

HENO DE CALIDAD

Ings. Agrs. Mario Bragachini (ed. resp.), Pablo Cattani, Edgard Ramírez, Silvana Ruiz, Enrique Ustarroz, Luis Pozzo, Javier Granda y Lic. Luis Bonetto . 1995.
Cuaderno de Actualización Técnica N° 1, INTA PROPEFO, 9-66; 80-83.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Reservas: Henos](#)

HENIFICACIÓN

POR QUÉ HABLAR DE FORRAJE CONSERVADO

Uno de los fundamentos principales por lo que se confeccionaban las reservas forrajeras, era el de transferir los excedentes primavero-otoñales de producción de pasturas, hacia otras épocas del año donde la oferta es menor. Esto permitía cubrir los baches forrajeros de verano e invierno para mantener una carga animal promedio constante a lo largo del tiempo (Fig. 1).

Figura 1: Oferta forrajera a lo largo del año



El concepto ha cambiado, y en la actualidad se debe hablar de forrajes conservados, ya que participan en la dieta del animal en forma cotidiana y en proporciones variables y no sólo para cubrir los períodos de déficit.

Obtener alta calidad en cualquier sistema de conservación de forraje que se utilice (heno, henolaje y silaje), permitirá intensificar la ganadería, logrando mayor producción individual de carne o leche por unidad de superficie o un aumento considerable en la carga animal.

¿QUE ES LA HENIFICACIÓN?

La henificación es un método de conservación de forraje seco producida por una rápida evaporación del agua contenida en los tejidos de la planta. Comienza a confeccionarse con una humedad próxima al 20%, y se estabiliza alrededor del 15% durante el almacenaje. Tanto la cantidad como la calidad del heno, estarán determinadas por la pastura que le de origen. El correcto manejo desde que se inicia la confección del heno, hasta que se lo suministra a los animales, ayuda a minimizar las pérdidas. **La calidad del forraje conservado nunca será superior al material que le dio origen.**

Por esta razón es imprescindible partir de una pastura de calidad, para lo cual antes de decidir el destino del forraje, se deben tener en cuenta los siguientes conceptos :

1º- COMPOSICIÓN DE LA PASTURA

En el caso que la pastura esté integrada por varias especies, la calidad estará asociada a las propiedades de cada uno de sus componentes.

El primer dato a evaluar es la proporción de cada una de las especies participantes, teniendo en cuenta no sólo la cobertura (superficie) sino también la disponibilidad (volumen de pasto).

Para lograr la mayor cantidad de materia seca de alta calidad, se debe priorizar al momento de corte las especies predominantes.

Por ejemplo, si se cuenta con una pastura compuesta por un 80% de alfalfa y 20% de raigrás, se deberá cortar cuando la leguminosa esté en su momento óptimo.

Otro punto a tener en cuenta es el momento de inicio de confección del heno (al 20% de humedad), ya que se debe “esperar” a la especie que demore más tiempo en secarse para evitar el riesgo de enmohecimiento o ardido de los rollos confeccionados como así también la presencia de malezas.

2º- MALEZAS

Resulta de suma importancia controlar la presencia de malezas en los lotes destinados a la confección de heno, debido a que éstas disminuyen los rendimientos y la longevidad de las pasturas, ya que compiten por agua, luz y nutrientes, además de dificultar el corte y provocar una frecuente rotura de los equipos.

Las especies de tallos gruesos y lignificados, **no permiten un eficiente acondicionamiento mecánico** y producen un desgaste prematuro del filo de las cuchillas con la consiguiente pérdida de calidad del corte.

Durante el secado, las malezas agregan humedad a las andanas, demoran el proceso de recolección y disminuyen la calidad del forraje debido a su escasa digestibilidad y baja palatabilidad, pudiendo en algunos casos producir toxicidad al ganado.

Por cada kilogramo de maleza se pierde por lo menos un kilogramo de forraje de alta calidad. Es muy importante controlar las malezas en tiempo y forma.

3º- SANIDAD

Se debe tener en cuenta que las enfermedades y plagas afectan principalmente a las hojas, disminuyendo la capacidad fotosintética de las plantas, la persistencia de las pasturas, la velocidad de rebrote y por consiguiente la calidad del heno.

La importancia de cuidar las hojas, radica en que en ellas se encuentra del **60% al 70% de los nutrientes** y que es la parte de la planta de mayor digestibilidad.

Cuando hay caída de hojas, el valor nutritivo del forraje disminuye en un porcentaje mucho más elevado que el de la pérdida de materia seca.

Para henos de buena y mala calidad, el costo de confección es el mismo, por lo tanto siempre resultará más económico lograr un kilo de materia seca digestible a partir de forrajes de alta calidad.

4º- DENSIDAD DE PLANTAS

El lote que se destine a corte debe presentar un buen estand de plantas que permita lograr alta capacidad de trabajo y una rápida amortización de los equipos, debido a la elevada cantidad de rollos o fardos que se obtendrán por ha.

Tampoco se deben descuidar las condiciones del terreno, como por ejemplo los micro-relieves, ya que estos ocasionarán dificultades en los sistemas de copiado, produciéndose el impacto de las cuchillas con el suelo, con las consiguientes roturas, desafilado prematuro, disminución del estand de plantas y aporte de tierra a las andanas.

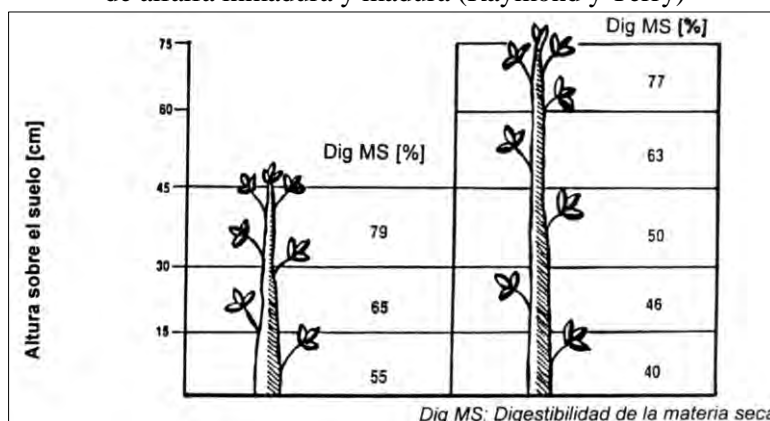
5º- ESTADIO FENOLÓGICO DE LA PASTURA

El estadio fenológico es cada una de las etapas por las que atraviesa la planta a lo largo de su vida.

El momento óptimo de confección de los rollos depende exclusivamente de cada cultivo y no es común a todas las especies.

Por lo tanto si se pretende lograr mayor calidad de heno, se debe cosechar el pasto en un estadio fenológico anticipado, mientras que si el objetivo es obtener cantidad, el corte podrá realizarse en un estado de madurez más avanzado.

Figura 2: Digestibilidad de la materia seca de diferentes fracciones de los tallos de alfalfa inmadura y madura (Raymond y Terry)



En la figura 2 se observan las diferencias de calidad de las distintas porciones de la planta. Los momentos de corte específicos para cada pastura serán detallados más adelante.

6º- ESTRUCTURA DE LA PLANTA

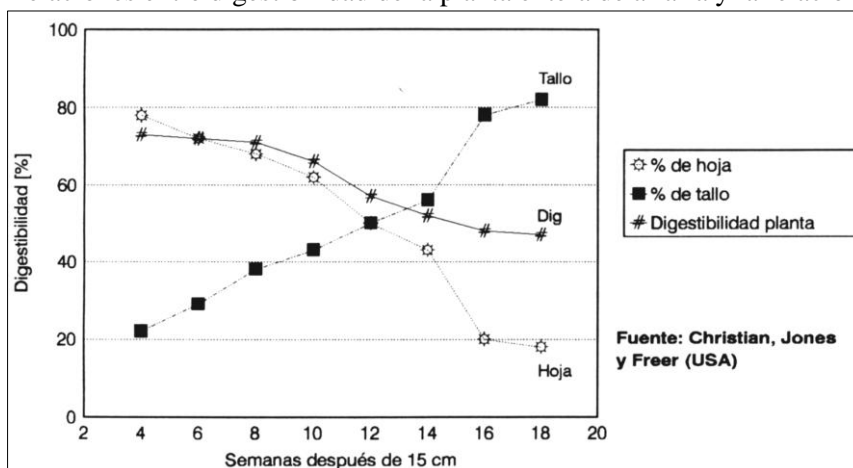
Es sabido que la planta está constituida básicamente por tallos y hojas y a medida que avanza en su madurez, aumenta la proporción de tallos y disminuye la de hojas en detrimento de la digestibilidad, del consumo y por consiguiente del valor nutritivo del forraje.

Por tal motivo se destaca el papel fundamental de las hojas, ya que son la parte de la planta que sufre menos cambios en su composición química a lo largo del tiempo.

Para evaluar con que intensidad la relación hoja/tallo modifica la calidad, se deben recordar dos principios básicos, que determinan las causas por las que conviene conservar las hojas y no los tallos:

- ◆ La calidad de las hojas es mayor que la de los tallos.
- ◆ Las hojas mantienen la calidad por más tiempo que los tallos (figura 3).

Figura 3: Relaciones entre digestibilidad de la planta entera de alfalfa y la relación hoja/tallo



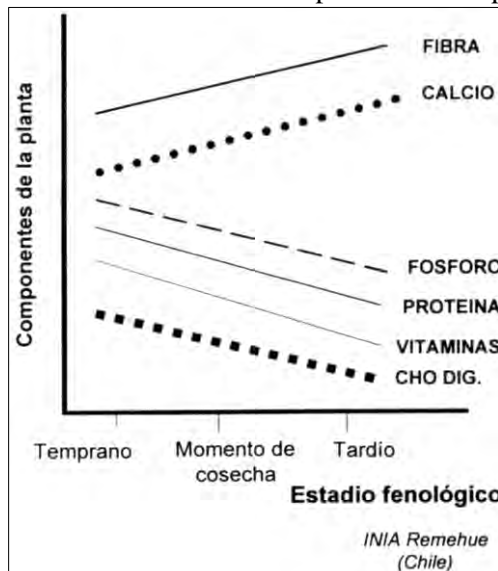
MOMENTO OPTIMO DE CORTE

Como se dijo anteriormente, a medida que la planta madura hacia estadios fenológicos más avanzados crece la proporción de tallos y disminuye la de las hojas. Por ello se debe cortar el cultivo, en un estadio fenológico que nos permita obtener una cantidad importante de materia seca con alto valor nutritivo.

El momento de corte de la pastura depende de la utilización que se le de al forraje. Si es destinado a animales de altos requerimientos, como son los novillos en terminación o vacas en lactancia, el momento de corte estará determinado por la mayor calidad que ofrece la pastura, lo cual generalmente es en prefloración (Figura 4).

Si el forraje conservado es para animales de bajos requerimientos, como vacas de cría o vacas secas, se debe priorizar la cantidad, por lo que se puede efectuar el corte en madurez avanzada.

Figura 4: Evolución de los componentes de la planta



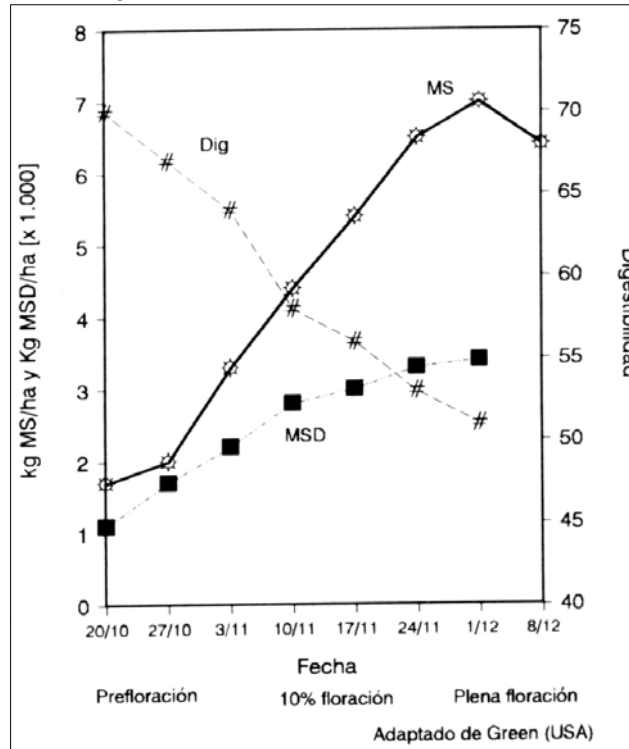
ALFALFA PURA

Para compatibilizar calidad y cantidad de alfalfa, se debe cortar cuando el cultivo presenta un 10 % de floración.

