecto del segundo supuesto, sobre el repicado que ocasiona el trabajo de corte, se debe manifestar que las segadoras logran un corte de forraje con mínimas pérdidas por repicado, dado que disminuye en un 62 % los trozos de tallos y hojas sueltas menores a 6 cm, que quedan tirados en el lote y que no serán tomados por el recolector de la roto o megaenfardadora.

La hélice, a lo largo de los 5 cortes evaluados, dejó 1.487 kg MS/ha tirados en el piso, mientras que la segadora solo perdió 568 kgMS/ha (Figura 6-35).

Observando el gráfico debe aclararse que durante el corte del 21 de abril de 2015 se observa un incremento importante de las pérdidas por efecto del estado sanitario de las plantas (gran incidencia de mancha amarilla), con alta susceptibilidad a la caída de las hojas (Figura 6-36).

Sumando estos dos primeros beneficios, se obtuvo a lo largo de la campaña, una diferencia de MS total cosechable de 1.772 Kg MS como resultado de los efectos acumulados de rebrote y de pérdidas por repicado bajo cada sistema de corte.

### 3.3 Efecto Acondicionador

Respecto a las conclusiones logradas en base a la tercera hipótesis planteada se debe mencionar que mediante el quebrado y aplastado de los tallos, los

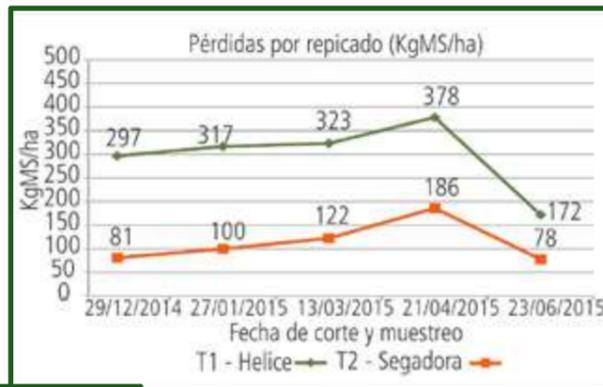


Figura 6-35 Curvas de pérdidas por repicado de cada una de las máquinas en las distintas fechas de corte



Figura 6-36 Curvas de la diferencia acumulada en el rendimiento de la pastura, teniendo en cuenta las pérdidas por repicado y por la disminución en el rendimiento.

acondicionadores generan vías de escape al agua contenida en ellos, lo que permite disminuir el lapso de tiempo que transcurre desde el corte hasta que la humedad llegue al 50 %, momento en que la planta continúa respirando y consumiendo azúcares que afectan la calidad final del forraje.

Queda demostrado en este ensayo que cuando se trabajó con una segadora con acondicionador, la pastura de alfalfa lista para henificar poseía un 23.48 % de PB y 2.6 Mcal kg MS, respecto a la pastura cortada con una segadora, donde la calidad promedio fue de 21.93 % PB y 2.5 Mcal kgMS.

Los gráficos que se presentan a continuación muestran un resumen de proteína bruta y las megacalorías de energía metabolizable por ha de la que se dispone al cortar la pastura con ambos sistemas (Figura 6-37 y 6-38).

### 3.4 El dato inédito: ¿Cuánta mayor productividad se logra con las cortadoras-acondicionadoras?

Al considerarse la sumatoria de los efectos de rebrote, repicado y acondicionador, se pudo determinar la diferencia total de nutrientes listos para

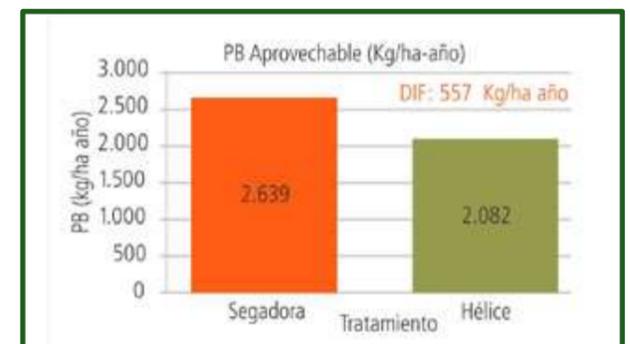


Figura 6-37 Proteína Bruta acumulada a lo largo de la campaña. DIF: 557 Kg/ha año