El momento de inicio de corte dependerá de la capacidad de trabajo del equipo y de la superficie a cortar; como regla práctica conviene comenzar a cortar cuando se observa la primera flor en el cultivo ya que al terminar la operación de corte, se logrará un buen promedio entre la cantidad de materia seca y el alto valor nutritivo.

Si se corta antes de este estadio (10 % de floración), se producirá un envejecimiento prematuro de la pastura, mientras que si el corte se realiza en plena floración se cosechará la mayor cantidad de materia seca pero de la menor digestibilidad, por lo que se afectará el consumo y por consiguiente el valor nutritivo del forraje.

Figura 5: Momento de corte de la alfalfa



En la figura 5 se puede observar que cuando el cultivo está en el 10 % de floración existe una buena cantidad de materia seca con elevado valor nutritivo.

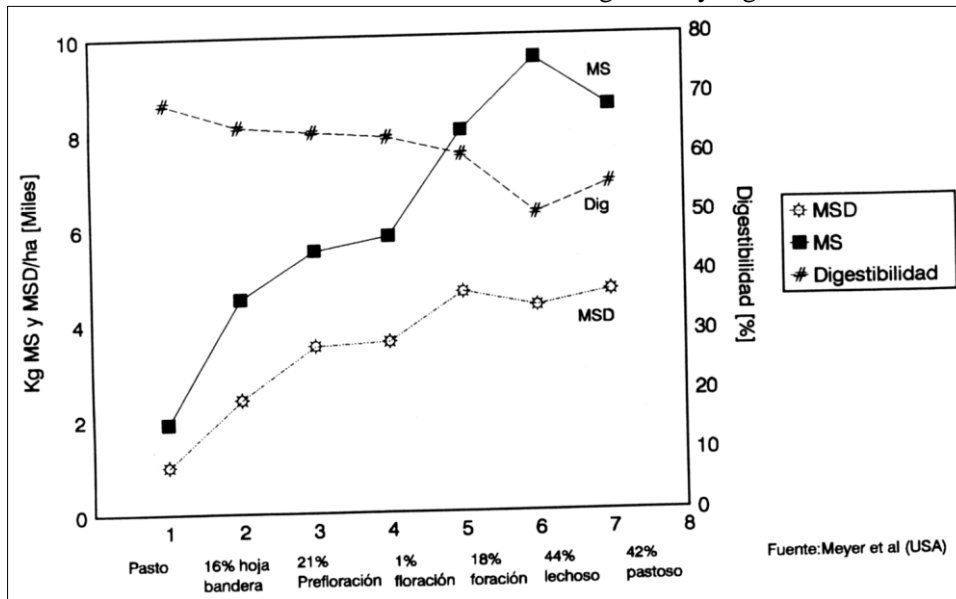
AVENA

Para la confección de heno de avena se recomienda efectuar el corte en el estadio de grano lechoso, donde se obtiene un considerable volumen de materia seca, ya que este cultivo mantiene la palatabilidad aún en madurez avanzada mejorando el valor nutritivo por la presencia del grano.

Si el corte es realizado anticipadamente, se obtendrá mayor calidad de heno y si se realiza en el estadio de grano pastoso se obtiene mayor cantidad pero de menor calidad (figura 6).

En este cultivo se debe tener especial cuidado de no atrasar demasiado el corte para evitar el riesgo de caída de los granos debido a un excesivo secado.

Figura 6: Evolución de la materia seca, materia seca digestible y digestibilidad de la avena



PASTURAS POLIFÍTICAS EN BASE A ALFALFA

El criterio a seguir en las asociaciones es el de favorecer el uso y los requerimientos del cultivo base o dominante. Cuando la base es la alfalfa, ésta determinará el momento óptimo de corte.

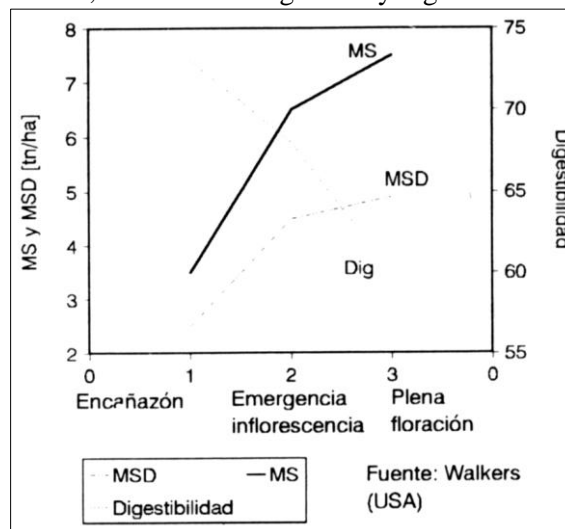
Por otro lado cuando se decida la confección del heno se debe tener en cuenta el porcentaje de humedad de la especie que demore más tiempo en secarse, ya que de otra forma una vez confeccionado el rollo o fardo, este podrá enmohecerse por un exceso de humedad con la consiguiente pérdida de calidad.

MOHA DE HUNGRÍA, MIJO Y RAIGRÁS TAMA

La prefloración es el momento de corte ideal para obtener la máxima cantidad de materia seca con alto valor nutritivo.

En el caso de efectuar el corte en forma anticipada, se obtiene mayor calidad pero menor cantidad de forraje, y si por el contrario se lo realiza cuando está semillada dará como resultado mayor cantidad pero de menor calidad.

Figura 7: Materia seca, materia seca digestible y digestibilidad del Raigrás tama



Contrariamente a lo que se piensa, no es aconsejable henificar moha semillada ya que además de perder calidad, no se aprovechará la energía de las semillas debido a que éstas se caen del rollo, o bien terminan pudriéndose dentro de él, además de tener tallos más gruesos demorando de esta forma el secado.

Las variedades a sembrar también ayudan a la obtención de calidad o cantidad según se lo desee. Así si el objetivo es obtener altos volúmenes conviene sembrar mohas tipo "colorada gigante" mientras que las tipo "Carapé INTA" producen menores volúmenes pero de mayor calidad.

GATTON PANIC

Dentro de las pasturas megatérmicas, el Gatton panic tuvo una gran expansión en zonas áridas y semiáridas por su calidad y la posibilidad de ser henificado.

La mayor cantidad de materia seca con alto valor nutritivo, se obtiene en prefloración.

SORGO FORRAJERO

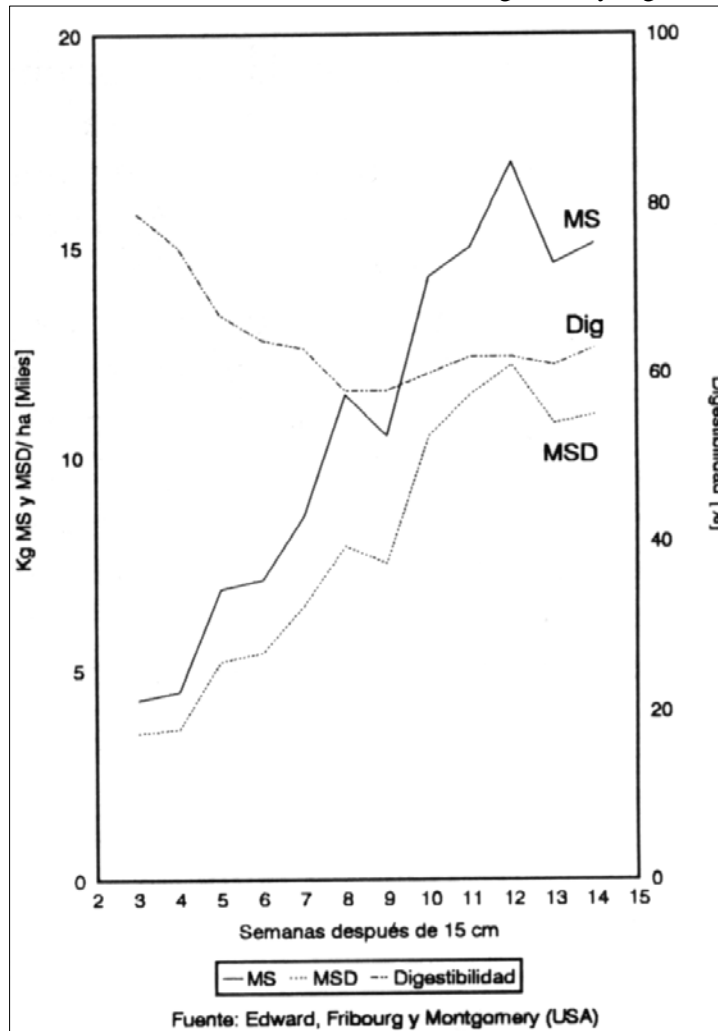
Para el caso del sorgo forrajero, como todas las gramíneas, el corte es recomendado en prefloración pero cabe hacer una salvedad con respecto a la siembra.

Por ser este un cultivo de tallos succulentos, el secado es lento y dificultoso. Una buena práctica es aumentar la densidad de siembra en un 30 % para disminuir de esta forma el diámetro de los tallos, facilitando el acondicionamiento mecánico y el oreado del forraje antes de ser confeccionado el heno.

En el siguiente gráfico se presentan las curvas de producción de materia seca, materia seca digestible y digestibilidad del sorgo forrajero.

Como puede observarse en la figura 8, las curvas de materia seca y materia seca digestible guardan una relación directa, mientras que la digestibilidad descende rápidamente desde que aparece la hoja bandera (3ª - 4ª semana), hasta que comienza el llenado de los granos (7ª semana), momento en el cual aumenta la calidad levemente, pero sin alcanzar la digestibilidad de prefloración.

Figura 8: Evolución de las curvas de materia seca, materia seca digestible y digestibilidad del sorgo forrajero.



COMO CORTAR

Para realizar un trabajo eficiente con un mínimo de pérdidas de calidad y cantidad de forraje se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

ALTURA DE CORTE

Cuando la máquina cortadora está regulada demasiado alta se estará dejando forraje sin cortar en el campo con la consiguiente pérdida en cantidad de pasto, además de demorar la velocidad de rebrote de las pasturas.

Si por el contrario la altura de corte es excesivamente baja se corre el riesgo de causar daños a los meristemas de crecimiento de las plantas, además del aporte de tierra a la andana.

Otra de las desventajas es que el pasto cortado mantiene contacto directo con el suelo y éste le cede humedad demorando todavía más el secado con los perjuicios que esto ocasiona.

Si se regulan las máquinas en rangos de altura de entre 5 cm y 10 cm, tomando como altura óptima los 7 cm, se efectuará un trabajo eficiente. Como regla práctica para el trabajo a campo se puede tomar la altura del puño.

ANCHO DE CORTE

El ancho de corte más común de las máquinas utilizadas en nuestro país, oscila entre 2,5 m y 3,2 m.

Lo que se debe tener en cuenta, es que cuando se trabaja con pasturas demasiado voluminosas no se deben elegir diseños de cortadoras con gran ancho de labor, debido a que se formarán andanas muy densas demorando su secado en el campo, salvo que se trabaje con acondicionadores mecánicos incorporados a implementos de corte.

REPICADO

El repicado se produce cuando las cuchillas de corte impactan más de una vez con la planta cortada, lo que ocurre cuando uno de los rotores impulsa material hacia la otra cuchilla que trabaja en sentido contrario.

Esto trae aparejado dos tipos de problemas: por un lado la caída de las hojas por golpe, con la consiguiente pérdida de calidad y por el otro que los trozos de forraje que tienen menos de 10 cm. de largo, no son recogidos por los recolectores de las enrolladoras, produciéndose pérdidas en cantidad de forraje.

HORARIO DE TRABAJO

La operación de corte debe iniciarse siempre durante la mañana después que se levantó el rocío.

Con esto se está asegurando una disminución rápida del porcentaje de humedad del forraje durante el transcurso del primer día y una reducción de las pérdidas por respiración ya que una vez cortada la planta, continúa respirando consumiendo los azúcares solubles hasta alcanzar porcentajes de humedad cercanos al 50 %, momento en que la respiración se reduce.

Este es el fundamento de porqué el tiempo de secado del forraje debe ser el menor posible, ya que se debe procurar que las células interrumpan la respiración cuanto antes para disminuir el consumo de carbohidratos.

La inclusión de los acondicionadores mecánicos trae aparejado muchas ventajas, que serán tratadas en detalle más adelante.

CANTIDAD DE FORRAJE A CORTAR

Generalmente la capacidad de trabajo de las cortahileradoras duplica a la de las enrolladoras o enfardadoras. Si se le suma a esto el hecho que en leguminosas el horario de trabajo durante el día es más limitado, esto hace que se acreciente aún más la diferencia de capacidades operativas diarias.

Uno de los errores más frecuentes es cortar mucha más pastura por día de la que se puede henificar. De esta manera se trabaja siempre con andanas pasadas en su momento óptimo de recolección y con elevadas pérdidas de hoja.