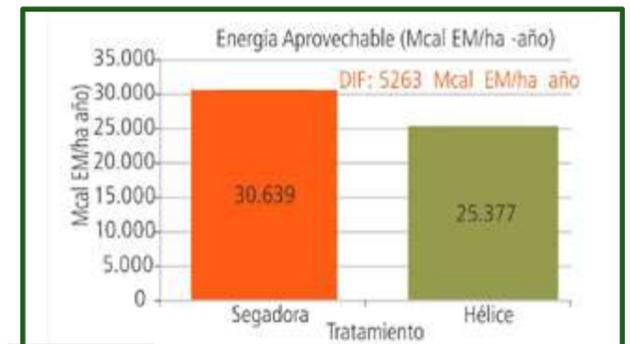


Figura 6-38 Mcal de Energía Metabolizable acumulada a lo largo de todos los cortes de la campaña. DIF: 5263 Mcal EM/ha año



Figura 6-39 La mayor productividad de la pastura se puede traducir en 283 kg de carne ó 1425 litros de leche/ha año.

ser henificados bajo cada sistema de corte evaluado. Los gráficos que se presentan a continuación muestran el acumulado de proteína bruta y las megacalorías de energía metabolizable por ha, que se obtuvieron al cortar la pastura con cada sistema de corte durante los cinco cortes evaluados.

La diferencia global de nutrientes cosechables bajo sistema de corte tipo segadora con acondicionador, respecto a los cosechables a partir de un sistema de corte tipo hélice, a lo largo de los cinco cortes, arrojó una diferencia global acumulada de 557 kg PB y 5.263 Mcal EM/ha, listos para ser henificados. Este diferencial de energía cosechable equivale a 283 kg de carne ó 1425 litros de leche.

A estos beneficios demostrados en esta prueba a campo, hay que sumarle la eficiencia de copiado de terreno que presentan las segadoras, lo que brinda uniformidad en la altura de corte y evita el daño a los meristemas de rebrote; y la capacidad para conformar andanas uniformes y menos densas por la facilidad de regulación de los faldones traseros, lo que mejora el secado.

A partir de esta prueba a campo, queda demostrado en forma clara y concreta los beneficios del uso de segadora y se logra aclarar que la falta de adopción de esta tecnología en las últimas décadas ha sido por un problema financiero (dada la diferencia que existe en el costo de adquisición de cada una de las máquinas) y no económico, dado que esa diferencia es amortizada en poco tiempo.

### Ventajas de las cortadoras de discos con acondicionador mecánico

- Gran capacidad y excelente calidad de trabajo
- Corte prolijo con mínimo deshilachado de los tallos por un fácil recambio de las cuchillas, fa-



**Figura 6-39** Acondicionador mecánico: es importante acortar el tiempo de respiración debido a que se trata de un proceso de oxidación perjudicial.

voreciendo el rebrote y la producción de forraje a lo largo del año.

- Corte del forraje con **mínimo repicado**. (no hay pérdida de material).
- **Eficiente copiado del terreno**, lo que brinda uniformidad en la altura de corte y evita el daño a los meristemas de rebrote.
- **Eficiente trabajo del acondicionador** mecánico a rodillos o dedos por recibir el material en forma pareja y uniforme.
- Conformación de **andanas uniformes y menos densas** por la facilidad de regulación de los faldones traseros, mejorando el secado.
- **Menor costo de reposición** de las cuchillas, las que son reversibles y pequeñas y facilidad de recambio de todas sus partes.