En todos los casos resulta conveniente cortar la cantidad de material que se tenga capacidad de henificar en un día, debido a que el forraje se conserva mejor en planta que en la andana cuando ya ha completado su secado.

De esa forma se disminuye el tiempo de permanencia del forraje cortado en el campo y por consiguiente el riesgo de ocurrencia de lluvias sobre la andana, como así también el excesivo secado con una pérdida de color lo que indica una destrucción de proteínas y minerales.

Cabe destacar que las pérdidas producidas por lavado de agua de lluvia, son mayores cuando el pasto está seco que cuando éste todavía contiene humedad.

Esto se debe a que las células al estar muertas, pierden su capacidad de permeabilidad selectiva produciéndose una gran pérdida de calidad por lavado de nutrientes.

Como regla práctica se puede decir que nunca se debe cortar una cantidad de material mayor a la de la capacidad diaria de confección en condiciones óptimas de trabajo. Debe existir siempre una coordinación entre la capacidad operativa en ha/día de las cortahileradoras con la de las enrolladoras o enfardadoras. Por esta causa, resulta de vital importancia dimensionar correctamente los equipos de trabajo.

CALIDAD DE CORTE

Existen básicamente dos sistemas de corte: por cizalla, compuesto por cuchillas y contracuchillas que generalmente son alternativos; y por impacto y filo que generalmente son rotativos.

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.

La velocidad debe estar entre 60 m/s y 70 m/s y con buen filo para lograr un corte prolijo evitando el deshilado de los tallos.

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 sólo por impacto y no por filo, con la consiguiente caída o desprendimiento de hojas.

El síntoma más característico de este problema es el peinado de los tallos en el mismo sentido al de avance de la máquina, tallos desgarrados y altura de corte real superior a la de la regulación de la máquina producida por el "acostado" de los tallos.

EFICIENCIA DE CORTE

La eficiencia de corte está íntimamente ligada al sistema empleado:

1 - SISTEMA DE CORTE ALTERNATIVO POR CIZALLA

Las máquinas con barra de corte de movimiento alternativo, conocidas como guadañas o segadoras, se caracterizan por realizar un corte neto de los tallos mediante cuchillas de secciones intercambiables.

Estos diseños favorecen 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, además de evitar totalmente el repicado del material cortado y el daño a las pasturas o las cuchillas por impacto ya que poseen un buen sistema de copiado.

Otra gran ventaja de este tipo de implemento es la posibilidad de contar con modelos que tengan acondicionadores mecánicos incorporados (que serán descritos posteriormente), ya que el sistema de corte que poseen no acordona, sino que entrega un manto de material a estos implementos que ayudan a la obtención de forraje de alta calidad.

Su nivel de adopción en nuestro país es 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.

Además presentan el inconveniente de no adaptarse a pasturas enmalezadas con especies de tallos leñosos, demasiado densas o revueltas, o en lotes "sucios" ya que por su sistema de trabajo, se producen atascamientos frecuentes.

2 - SISTEMA DE CORTE ROTATIVO

Las máquinas con sistema de corte de movimiento rotativo, poseen todas el mismo principio basado en la utilización de un eje rotativo con un rotor con cuchillas unidas a él y el otro extremo libre lo que les permite mantenerse perpendiculares al eje de rotación por fuerza centrífuga.

Estas cuchillas giran con una alta velocidad tangencial (del orden de los 60 a 70 m/seg, aproximado a 216 o 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 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.

CORTADORA HILERADORA ROTATIVA TIPO HÉLICE

En Argentina el corte e hilerado de las pasturas se realiza en un 95 % de los casos, 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.

El motivo del alto nivel de adopción de este tipo de máquinas, esta 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.

Otro motivo de su masiva adopción es la falta de concientización por parte de los productores, sobre el 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.

Principales desventajas

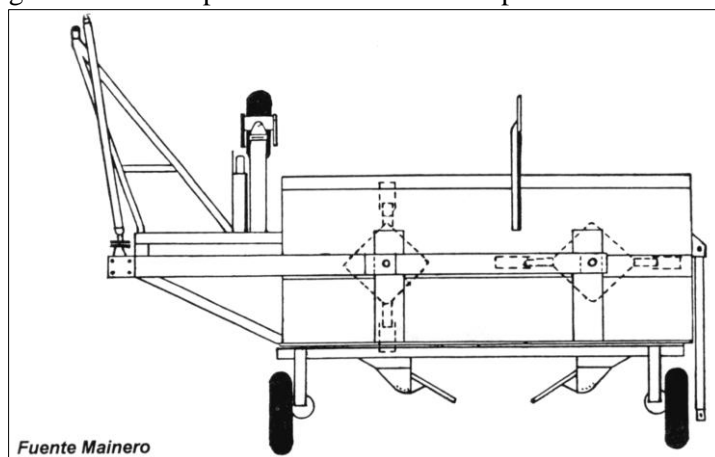
Ineficiente copiado del terreno lo que ocasiona una altura de corte irregular cuando se trabaja a altas velocidades de avance y en terreno desparejo, provocando daños a las pasturas y cuchillas e incorporando tierra a la andana.

Este problema se presenta por la imposibilidad de trabajar con plataforma flotante y patines de copiado 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 copiado (ruedas) se encuentran alejadas del punto de corte (cuchillas).

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

Figura 9: Vista en planta de una cortadora tipo hélice de 3 ruedas



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.

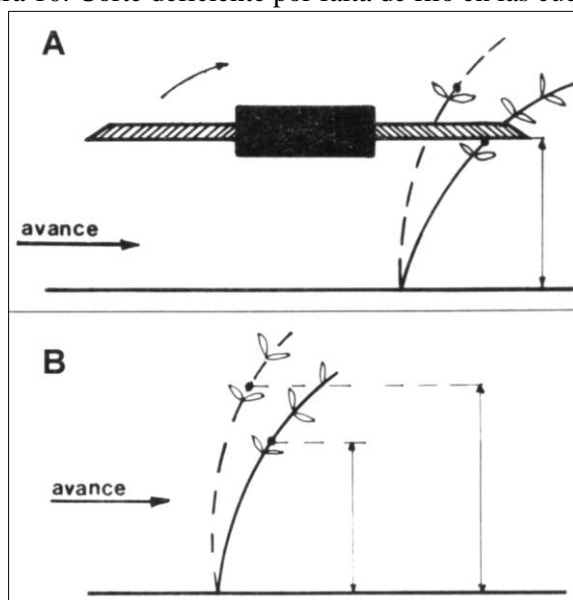
El forraje repicado (trozos cortos de tallos y gran cantidad de hojas sueltas) se localiza mayormente en la parte central de las hileras.

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, produciéndose elevadas pérdidas de forraje de alto valor nutritivo.

Otro problema que se presenta es el **re-cortado 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, 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 10 A).

Figura 10: Corte deficiente por falta de filo en las cuchillas

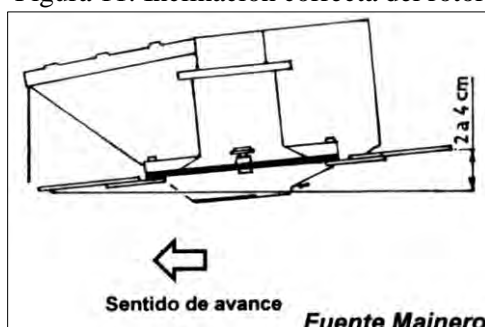


Luego, al retomar su verticalidad y en la misma pasada del rotor, nuevamente toma contacto con la cuchilla, provocando desgarro, retardando la velocidad de rebrote (Figura 10 B).

Esto se puede disminuir en cierta medida, trabajando con una leve inclinación del rotor hacia adelante.

En el gráfico que se presenta, 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., lo que origina un efecto de succión levantando algunas plantas caídas y favoreciendo el envío del material cortado hacia atrás.

Figura 11: Inclinación correcta del rotor



No permiten el uso de acondicionadores mecánicos: Las cortadoras tipo hélice 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.

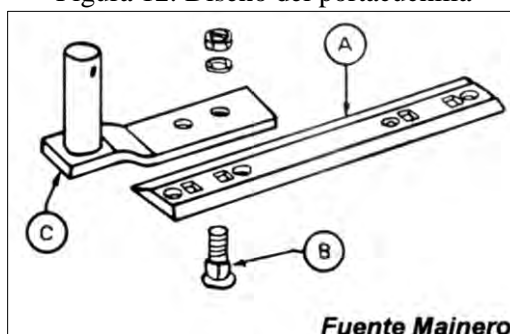
De esta forma todas las plantas reciben un tratamiento similar al pasar por los rodillos o dedos acondicionados.

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 antes que afilarlas.

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.

Figura 12: Diseño del portacuchilla



El filo rectificadado con alta dureza, tiene menor posibilidad de formar dientes en el borde que las cuchillas aco-razadas.

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.

El recambio de las cuchillas debe hacerse de a pares opuestos tratando siempre que las cuchillas tengan exactamente el mismo peso para evitar desbalances que dañen la estructura de la máquina.

CORTAHILERADORA A TAMBORES O PLATOS

A pesar que estas máquinas existen en el mercado desde hace varios años, 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) los que se encuentran suspendidos por una viga que incluye los mecanismos de transmisión.

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 mas tiempo.

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

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

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..

CORTADORAS HILERADORAS DE DISCO CON ACONDICIONADOR MECÁNICO

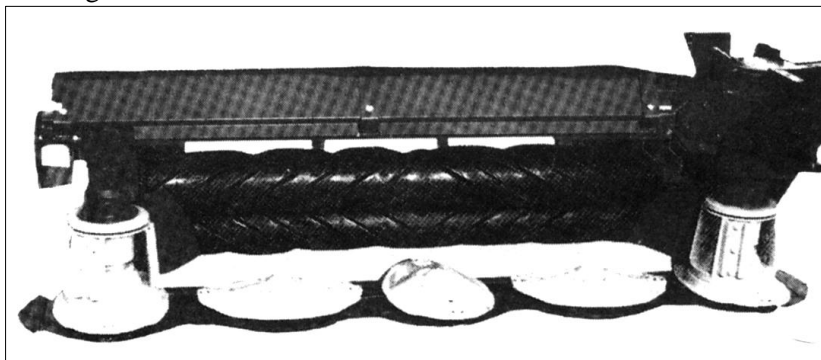
Estas máquinas cuentan con discos ovalados de diámetro reducido (30 cm aproximadamente) en cuya periferia encuentran cuchillas cortas y livianas que le confiere mayor seguridad a este tipo de implementos, además de facilitar el recambio de las mismas por su bajo costo.

La transmisión se realiza mediante engranajes, similares al de una caja de velocidades que se encuentra cerrada por debajo de los discos, actuando como patín de apoyo en todo el ancho de corte, dando como resultado un sistema de copiado infinito, uniformando de esta forma la altura de corte.

Toda la plataforma de corte trabaja sobre un chasis flotante suspendido por resortes que permiten un copiado perfecto del terreno.

Poseen generalmente 6 discos que funcionan de a pares, entregando el material cortado en forma uniforme (alfombra) a los acondicionadores que luego lanzan el forraje hacia atrás (figura 13)

Figura 13: Cortadora de discos con acondicionador a rodillos



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.

Ventajas de las cortadoras de discos con acondicionador mecánico

- ◆ Gran capacidad de trabajo.
- ◆ Corte prolijo con mínimo deshilachado de los tallos por un fácil recambio de las cuchillas.
- ◆ Corte del forraje con mínimo repicado.
- ◆ Eficiente copiado del terreno, lo que brinda uniformidad en la altura de corte y evita el daño a los meristemas de rebrote y en las cuchillas.
- ◆ Eficiente trabajo del acondicionador mecánico a rodillos o dedos por recibir el material en forma pareja y uniforme.
- ◆ Mayor velocidad de secado por el acondicionado mecánico, y por la arquitectura de la andana lo que disminuye el tiempo de respiración y la permanencia del material cortado en el campo.
- ◆ Conformación de andanas uniformes y menos densas por la facilidad de regulación de los faldones traseros.
- ◆ Menor costo de reposición de las cuchillas, las que son reversibles y pequeñas.

Desventaja con respecto a las hélices

- ◆ Mayor costo de construcción.

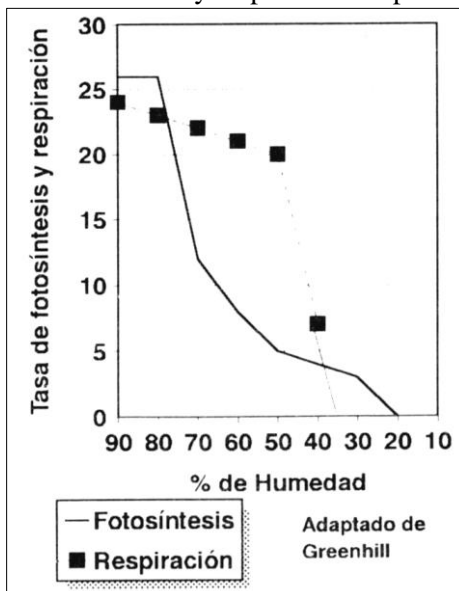
PÉRDIDAS DE CALIDAD DESDE EL CORTE A LA CONFECCIÓN DE HENO

Después de realizado el corte y hasta el momento de inicio de la confección del heno, el forraje cortado continúa respirando.

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.

Si bien la planta sigue fotosintetizando, esto no alcanza a compensar las pérdidas que causan los procesos respiratorios; por consiguiente a mayor tiempo de respiración mayores serán las pérdidas de calidad del forraje cortado (figura 14)

Figura 14: Fotosíntesis y respiración después del corte



VENTAJAS DEL USO DE LOS ACONDICIONADORES

La ventaja principal es la reducción de prácticamente un día en el tiempo que transcurre desde el corte a la confección, reduciendo significativamente el riesgo climático de lluvias. Además, los tallos aplastados pueden facilitar el trabajo de compactación de las enrolladoras, pudiendo confeccionar rollos de mayor densidad con igual presión de cámara.

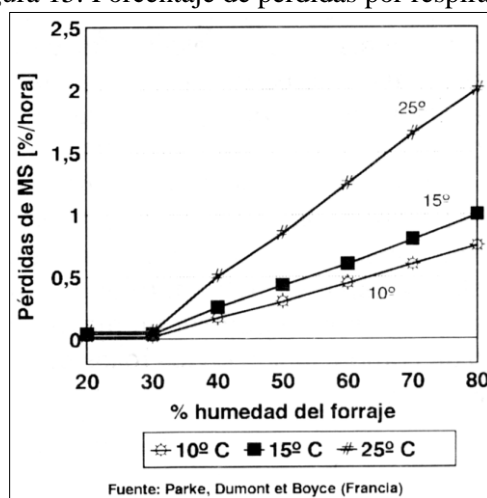
Reducción del tiempo de secado: Como se dijo anteriormente, una vez cortada la planta continúa respirando hasta que alcanza rangos del 40 % al 50 % de humedad, nivel éste en que la respiración disminuye.

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 materia seca durante el tiempo que el forraje permanece cortado en el campo, por ello es de vital importancia que el material "se seque" en el menor tiempo posible evitando pérdidas de calidad.

En la figura 15 se muestran las pérdidas porcentuales de MS por hora de permanencia del forraje cortado en el campo, en relación a la temperatura ambiente y el porcentaje de humedad que conserva el forraje.

Figura 15: Porcentaje de pérdidas por respiración



Existen además, otras ventajas importantes tales como la **minimización del lavado de nutrientes y las pérdidas de vitaminas y carotenos de las hojas** en el caso de ocurrencia de lluvias, ya que al acortar el período de permanencia de la andana en el campo, se disminuye el riesgo de que las precipitaciones afecten al pasto cortado, evitando pérdidas de calidad del alimento.

Secado uniforme de tallos y hojas: En condiciones de secado convencional, por lo general se debe esperar a que los tallos se sequen para recoger las andanas, evitando de esta forma el riesgo de enmohecimiento. En este punto las hojas están excesivamente secas tornándose quebradizas y se terminan perdiendo al momento de confeccionar los rollos.

Los acondicionadores mecánicos actúan abriendo vías de escape al agua que se encuentra dentro de los tallos y hojas, igualando sus velocidades de secado dando como producto final heno de mejor calidad con mayor contenido de hojas.

Por otro lado la palatabilidad del forraje se incrementa, ya que se relativiza el daño causado por los tallos gruesos por aplastamiento y quebradura de los mismos, además de permitir un mayor grado de compactación en los rollos confeccionados.

ACONDICIONADO MECÁNICO

El acondicionado mecánico debe hacerse como máximo 20 minutos después de cortado el forraje, debido a que las plantas comienzan a marchitarse y los tallos no tienen la rigidez suficiente para que la acción mecánica logre el efecto de lacerado o quebrado.

Por esta razón se dejaron de usar los acondicionadores como máquina individual, para ser incorporados a las cortadoras, realizando el trabajo en forma simultánea.

Además de la reducción del tiempo operativo, las cortadoras con acondicionadores presentan la ventaja de entregar el forraje no hilerado, de esta manera todos los tallos serán tratados con igual intensidad, permitiendo dejar una andana uniforme, de volumen y ancho variable según las condiciones climáticas de secado, de forma tal que pueda lograrse un oreo completo y parejo.

Para un rápido secado de la andana, el forraje no debe quedar totalmente en contacto con el suelo, ya que éste transferirá humedad al forraje y el aire no circulará libremente por debajo del material andanado.

Para acelerar la pérdida de agua e corte del forraje debe realizarse a una altura tal que la andana quede suspendida facilitando el pasaje de aire no saturado.

A partir de este momento, la velocidad de secado disminuye en mayor o menor medida según las condiciones climáticas y del forraje: a mayor volumen de andana, los agentes climáticos como el sol y el aire se ven disminuidos en su capacidad de secado del forraje, incrementando el tiempo necesario de exposición.

Con la finalidad de medir el efecto del acondicionado sobre las pérdidas de humedad de la alfalfa para heno, los técnicos del Proyecto PROPEFO del INTA Rafaela, realizaron dos ensayos durante el mes de enero de 1995.

Para ello se utilizó en ambos casos una pastura de alfalfa pura cv Monarca SPINTA, la que fue cortada en el estadio de 10 % de floración, con una producción media de 2.500 kg MS/ha.

Para seguir la evolución del contenido de humedad de la andana, se tomaron muestras de diferentes lugares durante la mañana y la tarde de cada día, determinándose los valores en laboratorio, con estufa de aire forzado a 65° C.

Para el corte y acondicionado, se utilizaron 2 máquinas representativas del mercado: una cortahileradora tipo hélice de dos rotores y mando cardánico, sin acondicionador versus una cortahileradora de discos con acondicionador por rodillos de caucho.

El trabajo de corte fue realizado en forma simultánea con las 2 máquinas y la velocidad de avance fue de 8 km/h con una altura de corte de 6 cm.

En las figuras 16 y 17 se puede ver la variación del contenido de humedad relativa, temperatura media y velocidad del viento presentes durante los dos ensayos.

Figura 16: Evolución de la temperatura media, humedad relativa y velocidad de/ viento - Ensayo 1

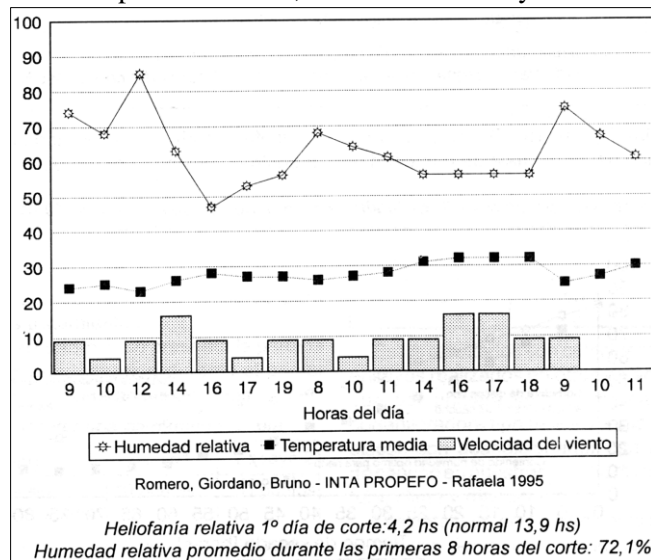
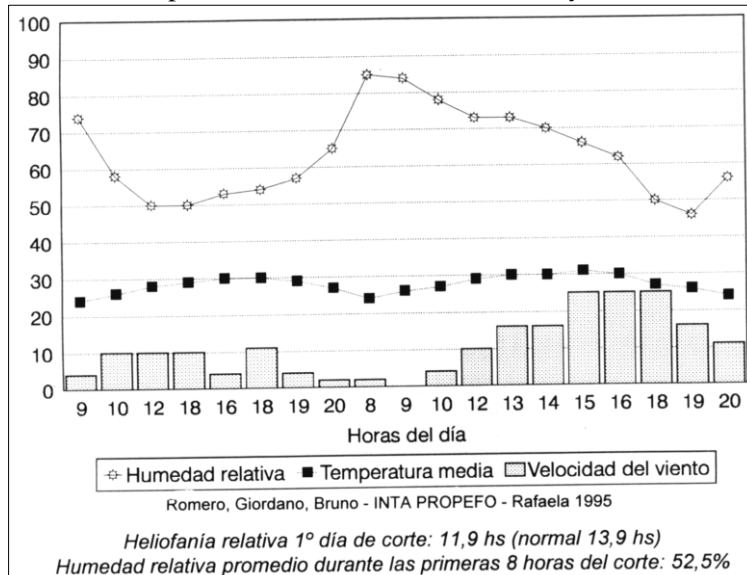


Figura 17: Evolución de la temperatura media, humedad relativa y velocidad de/ viento - Ensayo 2



En las figuras 18 y 19 se observa la variación del porcentaje de humedad de la alfalfa en cada uno de los momentos de muestreo, ajustado por regresión.

Figura 18: Tiempo de secado de la alfalfa para heno - Ensayo 1, corte: 19/01/95

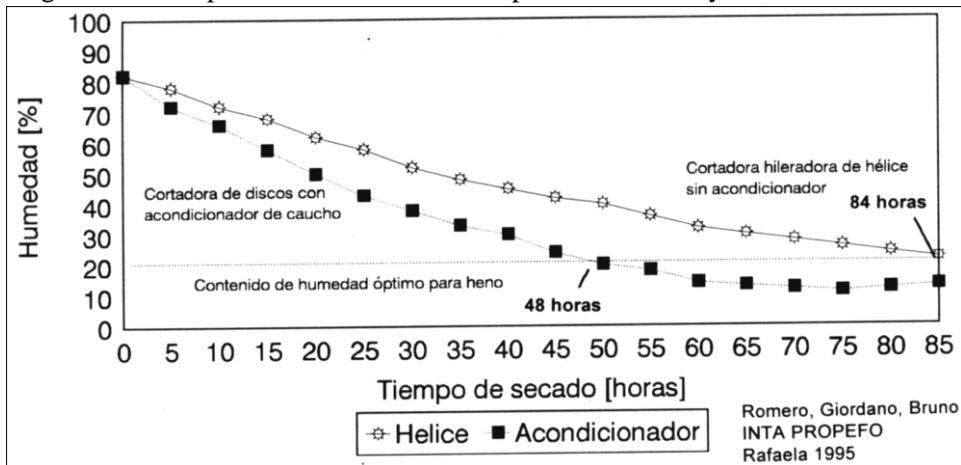
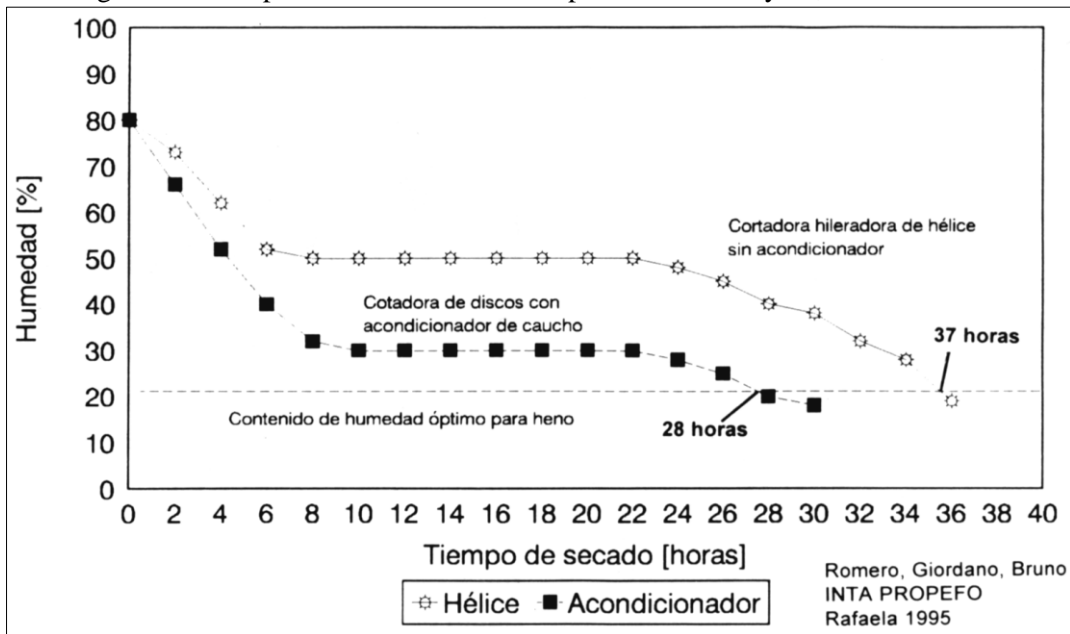


Figura 19: Tiempo de secado de la alfalfa para heno - Ensayo 2, corte: 26/01/95



En estos dos ensayos, si bien existen diferencias en la tasa de secado de ambos tratamientos, siempre fue mayor en la alfalfa acondicionada.