Es importante acortar este tiempo de respiración debido a que se trata de un proceso de oxidación, en donde se consumen los azúcares simples que luego no estarán disponibles para el animal.

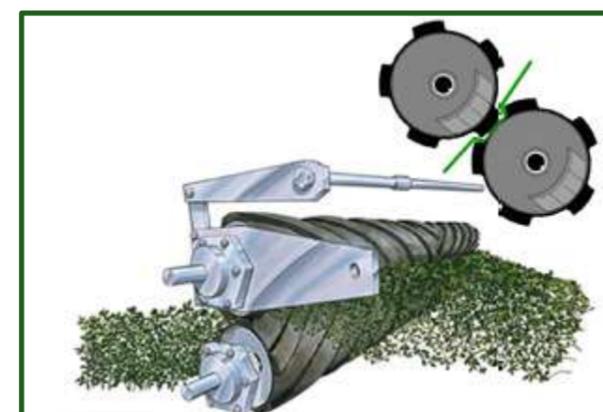
Se debe recordar que las pérdidas de MS, debido a respiración, están íntimamente relacionadas con la temperatura ambiente y la humedad del forraje. A mayor temperatura y humedad, mayor será la tasa de respiración y, por consiguiente, de pérdida de MS durante el tiempo que el forraje permanece cortado en el campo. Por lo tanto es de vital importancia que el material "se seque" en el menor tiempo posible, evitando pérdidas de calidad.

#### 4.1 Acondicionado mecánico

Consiste en el quebrado de los tallos con el objetivo de generar la apertura de vías de escape para el agua que se encuentra contenida dentro de los tejidos de las plantas, igualando la velocidad de secado de los tallos con el de las hojas.

Esto hace que el agua se evapore rápidamente reduciendo el tiempo de respiración del forraje, dando como resultado un forraje con mayor concentración de nutrientes y por lo tanto mayor valor nutritivo, mayor potencial de producción y menor costo relativo, por kg de carne o litro de leche producido.

A su vez, cuando se acondiciona el forraje, este se seca a una tasa superior a la normal, minimizando el riesgo de que el mismo se moje por la ocu-



**Figura 6-40** Los acondicionadores mecánicos actúan abriendo vías de escape al agua que se encuentra dentro de los tallos, igualando la velocidad de secado de estos con las de las hojas.



**Figura 6-41** Fotosíntesis y respiración después del corte. Los acondicionadores mecánicos actúan abriendo vías de escape al agua que se encuentra dentro de los tallos, igualando la velocidad de secado de estos con las de las hojas.

**Tabla 6-1** Pérdida de humedad 1er. día

Máquina	Ensayo 1	Ensayo 2
Hélice sin Acondicionador	10 puntos	30 puntos
Disco con Acondicionador	15 puntos	45 puntos

**Tabla 6-2** Tiempo de secado

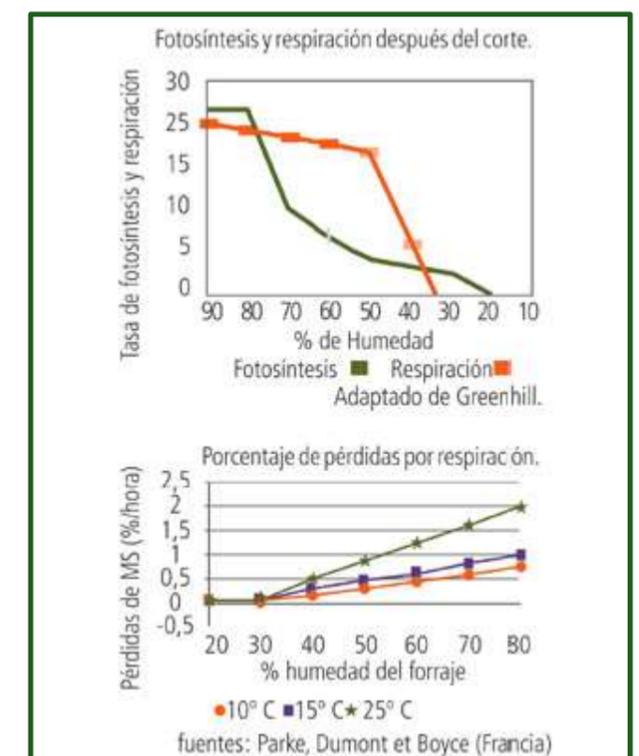
Máquina	Ensayo 1	Ensayo 2
Hélice sin Acondicionador	84 horas	37 horas
Discos con Acondicionador	48 horas	28 horas
Diferencia	36 horas	9 horas

rrencia de lluvias. El problema de que el forraje se moje después de cortado, radica en el lavado de nutrientes y las pérdidas de vitaminas y carotenos de las hojas que arrastra el agua, en su paso a través de los tejidos de la planta.

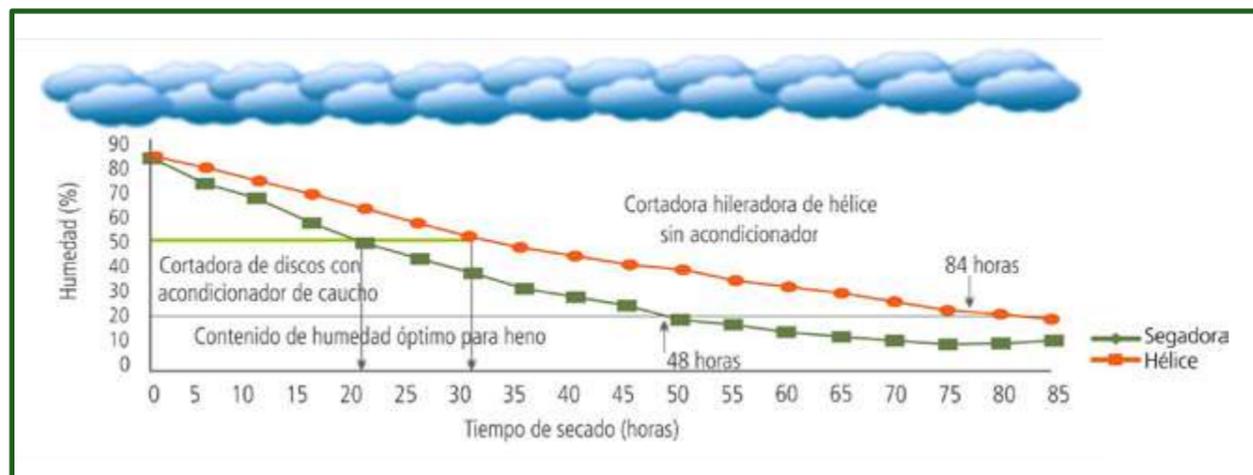
*Ante pronósticos con altas probabilidades de lluvia, siempre es preferible retrasar el corte antes que realizarlo y que el forraje se moje después de cortado.*

Con la finalidad de medir el efecto del acondicionado sobre las pérdidas de humedad de la alfalfa para heno, los técnicos Luis Romero, Oscar Bruno y Juan Giordano del INTA Rafaela, realizaron dos ensayos durante el mes de enero de 1995 en el marco del Proyecto INTA PROPEFO, utilizando en forma simultánea una cortahileradora tipo hélice de dos rotores y mando cardánico sin acondicionador, versus una cortadora de discos con acondicionador (por rodillos de caucho). El trabajo de corte fue realizado en forma simultánea con las dos máquinas, a una altura de corte de 6 cm y una velocidad de avance de 8 km/h.