Estas diferencias se debieron a las condiciones climáticas reinantes durante las primeras horas posteriores al corte en el segundo ensayo (humedad relativa menor y mayor cantidad de horas de insolación), que favorecieron la rápida pérdida de humedad de la andana.

La temperatura media diaria y la velocidad del viento fueron similares para ambos tratamientos.

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

Cuadro 1: Pérdida de humedad 1º día

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

En el cuadro 2, se observan la cantidad de horas necesarias para alcanzar el 20 % humedad, momento de inicio de la confección del heno.

Cuadro2: 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

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

Los datos ponen de manifiesto el efecto positivo del uso de acondicionadores de forrajes para obtener heno de calidad.

ACONDICIONADORES, ACCIÓN SOBRE LA PLANTA

La forma de efectuar el trabajo sobre los tallos marca las diferencias entre los distintos sistemas de acondicionado.

Se encuentran dos tipos de acción mecánica:

- ◆ Plegado a intervalos que provoca roturas transversales.
- ◆ Laceración por choque y frotamiento.

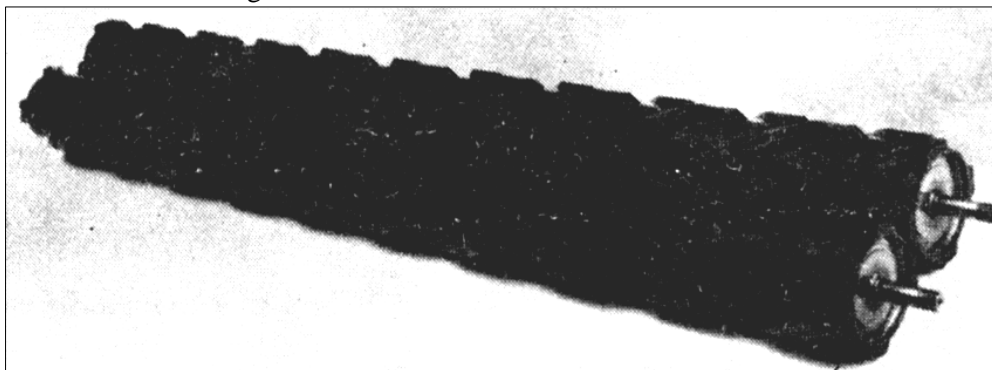
Lógicamente estas acciones aparecen de forma simultánea, en mayor o menor grado, producidas por la misma máquina, pero siempre predomina alguna de ellas, lo que puede servir para establecer la siguiente clasificación:

ACONDICIONADORES A RODILLOS

Son aconsejados para trabajar con leguminosas o gramíneas de tallos succulentos, susceptibles de ser aplastados o quebrados, como la moha o el sorgo.

El acondicionado se logra al hacer pasar el forraje entre dos rodillos que giran en sentido contrario, los que generalmente son de caucho duro con tacos dispuestos helicoidalmente en forma concéntrica en su parte media (figura 20).

Figura 20: Rodillos acondicionadores de caucho



Esto evita la tendencia a enrollarse que posee el forraje inmediatamente después de cortado, cuando su porcentaje de humedad todavía es elevado.

Estos equipos producen el aplastado y quebrado de los tallos a intervalos regulares de acuerdo a la distancia de separación de los tacos.

La presión ejercida por los rodillos (intensidad de acondicionado) es variable y su ajuste se realiza mediante un tornillo que los acerca o aleja dependiendo del tipo de forraje, el volumen del material cortado y la velocidad de avance de la máquina.

A mayor volumen de forraje por unidad de tiempo, mayores serán las vueltas de los rodillos y la separación entre ellos.

Cuando se regule la máquina, se deberá ejercer la mayor presión posible hasta que se observe que los lugares en donde se producen las quebraduras de los tallos y hojas se ponen negros, en ese punto se volverá atrás en la presión hasta que desaparezcan estas zonas negras con el trabajo de acondicionado.

Si la pastura presenta malezas o el lote donde se trabaja está sucio, es aconsejable aumentar la separación de los rodillos para preservar la integridad de los mismos, teniendo en cuenta que esto irá en detrimento de la eficiencia de acondicionado.

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.

Al mismo tiempo el forraje es expulsado por la parte trasera a una velocidad muy superior a la del avance de la máquina, con lo que se logra una andana suelta y aireada acelerando el secado sin necesidad en algunos casos, de utilizar el rastrillo para mover la andana.

ACONDICIONADORA A DEDOS O MARTILLOS

Estos son recomendados para el trabajo con gramíneas que posean tallos finos.

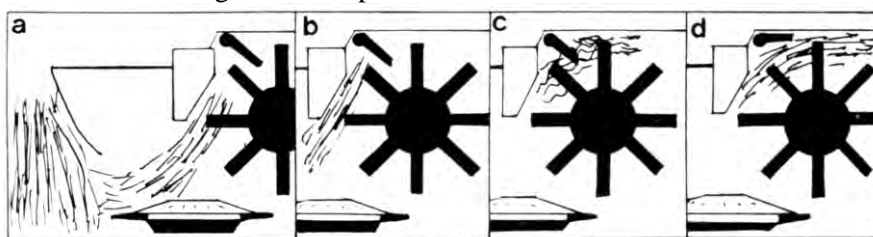
Los acondicionadores de dedos trabajan lacerando los tallos y hojas de las plantas lo que se consigue "raspando el forraje" mediante varias filas de dedos montados sobre un rotor y el efecto de un peine que permite regular la intensidad de acondicionado, mediante una variación de su inclinación o bien modificando la velocidad de giro del rotor.

En algunos modelos, la forma de los dedos del contrapeine 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.

NOTA: Cabe destacar que si se trabaja con consociaciones de pasturas 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.

ETAPAS DURANTE EL ACONDICIONAMIENTO

Figura 21: Etapas durante el acondicionado



- a - La base de los tallos de las pasturas entra primero a la máquina, permitiendo que los dedos del rotor hagan un contacto inicial con la parte más gruesa del cultivo (la que demora más tiempo en secarse)
- b - La cutícula de los tallos y hojas es lacerada mediante la fricción del material contra el chapón deflector.
- c - Como el cultivo pasa entre los dientes del peine la cutícula es abierta en el sentido longitudinal de los tallos evaporando el máximo contenido de humedad.
- d - Con el peine completamente abierto, no hay efecto de acondicionamiento.

Las cortahileradoras equipadas con acondicionadores a rodillos o a dedos, conforman la andana de la forma y el volumen deseado, realizando una leve modificación de la apertura de las compuertas traseras.

Estas características de trabajo permiten en algunos modelos, cambiando la posición de las compuertas, realizar andanas dobles, en el caso de pasturas que produzcan un bajo volumen de forraje.

USO DE LOS RASTRILLOS

Cuando se trabaja con cortahileradoras con acondicionador y en condiciones climáticas favorables (insolación y vientos secos con menos del 60 % de humedad), es posible evitar el uso de rastrillos. De no ser así se tendrán que tener en cuenta los siguientes aspectos para trabajar en forma correcta con estos implementos:

VELOCIDAD DE TRABAJO

A pesar de ser los rastrillos implementos livianos y que no requieren demasiada potencia para su uso, no es aconsejable trabajar con velocidades que excedan los 5 ó 6 km/h.

Esto se debe a que el impacto recibido por las hojas será demasiado violento provocando la caída de éstas en detrimento de la calidad del forraje.

ALTURA DE TRABAJO

Debe procurarse siempre trabajar a una altura de 2,5 cm. para evitar que las púas de los rastrillos ocasionen daños a los meristemas de crecimiento de las plantas.

Para realizar una regulación correcta hay que "colgar" el rastrillo, es decir, levantarlo superando su altura de trabajo y luego bajarlo paulatinamente hasta observar que no queda material sin "barrer".

De esta manera se impide que la pastura sufra cualquier tipo de daño y que las púas del rastrillos tengan un desgaste excesivo.

Otra ventaja importante al trabajar de esta manera es que se evita recolectar broza de cortes anteriores (forraje de mala calidad) y la incorporación de tierra a las andanas.

DIRECCIÓN DE TRABAJO

Para mejorar la tarea del rastrillo y reducir su agresividad, la dirección de trabajo debe ser la misma en la que se realizó el corte.

Esto se debe a que una vez cortada, la planta queda acomodada y respetando esa orientación el trato que se le da al pasto es menos violento, disminuyendo el riesgo de caída de hojas.

HORARIO DE TRABAJO

También es importante aclarar que en el caso de utilizar el rastrillo para dar vuelta la hilera y uniformar el oreado, se debe trabajar en horas de máxima humedad de andana (noche o madrugada), pero siempre sin rocío.

Con rangos de humedades del 40 % al 50 %, se efectúa un trabajo correcto, pero en el caso que la humedad descienda por debajo de esos niveles, habrá que esperar hasta la noche o bien la madrugada siguiente, momento en que el forraje se "reviene" (aumento del porcentaje de humedad), para evitar el desprendimiento de las hojas.

RECORRIDO DEL FORRAJE

Se debe tener la precaución de rastrillar en el mismo sentido en que se efectuó el corte. Esto permite disminuir las pérdidas de material de alta calidad.

Cuando se efectúa la labor de rastrillado, el forraje es desplazado en un sentido transversal al del avance del tractor.

Por ello debe tratarse que la cantidad de impactos que recibe la planta hasta alcanzar su posición final, sea la menor posible para que la pérdida de material de alta calidad sea mínima.

Esto se consigue con rastrillos cuyos diseños contemplen un recorrido corto de desplazamiento del material hasta formar la andana (los que serán descriptos más adelante).

Los rastrillos también son utilizados cuando es necesario juntar dos o más hileras de escaso volumen, lo que dificultaría una buena confección del rollo.

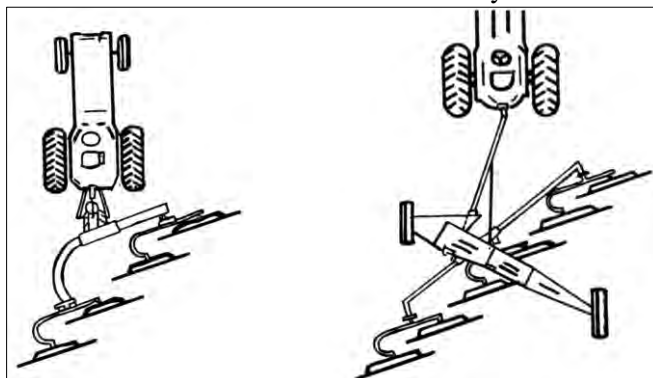
Siempre se debe tener en cuenta que la enrolladora trabaja en forma óptima cuando la andana presenta un volumen de 2 kg de pasto por metro lineal, en condiciones de ser enrollado, con lo que se logra un rollo de buenas dimensiones (1,5 m x 1,8 m) en 300 metros lineales de andana.

Además con esta densidad de pasto la rotoenfardadora efectúa un buen trabajo de amasado en la cámara de compactación, trabajando a una velocidad de 6 km/h lo que le permite tener una buena capacidad de trabajo.

Para lograr rollos de una arquitectura correcta, se debe trabajar con andanas de 1 a 1,10 m de ancho, de forma rectangular y el manejo del tractor debe hacerse con un zigzag discontinuo.

TIPOS DE RASTRILLOS EXISTENTES EN NUESTRO PAÍS

Figura 22: Rastrillos de ruedas estelares de arrastre y montado en tres puntos



a) **Rastrillos de ruedas estelares:** Son rastrillos que no poseen sistemas de transmisión, ya que sus ruedas giran por el contacto con el forraje y ocasionalmente con el suelo (figura 22).

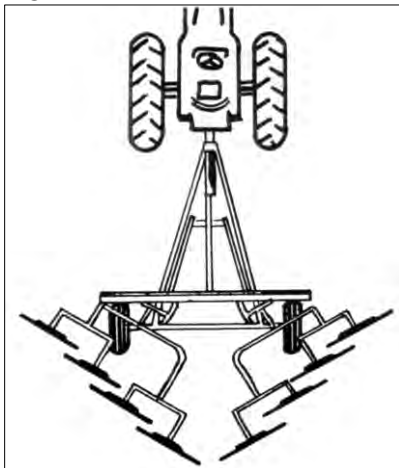
Son de construcción simple, rústicos y de bajo costo de mantenimiento. Para aumentar su duración, en andanas muy pesadas y con exceso de humedad se aconseja disminuir la velocidad de trabajo y reducir el ángulo de cruce.