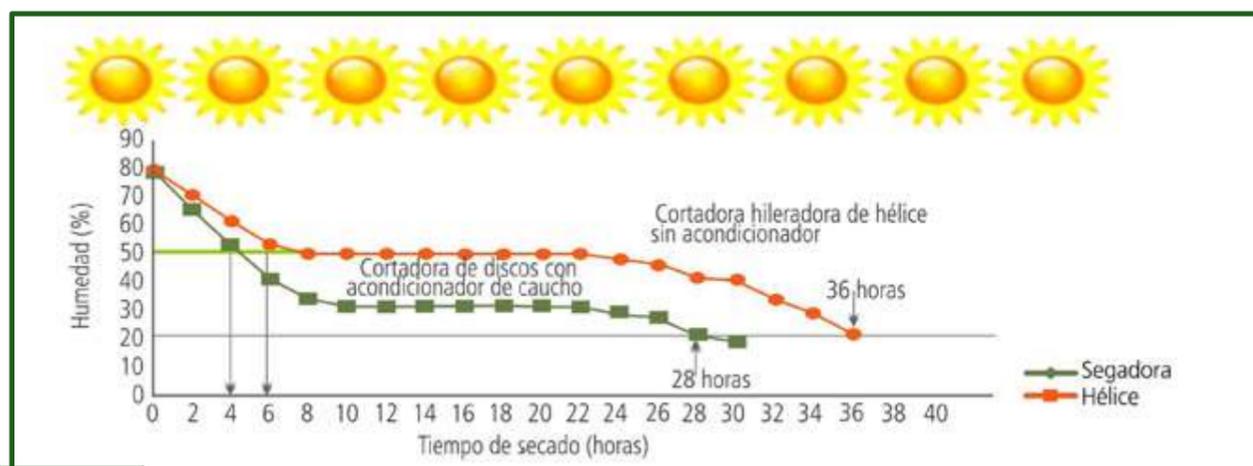
La particularidad de la prueba es que se realizó en dos oportunidades, una en días nublados con alta humedad relativa y baja heliofanía y otro en condiciones de mayor radiación y menor humedad relativa. La temperatura media diaria y la velocidad del viento fueron similares para ambos tra-



**Figura 6-42** Porcentaje de pérdidas por respiración.



**Figura 6-43** Ensayo 1: Heliofanía relativa primer día de corte: 4,2 h (normal 13,9 h) humedad relativa promedio durante las primera 8 h de corte: 72,1 %



**Figura 6-44** Ensayo 2: Heliofanía relativa primer día de corte: 11,9 h (normal 13,9 h) humedad relativa promedio durante las primera 8 h de corte: 52,5 %.

tamientos (Figuras 6-43 y 6-44). Lo contundente de estas pruebas es que si bien en los dos casos existen diferencias en la tasa de secado entre ambos tratamientos, siempre fue mayor en la alfalfa acondicionada.

En la Tabla 6-1, se presenta la pérdida de humedad ocurrida durante el primer día en cada uno de los ensayos.

En la Tabla 6-2, se observa la cantidad de horas necesarias para alcanzar el 20 % de humedad, momento de inicio de la confección del heno.

Estos resultados son coincidentes con ensayos realizados en otros países, solo que por primera vez se comparó una cortahileradora tipo hélice versus una de discos, con acondicionador con rodillos de caucho, en nuestras condiciones: "pastura, clima y maquinaria".

Si volvemos sobre el gráfico de Parke Dumont et Boyce (Figura 6-42), vemos que las pérdidas con

forraje al 40 % de humedad y altas temperaturas pueden ser de hasta el 1 % por cada día que el forraje permanece tirado en el campo, mientras que cuando se estabiliza el forraje con el 30 % de humedad, las pérdidas son casi nulas.

Un forraje cortado sin acondicionador perderá por lo menos un 12 % más de nutrientes de altísima digestibilidad, respecto de un forraje que se cortó y acondicionó debidamente. Los datos ponen de manifiesto el efecto positivo del uso de acondicionadores de forrajes para obtener heno de alfalfa de calidad.

#### 4.2 Ventajas del uso de los acondicionadores

- Reducción del tiempo de secado del forraje.
- Secado uniforme de tallos y hojas.
- Disminución del riesgo climático.
- Facilidad de compactación del material por parte de las rotoenfardadoras.

En el mercado existen dos tipos de acondicionadores, los cuales se adaptan con mayor o menor eficiencia, de acuerdo al tipo, estructura y porte del forraje que se vaya a cortar.

Estos acondicionadores son los llamados:

- Acondicionadores de rodillos
- Acondicionadores de dedos o mayales

#### 4.3 Acondicionadores de rodillos

Este tipo de acondicionadores produce un quebrado (no cortado) y aplastado, principalmente de los tallos, y también de las hojas (dependiendo de la regulación del mismo), mediante el cual se abre

una vía de escape al agua que está contenida dentro de los tejidos de la planta.

El acondicionado se logra al hacer pasar el forraje entre los dos rodillos, que giran en sentido contrario y a una velocidad muy superior al flujo de entrada del forraje, por lo que es prácticamente imposible sufrir problemas de atascamiento aún con plantas de gran porte como los sorgos forrajeros o pasto elefante (Figura 6-48). Estos rodillos pueden ser de caucho, metal, o mixtos, goma y metal.

Son aconsejados para trabajar con leguminosas o gramíneas de tallos suculentos, susceptibles de ser aplastados o quebrados, como la moha, el sorgo y todas las pasturas megatérmicas.



**Figura 6-45** Acondicionadores de rodillos metálicos. La presión ejercida por los rodillos (intensidad) es variable y su ajuste se realiza mediante un tornillo que los acerca o aleja, dependiendo del volumen del material cortado y la velocidad de avance.



**Figura 6-46** Acondicionadores de rodillos de goma tipo chevron.



**Figura 6-47** Acondicionadores de dedos o mayales (Son recomendados para el trabajo con gramíneas que poseen tallos finos, los cuales trabajan lacerando los tallos y hojas mediante un raspado del forraje. Son muy agresivos para el trabajo en alfalfa).

Esta recomendación de uso también tienen que ver con el porte de las plantas, ya que cuando las plantas superan una altura de 1,3 - 1,4 m estos son los acondicionadores que deberán usarse independientemente de las características de la planta, por las causas que se expresarán más adelante (Figura 6-49).



**Figura 6-48** Esquema de trabajo de un sistema de acondicionamiento mediante rodillos.



**Figura 6-49** Rodillos acondicionadores de caucho.

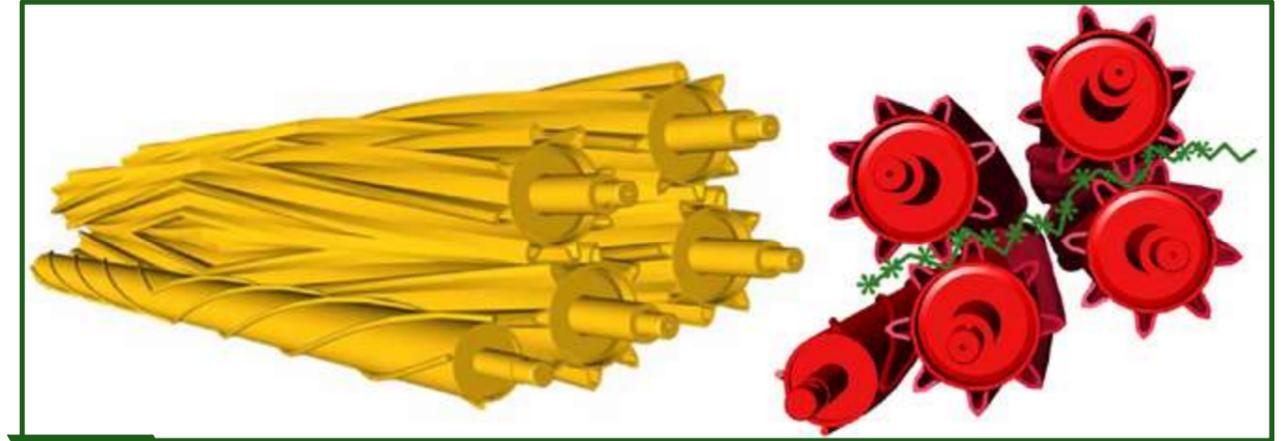
La frecuencia de aplastado y quebrado de los tallos depende directamente del diseño que tienen los rodillos, siendo conveniente la elección de los que tengan la mayor cantidad de muescas en sus diseños, para que apliquen la mayor cantidad de heridas a la planta logrando una mayor cantidad de vías de escape al agua.