Estos rastrillos de ruedas estelares, tienen un ancho máximo de barrido 0,65 metros por rueda y pueden ser contruidos de arrastre o montados en tres puntos, con una disposición de las ruedas en forma lineal o en "V" (ver figura), pudiendo contar con 4 o hasta 9 ruedas según el modelo.

Cabe aclarar que el ancho máximo de barrido es teórico, ya que en esa posición carecen de capacidad de rastrillado por trabajar en un ángulo muy abierto con respecto al sentido de avance, por lo que es aconsejable no superar los 0,50 m de barrido por rueda para que su trabajo sea suave y parejo.

Los rastrillos estelares en "V", poseen un diseño con dos bastidores convergentes de ángulo regulable, con cuatro ruedas basculantes cada uno y cuerpos plegables para el traslado (figura 23).

Figura 23: Rastrillo estelar en "V"



Presentan la ventaja de poder juntar andanas con un menor recorrido del forraje, ya que convergen hacia el centro dos hileras que pueden estar separadas hasta 4,5 m entre extremos.

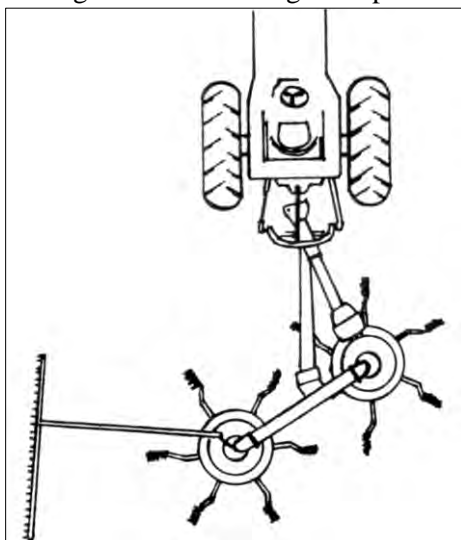
Recientemente han aparecido rastrillos en forma de "V" con 9 ruedas, 4 + 4 y una central que permiten juntar tres hileras, teniendo una rueda central para invertir la andana central igualando el oreado.

Cualquiera sea la disposición de las ruedas, es conveniente que tengan articulación y estén colgadas por un resorte de carga variable.

También es importante que los brazos de sujeción de las estrellas sean de diseño arrastrado y que las regulaciones de cruce y altura de trabajo puedan realizarse por medio de acoples rápidos sin necesidad de utilizar herramientas manuales.

b) **Rastrillos giroscópicos.** Son accionados por la toma de potencia del tractor (TDP) y por lo general poseen de 4 a 6 brazos horizontales, con peines u horquillas en su extremo. Los brazos giran alrededor de un eje central a 60 - 80 vueltas/minuto, dependiendo de la velocidad de avance (figura 24).

Figura 24: Rastrillo giroscópico

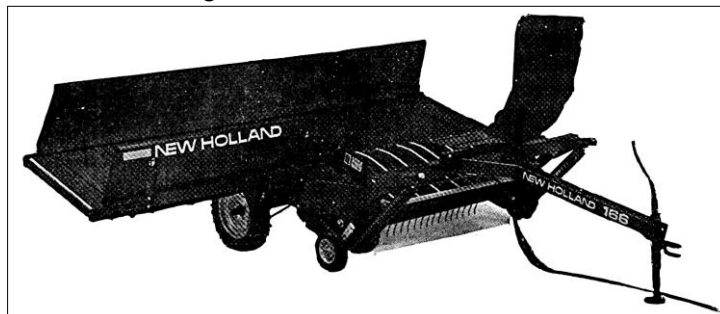


Presentan algunas ventajas con respecto al rastrillo estelar, relacionado principalmente al menor aporte de tierra a la andana, menor recorrido deL forraje y un trato menos agresivo lo que permite preservar más las hojas.

Como desventaja se puede mencionar la necesidad del accionamiento por la TDP del tractor y un mecanismo de funcionamiento más complejo y de mayor costo de construcción y mantenimiento.

c) **Invertidor de andana:** Para dar vuelta la andana o unir andanas, existen actualmente máquinas con un recolector que levanta la andana y una noria reversible que posibilita además, hacer andanas dobles por inversión del giro realizado por medio de una cinta neumática transportadora y una chapa inversora (figura 25).

Figura 25: Invertidor de andanas



Esta máquina también permite juntar andanas.

Con el invertidor de andana se uniformiza el oreado de la parte superior e inferior y permite acelerar el secado en caso de ocurrencia de lluvias, con un tratamiento óptimo del forraje minimizando la pérdida de materia seca de alta calidad.

MOMENTO ÓPTIMO PARA LA CONFECCIÓN DEL HENO

EL momento óptimo para la confección del heno depende de la época del año, las condiciones climáticas, del cultivo y del volumen y arquitectura de la andana. Pero en todos los casos se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:

ARQUITECTURA DE LA ANDANA

Es esencial que la andana tenga forma rectangular, no de cordón, y una altura uniforme en todo su ancho, con lo que se asegura una alimentación pareja y constante de la cámara de compactación, para realizar un rollo de una arquitectura adecuada.

La densidad de pasto óptima, como ya fue mencionado, es de 2 kg por metro lineal de material en condiciones de ser henificado (para el caso de leguminosas, ya que para gramíneas la densidad es menor), lo que permite tener una buena capacidad de trabajo y presión de compactación en los rollos.

VELOCIDAD DE TRABAJO

Entre 5 a 7 km/h se logra una buena capacidad de trabajo.

Si la velocidad es mayor, el caudal de ingreso de material a la cámara de compactación será excesivo dificultando el amasado del pasto, con lo que los rollos una vez almacenados tienden a aplastarse en detrimento de la calidad final del forraje.

Si la velocidad es menor a la recomendada la capacidad de trabajo se ve disminuida lo que tampoco resulta conveniente.

ALIMENTACIÓN DE LA MÁQUINA

Cuando se comienza con la confección de los rollos y para "armar el núcleo de los mismos" es necesario empezar a cargar por uno de los laterales de la máquina y luego seguir con uno o dos zigzagueos continuos hasta que el núcleo se haya formado.

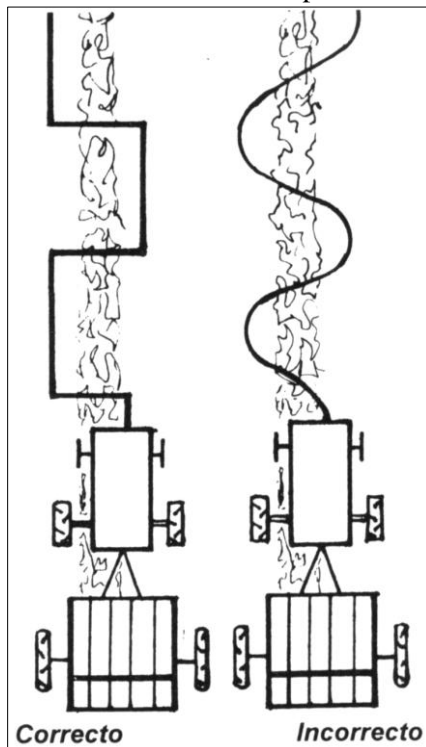
Esto se debe a que en un principio, al ser pequeño el rollo, con poco pasto dentro de la cámara de compactación de la rotoenfardadoras marcarán las diferencias entre los laterales, pero a medida que se forma el rollo, se requiere mayor cantidad de metros de andana para que esto ocurra.

Es de destacar también que la destreza y capacidad del operario pueden ser suplidas por un monitor electrónico, ubicado en el puesto de conducción del tractor, que capta señales emitidas por sensores ubicados en las correas laterales de la cámara de compactación, e informan con que frecuencia se debe realizar el zigzagueo.

A partir de ese momento, los cambios de dirección de la máquina tienen que ser quebrados o pronunciados para que se cargue en forma pareja en todo su ancho, de lo contrario los rollos quedarán en "forma de barril".

En la figura 26 se puede observar, cómo se debería cambiar la frecuencia del zigzag, haciéndose notar la forma correcta e incorrecta de conducción durante la formación del rollo.

Figura 26: Conducción adecuada para formar el rollo



No debe olvidarse que la dirección de avance de la máquina, tiene que ser la misma que en la que se cortó y rastrilló, para que el tratamiento que se le dé al forraje sea lo menos agresivo posible evitando pérdidas.

También se debe tener en cuenta que si la operación de rastrillado se realizó a la mañana temprano, aprovechando la "revenida" del forraje, se comenzará a enrollar por la andana en donde se finalizó la rastrillada. Esto es debido a que las primeras andanas, conservan la humedad por más tiempo.

PRESIÓN DE TRABAJO

Para lograr rollos densos, compactos y que no pierdan su forma durante el período de almacenaje la presión de trabajo debe ser la máxima permitida por el equipo que se esté utilizando.

Una buena presión de trabajo para las a distintas especies sería:

- ◆ Alfalfa pura 75 a 90 kg/cm²
- ◆ Alfalfa consociada 80 a 90 kg/cm²
- ◆ Alfalfa con malezas 90 a 100 kg/cm²
- ◆ Moha, Avena, Sorgo 90 a 110 kg/cm²

Estos son datos orientativos y dependen del tipo de cámara y de la calidad y estado de las correas.

ATADO

Cualquiera sea el sistema que se utilice, deben tratar de ahorrar tiempo y número de vueltas dentro de la cámara de compactación para que las máquinas tengan buena capacidad de trabajo y una reducida pérdida de hojas en la periferia, la que se produce por la fricción entre éstas con las correas.

MOMENTO DE INICIO Y FINAL DE LA CONFECCIÓN: HORARIO DE TRABAJO

En cuanto al horario de trabajo podemos decir que se debe evitarlas horas del 0 día en que el grado de insolación es excesivo debido a que las pérdidas de material, en estas condiciones son elevadas. Tampoco conviene hacerlo con alto porcentaje de humedad, como cuando cae el rocío, porque se corre el riesgo de enmohecimiento o ardido de los rollos o fardos.

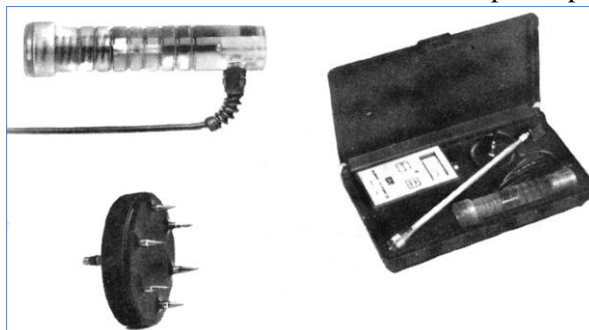
Es común observar en estos casos, la presencia de hongos blanquesinos (moho), que para vacas de tambo o de cría pueden resultar abortivos.

Por ello el momento de inicio de la confección del heno, es cuando el forraje alcanzó un porcentaje de humedad cercano al 20 % y la mejor manera de determinarlo es con la ayuda de humidímetros electrónicos, que son aparatos que permiten medir la humedad y a veces la temperatura del forraje que se va a henificar.

Para la utilización de los humidímetros, se pueden emplear las siguientes metodologías:

- ♦ **Medición directa en la andana:** consiste en tomar una muestra de andana, invertirla y medir la humedad con el sensor correspondiente (figura 27).

Figura 27: Humidímetro electrónico con sensor especial para andana



El problema de este método es que cuando las andanas no presentan el volumen adecuado, se corre el riesgo de medir la humedad del suelo con las imperfecciones que esto ocasiona.

- ♦ **Confección de un rollo prueba:** se confecciona un rollo y se mide la humedad para verificar si se está trabajando dentro de los niveles correctos.

El inconveniente en este caso es que si el material a henificar está demasiado húmedo, todo el forraje del rollo se perderá.

- ♦ **Método del balde:** consiste en tomar material de la andana y ponerlo dentro de un recipiente (balde) apretándolo con la mayor compactación posible, tratando de igualar las condiciones que tendría en el rollo y después se determina la humedad con el cabezal de medición de andana.

Es necesario que el material sea mezclado para eliminar los errores de medición, por un secado desuniforme dentro de la andana.

Este es el procedimiento más aconsejable por su practicidad y exactitud, ya que a pesar que existen varios métodos, no son precisos, siendo este último el que mayor seguridad brinda.