Esto se hace porque de acuerdo a la tabla mostrada en la sección de momento de corte, en la última fase del secado, se debe vencer la presión osmótica y la tendencia del forraje a retener el agua que contienen sus tejidos, siendo lo más conveniente realizar heridas lo más cercanas posible (se habla de 5 cm), para acelerar la pérdida de humedad de los tallos (Figura 6-50).

Con el objetivo de incrementar la frecuencia de quebrado, nuevos modelos de segadoras autopropulsadas, con ancho de corte de 4,90 m, han incor-



**Figura 6-50** Detalle del diseño de los tacos de un rodillo acondicionador.



**Figura 6-51** Sistema de doble rodillo incorporados a segadoras de gran ancho de labor, que obliga a que el material sufra un doble acondicionamiento.

porado un sistema de doble rodillo, que obliga a que el material sufra un doble acondicionamiento.

Este sistema de funcionamiento, denominado por los equipos Heston como TwinMax, consiste en que el material que es cortado por la barra de corte fluya hacia atrás, para ser tomado por un rodillo de reducción de turbulencia, el cual alimenta el primer juego de rodillos de acero, donde el material es acondicionado cada dos o tres pulgadas.

A medida que el cultivo abandona el primer conjunto de rolos, alimenta directamente al segundo conjunto, donde la pastura se pliega de la misma manera otra vez, lo que permite generar "vías de escape" del material (de dos pulgadas cada una).

La regulación de la presión se realiza con cuatro cilindros hidráulicos que se encargan de mantener la presión igual y constante sobre el acondicionador (Figura 6-51).

La presión ejercida por los rodillos (intensidad de acondicionamiento), es variable y su ajuste se realiza mediante un registro que los acerca o aleja depen-



**Figura 6-52** Manivela de ajuste de la presión del rolo de acondicionamiento, aplica una fuerza consistente para acondicionar el cultivo.

diendo del tipo de forraje, el volumen del material cortado y la velocidad de avance de la máquina (Figura 6-52 y 6-53).

Se debe tener en cuenta que la velocidad de giro de los rodillos es constante, independientemente de la velocidad de avance de la máquina, que siempre es muy superior a la necesaria aún con altísimas velocidades de trabajo, respondiendo a cualquier condición de campo.

La velocidad tangencial de los rodillos debe ser siempre tres o cuatro veces mayor a la velocidad de avance de la máquina, con lo que se logra una succión del forraje evitando atoramiento o el repicado del mismo por caídas sobre las cuchillas.

Una ventaja adicional de este tipo de acondicionadores, es que se puede diferenciar la presión de acondicionamiento de los tallos y las hojas.

Mediante el acercamiento de los rodillos se va a ejercer, primero un acondicionamiento sobre los tallos y luego (si se ajusta aún más la regulación) se acondicionarán las hojas.



**Figura 6-53** Tornillo simple en cada lado del rodillo, que permite ajustar la separación debida al desgaste normal.

La ventaja de acondicionar solo los tallos, radica en que las hojas no se tornarán quebradizas, se iguala mucho más la velocidad de secado de ambas porciones de la planta y el heno confeccionado va a tener mayor porcentaje de hojas, con las ventajas que esto significa (Figura 6-54).