Cualquiera sea el método utilizado para medir la humedad, se aconseja realizar no menos de cinco determinaciones en diferentes lugares de la andana o rollo, para luego obtener un resultado promedio.

En días calurosos o al mediodía, debido a la baja humedad relativa, el forraje se encuentra quebradizo y se producen pérdidas de hojas en el momento de la recolección - por tal motivo conviene comenzar a henificar a la mañana temprano, apenas se levanta el rocío, y detener la operación cuando comienza la caída de hojas por efecto de la insolación y de viento con menos humedad.

También se puede trabajar a última hora de la tarde o durante la noche hasta que la humedad del forraje no supere el 22 % o hasta la formación del rocío, que se puede observar en el brillo de los neumáticos de la enrolladora o en las correas de la enrolladora.

Para el caso de las gramíneas, se puede trabajar durante el día, ya que no sufren tanta caída de hojas y la diferencia de secado entre tallos y hojas no es tan marcada.

Hay que tener presente que cuando se henifica con un exceso de humedad, se corre el riesgo de enmohecimiento o ardido de los rollos, y cuando el forraje está demasiado seco se producen altas pérdidas de hojas y por consiguiente de calidad.

Muchas veces, se observan forrajes conservados en forma de heno que poseen toda la hoja, pero están "atabacadas" presentando un color marrón y olor agradable. Esto no es bueno ya que a pesar de la cantidad de hojas, el forraje a perdido su calidad por calentamiento produciéndose un "cocinado" de las proteínas, en detrimento del valor alimenticio.

Estos casos se dan cuando la humedad no es tan alta como para llegar a arder el pasto pero si superior al rango aconsejado para obtener calidad de forraje.

ADITIVOS QUÍMICOS

Actualmente existen productos conservantes que trabajan inhibiendo el desarrollo de la flora microbiana y que, aplicados al pasto en el momento de la confección de los rollos, posibilitan la henificación con un contenido de humedad de hasta el 25 %.

La confección de rollos o fardos con estos porcentajes de humedad, permite reducir las pérdidas de hojas a nivel del recolector y de la cámara de compactación, pudiéndose obtener rollos con un 5 a 10 % más de hojas aumentando el valor alimenticio del forraje.

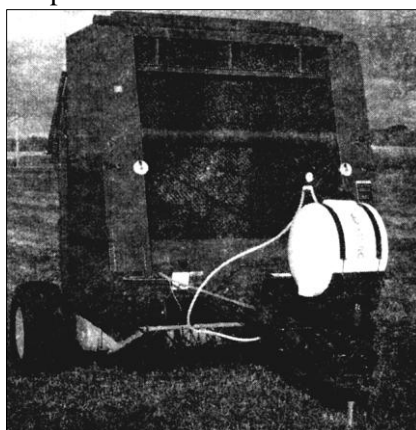
La alfalfa en pie cuando tiene un 80 % de humedad, posee una proporción del 50 % de hojas y 50 % de tallos aproximadamente pero durante todo el proceso de corte, acordonado, rastrillado y confección del heno se van perdiendo hojas (cuadro 3).

Cuadro 3: Porcentajes de hojas y tallos según el contenido de humedad

% de humedad	% hojas	% tallos
80 %	50 %	50 %
25 %	45 %	55 %
20 %	40 %	60 %
15 %	35 %	65 %

La importancia final de este tipo de productos, que son aplicados en forma líquida y asperjados sobre el recolector de la enrolladora, es que cuando la alfalfa tiene un 15 % más de hojas contiene un 35 % más de proteínas, aumentando la calidad final del forraje (figura 28).

Figura 28: Mochila aspersora de aditivos montada en la rotoenfardadora



La adopción de estos aditivos dependerá de un detallado análisis económico y de la valorización que cada establecimiento realice de la calidad del forraje conservado.

EQUIPAMIENTO Y DISEÑO CONVENIENTE DE LAS ROTOENFARDADORAS

La rotoenfardadora es la máquina que posibilitó incrementar la cantidad de forraje conservado en forma de heno en nuestro país.

Dentro de sus principales ventajas menciona las siguientes:

- ◆ Reducción del costo del kg de materia seca (MS) a la mitad con respecto al fardo convencional.
- ◆ Reducción de la mano de obra extra de la explotación.

La compactación de los rollos generalmente, es del 70% al 80% respecto de las enfardadoras prismáticas alcanzando una densidad de 95 a 200 kg/m³.

Las dimensiones varían entre 1,2 m a 1,6 m de ancho y de 1,2 m a 1,85 m de diámetro.

La forma cilíndrica no es la más aconsejada para el transporte a gran distancia, lo que dificulta la comercialización de los mismos y tampoco es la más eficiente para la estiba bajo galpón.

La ventaja es que por su forma, hace que el agua escurra y se forma una capa más o menos impermeable con las hojas, haciendo posible almacenarlo a la intemperie con pocas pérdidas si es que se tomaron las debidas precauciones. No obstante esto, el consumo del forraje conservado en forma de heno, debe hacerse antes de transcurrido un año desde su confección.

Con las dimensiones mencionadas, el peso de los rollos puede variar entre 300 y 900 kg. Por ejemplo, un rollo de alfalfa pura de 1,8 m de diámetro y 1,5 m de ancho pesa entre 600 kg a 750 kg.

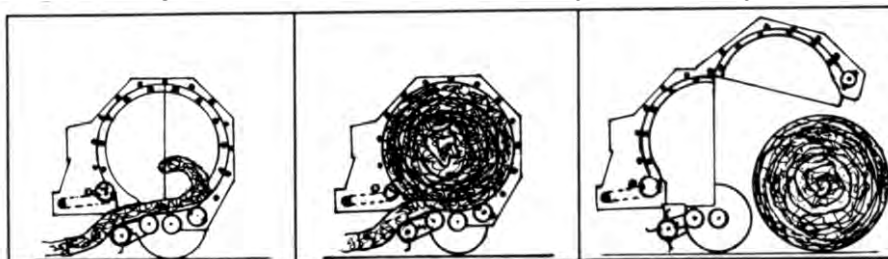
DIFERENTES DISEÑOS DE ROTOENFARDADORAS

En nuestro país existen en el mercado rotoenfardadoras nacionales e importadas, que cuentan con tecnología de avanzada. Las diferencias entre este tipo de máquinas radica en el sistema de compactación y de acuerdo a esto se las puede dividir en:

- ♦ De cámara fija o de núcleo flojo.
- ♦ De cámara variable o de núcleo compacto.

Las máquinas de cámara fija o núcleo flojo conforman un rollo, como su nombre lo indica, con menor densidad en la parte central del mismo, permitiendo un mayor pasaje de aire (figura 29).

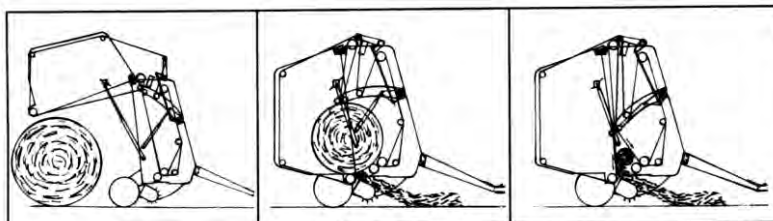
Figura 29: Rotoenfardadora cámara fija o núcleo flojo



Este tipo de rotoenfardadora realiza una fuerte compactación desde la periferia hacia el centro del rollo. Generalmente cuentan con una cámara a rodillos (Claas, Sode etc.), aunque también las hay de correas (New Idea, etc.).

Las máquinas de cámara variable, que confeccionan rollos de núcleo compacto, realizan el trabajo en forma comparable al enrollado de una alfombra y las correas longitudinales se desplazan hacia afuera, a medida que el rollo aumenta de tamaño, con una compactación uniforme en todo su diámetro pudiendo tener un poco menos de densidad hacia la periferia (figura 30).

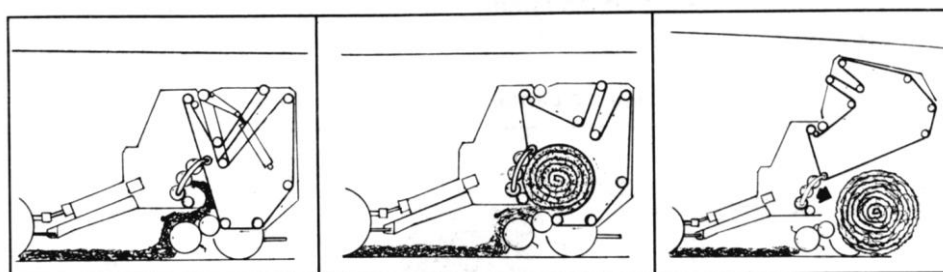
Figura 30: Rotoenfardadora de cámara variable o núcleo compacto



Este tipo de máquinas son las más difundidas en el país y actualmente existe diseños de cámara variable, que con un dispositivo opcional y regulación puede hacer rollos de núcleo flojo logrando un compactado externo semejante al de la máquinas de rodillos.

También existen diseños combinados de rodillos y correas, los que presentan una ventaja al momento de iniciar la confección del rollo, facilitando la formación del núcleo del rollo (figura 31).

Figura 31: Rotoenfardadora de cámara con rodillos y correas



CARACTERÍSTICAS DESTACABLES DE LAS ROTOENFARDADORAS

Es conveniente que la rotoenfardadora a utilizar posea un cabezal de recolección flotante, permitiendo realizar un mejor copiado de las irregularidades del terreno y evitar la incorporación de tierra al heno.

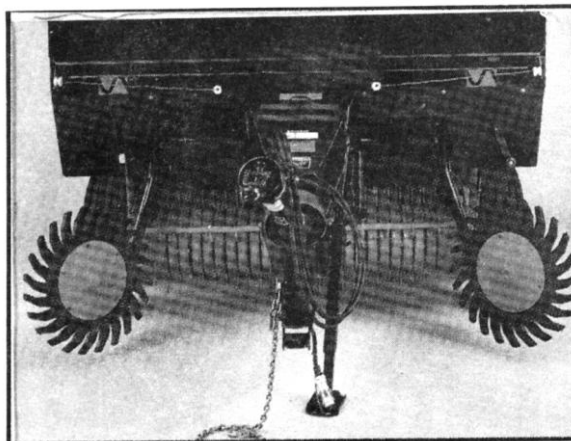
Los recolectores flotantes permiten colocar ruedas copiadoras. Estas ruedas preservan la vida útil de las púas del recolector y evitan las pérdidas de calidad que se producen cuando estas patean al forraje por cargarse de

energía al arrastrarse contra el suelo, provocando desprendimiento de hojas y entrada de tierra al material dañando los meristemas de crecimiento de las plantas.

Para facilitar la entrada del material a la cámara de compactación, sin golpear demasiado al forraje, el recolector debe ser de diámetro adecuado. De lo contrario, el recolector "amontonará" el pasto andanado hasta que ingrese a la cámara.

Para lograr un llenado uniforme de la cámara de compactación, es importante que el recolector cuente con ruedas juntadoras de andana (figura 32). Estas ruedas aumentan el ancho de trabajo del recolector y ayudan al tractorista en la tarea de alimentación correcta de la cámara, sin riesgo de pérdida de forraje por desfasado de la línea de marcha.

Figura 32: Ruedas juntadoras de andana

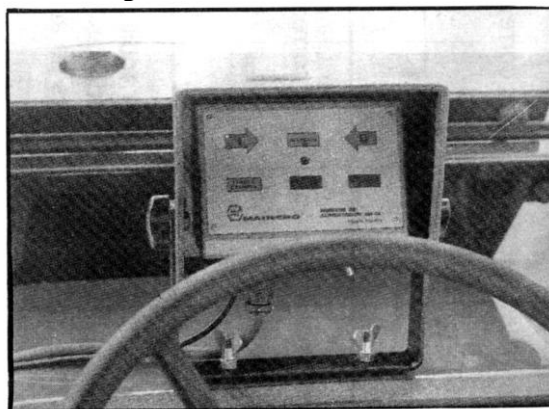


Aunque actualmente ya existen diseños de rotoenfardadoras, con un ancho de cabezal superior al de la cámara de compactación lo que también favorece a la correcta confección de los rollos.

Para reducir las pérdidas de hojas en la cámara de compactación, evitar patinaje y trabajar con la presión adecuada las correas deben ser anchas, de muy buena calidad y estar dispuestas con poco espacio de separación entre si.

También es importante, como se mencionó anteriormente, que el equipo cuente con un sistema de monitoreo electrónico de llenado de la cámara de compactación (figura 33).

Figura 33: Monitor electrónico



Este equipo consiste en dos sensores que miden la tensión de las correas laterales externas y transmiten la información a un monitor ubicado sobre el tractor informando al operador de la frecuencia del zigzagado de izquierda a derecha de la andana.

Con este equipamiento se gana en comodidad seguridad y prolijidad en el trabajo.