También preserva la vida útil de la máquina, al regular correctamente la presión de los rodillos acondicionadores, generando una menor tasa de reparación y mantenimiento de las mismas resultando en un menor costo de producción del heno.

Se debe destacar que esta característica de regulación, toma vital importancia en las pasturas megatérmicas, que se desarrollan en las zonas tropicales y subtropicales, que además de tener tallos muy carnosos y algunas veces duros, están expuestas a altas temperaturas durante el secado y allí toma vital importancia la preservación de las hojas y el secado acelerado de los tallos, dados los déficit proteicos que se sufren en esas zonas de producción. Finalmente diremos que al mismo tiempo que se corte y acondiciona, el forraje es expulsado por la parte trasera de la máquina a una velocidad muy superior a la del avance, con lo que se logra una andana suelta y aireada acelerando el secado.

#### 4.4 Acondicionadora a dedos o martillos

Los acondicionadores de dedos trabajan lacerando los tallos y hojas de las plantas lo que se consigue "raspando el forraje", mediante varias filas de

dedos montados sobre un rotor y el efecto de un peine, chapa o freno, que permite regular la intensidad de acondicionado, mediante una variación de su inclinación o bien modificando la velocidad de giro del rotor (Figura 6-55).

En algunos modelos, la forma de los dedos del contra peine ha cambiado de recta a "Y" invertida, con lo que otra forma de regular la intensidad de acondicionado es poner la parte más angosta hacia abajo, si se quiere una mayor intensidad de acondicionado y la parte más ancha si se desea que el trabajo sea menos agresivo.

Estos son recomendados para el trabajo con gramíneas que posean tallos finos, como Rye Grass y cebadilla y pasturas como el Kikuyo (*Brachiaria Clandestinum*) que se desarrolla en las zonas altas y templadas de latitudes tropicales o subtropicales.



Figura 6-55 Esquema de trabajo de un acondicionador de dedos o impeller.



Figura 6-54 muestra el estado de plantas acondicionadas y sin acondicionar.

Se debe tener especial cuidado de no utilizar este tipo de acondicionadores en pasturas de tallos succulentos o en pasturas que tienen un porte superior a 1,2 - 1,3 m. Esto se debe a que si los tallos son carnosos, por más que se saque la cutícula de los mismos, la velocidad de secado no se verá sustancialmente modificada.

Cuando se lacera la superficie de tallos y hojas siempre habrá un diferencial de velocidad en la tasa de secado de ambas porciones de la planta, lo cual no es muy conveniente.

Con respecto al porte de la planta, cuando estas son mayores a la altura especificada (1,2 - 1,3 m), se empieza a ver un triturado del forraje, por un doble impacto de los dedos acondicionadores que producen la sección de algunas partes de la planta, principalmente hojas con la consiguiente pérdida de material de altísima calidad (Figura 6-56).



Figura 6-56 Se puede observar el efecto de triturado de forraje en la hilera de un corte y acondicionado (con dedos), realizado en un lote de pasto Tanzania.

Otros de los efectos que se pueden apreciar fácilmente, es el alto requerimiento de potencia, cuando se utilizan estos acondicionadores, en pasturas que no son las correctas para su uso.

**NOTA: Cabe destacar que si se trabaja con pastura consociada, en las que intervienen gramíneas y leguminosas, siempre se deben utilizar acondicionadores de rodillos, debido a que éstas últimas son mucho más susceptibles a la pérdida de hojas.**

Puede ser conveniente citar que en el año 1985 en la University of Wisconsin, Koegel y colaboradores condujeron un ensayo en donde se midieron las pérdidas de un corte de alfalfa luego del rastrillado, arrojando como resultado una pérdida mayor en la pastura acondicionada con dedo o martillo tal como lo muestra la tabla 6-3.

Tabla 6-3 Pérdidas en alfalfa según tipo de acondicionador utilizado.

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