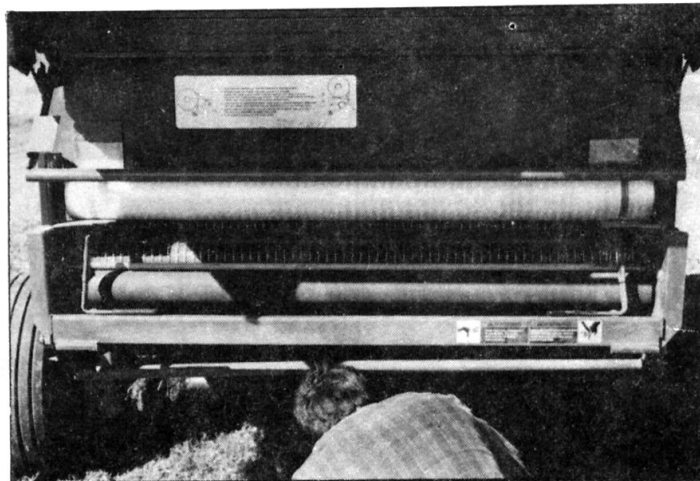
El expulsor automático de rollos brindará una mayor funcionalidad y ahorro de tiempo, aumentando de esta forma la capacidad de trabajo.

La puerta de apertura para la expulsión del rollo, debe ser lo más grande posible y abrir por la mitad de la cámara de compactación, de esta manera el rollo cae libremente y no queda atascado por rozamiento en las paredes, siendo esta una característica destacable cuando se trabaja en la confección de rollos húmedos que se destinarán a la confección de henolaje empaquetado.

En cuanto al sistema de atado, es conveniente contar con un sistema de atado de doble hilo, para reducir el tiempo de giro del rollo dentro de la cámara de compactación, disminuyendo así la pérdida de hojas y aumentando la capacidad de trabajo del equipo.

Recientemente se están equipando las máquinas con sistema de atado con malla plástica tipo red (figura 34); esto además de reducir el tiempo muerto de atado, puede disminuir las pérdidas de hojas en la periferia de los rollos.

Figura 34: Bobina de malla plástica



Se requieren 2 a 2,5 vueltas de malla para que el atado sea suficiente, sin que sea necesario un trabajo adicional, disminuyéndose el tiempo de parada para la expulsión del rollo.

El atado en red es un buen sistema para lograr mayor protección frente a la incidencia de los factores climáticos adversos (figura 35) .

Figura 35: Rollo atado con red



La protección se realiza al formarse una capa de hojas en la periferia, por ayuda de la red, que impermeabiliza el exterior del rollo, logrando disminuir las pérdidas en la cámara de compactación durante el atado, el almacenaje, traslado o suministro .

Como desventaja se puede mencionar el mayor costo de la red en comparación con el hilo, lo que lo hace aconsejado cuando se confeccionan rollos de muy alta calidad.

A las características antes mencionadas, se les debe añadir un buen manual referido al uso correcto del equipo, buen servicio mecánico y provisión de repuestos en forma rápida y a costo accesible.

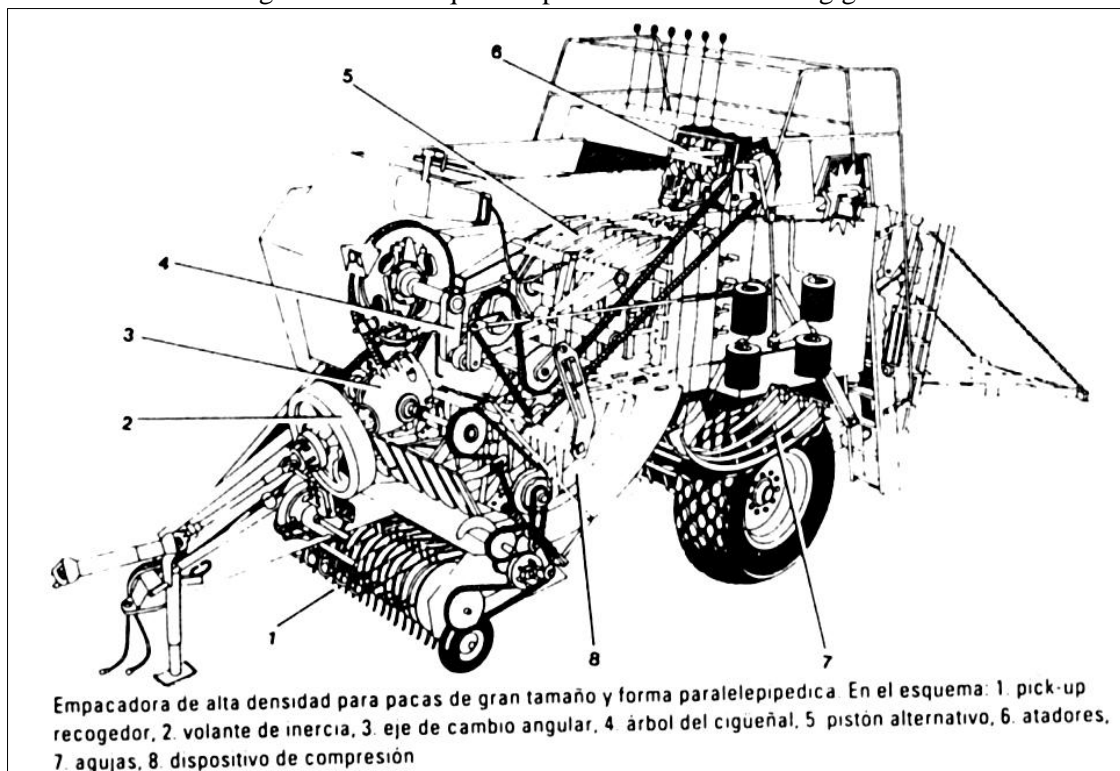
ENFARDADORAS GIGANTES

En la actualidad la novedad son las máquinas que realizan fardos gigantes (MF 5, Claas 1.100 y 1.200, Heston 4750, Case 8580).

Las dimensiones máximas que se pueden lograr con este tipo de maquinaria son de 2,4 m de largo por 1,16 m de ancho y 1,15 m de alto.

Son enfardadoras de arrastre y cuentan con un recolector bien ancho que posibilita trabajar con andanas de grandes dimensiones, una cámara de precompresión, una cámara de compresión, un pistón y 4 ó 6 atadores de hilo (figura 36).

Figura 36: Partes que componen una enfardadora gigante



La potencia requerida para confeccionar fardos medianos (2 m x 0,8 m x 0,5 m y una presión de 200 kg/cm³ para heno normal) es de 81 CV y para confecciona fardos grandes, con una presión de 280 kg/cm³, son necesarios 137 CV.

Este sistema de enfardado presenta la ventaja de facilitar y economizar el transporte, por aprovechar en forma más eficiente el espacio.

Actualmente existen en Alemania, enfardadoras autopropulsadas que sustituyen el cabezal individual por uno de gran ancho de labor que permite recoger 3 andanas en forma simultánea, además cuentan con un dispositivo de carga de los fardos gigantes en acoplados.

Cuadro 5: Enfardadoras gigantes disponibles en el mercado

Marca y modelo	Ancho [cm]	Alto [cm]	Largo [cm]	Peso [kg] (Heno de alfalfa)
MF 5	80	80	80 a 250	127 a 400
Claas 1100	80	50	80 a 200	80 a 200
Claas 1200	120	70	100 a 280	210 a 525
Heston 4750	80	87	120 a 250	208 a 435
Case 8580	118	127	150 a 274	561 a 1025

Densidad de trabajo considerada: 250 kg/cm³

En el cuadro 5 se especifican las características más importantes de los fardos gigantes que realizan las diferentes máquinas que están en el mercado.

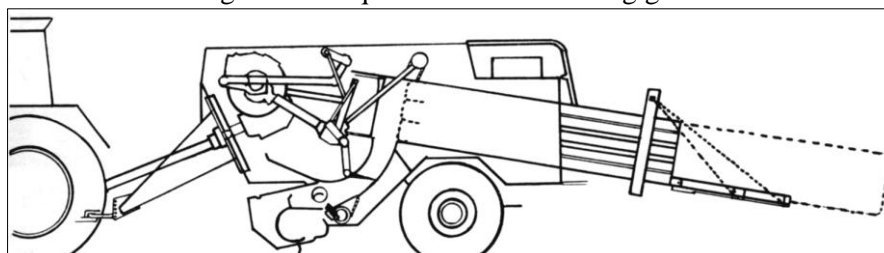
En el cuadro 6 se mencionan las características de los fardos que realiza la enfardadora disponible en nuestro país.

Cuadro 6: Características de los fardos realizados por la enfardadora común

Marca y modelo	Ancho [cm]	Alto [cm]	Largo [cm]	Potencia requerida (Heno de alfalfa)
Mainero 5700	46	36	130	40,5 CV

Las principales ventajas de algunas de las enfardadoras gigantes disponibles en el mercado son (figura 37):

Figura 37: Esquema de enfardadora gigante



- ◆ Mayor capacidad de procesado de la cámara de compactación: más kg/min de forraje compactado que las enrolladoras.
- ◆ Mayor presión de compactación (250 kg/cm^2) en heno comparado con las enrolladoras (160 kg/cm^2).
- ◆ Mayor capacidad de trabajo, al no tener que detenerse para atar y expulsar el fardo.
- ◆ Recolector más ancho, lo que permite trabajar con andanas anchas.
- ◆ Menos "amasado" en la cámara de compactación, lo que evita perder hojas.
- ◆ Mayor eficiencia en el transporte y almacenaje bajo galpón. Menor costo de cobertura por m^3 de heno.
- ◆ Mayor facilidad de suministro directo al estar confeccionado en panes, lo que permite, al cortar los hilos, cargar porciones en acoplados mixers desmenuzadores y formular raciones. En cambio, con los rollos se necesitan mixers especiales trituradores desmenuzadores tipo tirabuzón.
- ◆ Posibilidad de hacer henolaje con bajo costo de plástico.

Como desventaja se menciona:

- ◆ Alta inversión inicial.
- ◆ Falta de equipamiento de máquinas para el movimiento de fardos (tractores con palas frontales adaptadas).
- ◆ Falta de empaquetadoras para henolaje adaptadas a estas máquinas, aunque a nivel mundial ya existen disponibles en el mercado.

RESUMEN: ASPECTOS DESTACABLES PARA LOGRAR HENO DE BUENA CALIDAD

Dentro de los puntos a tener en cuenta para trabajar con las rotoenfardadoras en forma eficiente y obtener heno de calidad se destaca lo siguiente:

- ◆ Acondicionar el forraje
- ◆ Trabajar con una densidad de andana de aproximadamente 2 kg/m lineal para leguminosas y con un ancho aproximado comprendido entre los $0,90 \text{ m}$ a $1,10 \text{ m}$
- ◆ Que la andana sea continua, de volumen uniforme, esponjosa y de forma rectangular.
- ◆ El sentido de trabajo debe ser el mismo que el de corte e hilerado, de esta manera el recolector enfrenta la hoja y no el tallo facilitando la recolección evitando la pérdida de hojas.
- ◆ La presión de compactación del rollo, dependerá de la presión de cámara elegida, del forraje, del tipo y volumen de la andana, de la habilidad del operario y de la velocidad de avance del tractor.
- ◆ Andanas demasiado densas y una alta velocidad de avance de las enrolladoras, darán como resultado una deficiente compactación en los rollos de heno.
- ◆ La velocidad de avance dependerá del volumen y tipo de material que ingresa a la cámara de compactación, pudiendo variar de $4,5$ a 8 km/h .
- ◆ Para realizar rollos perfectamente cilíndricos, de compactación ideal y uniforme, es importante alimentar la cámara siempre desde un extremo.
- ◆ Mantener el rollo lo más cilíndrico posible durante el tiempo de confección, para ello existen los monitores electrónicos que mantienen al operario informado respecto de la presión y llenado de la cámara de compactación y momento de atado. Trabajar con el forraje a una presión de compactación adecuada, preservando la integridad y duración de las correas y la máquina en general. Por ejemplo:
 - Alfalfa pura 75 a 90 kg/cm^2
 - Alfalfa asociada 80 a 90 kg/cm^2
 - Alfalfa con malezas 90 a 100 kg/cm^2

○ Moha, Avena, Sorgo 90 a 110 kg/cm²

- ◆ Cuando se ata con hilo, se lo debe realizar lo más cerca posible de los extremos del rollo verificando la uniformidad de avance del atador.
- ◆ No enrollar con rocío o demasiado seco.
- ◆ Capacitar al operario -aquí conviene detenerse un momento para aclarar que se puede partir de la mejor pastura y contar con los mejores equipos para realizar el trabajo, pero sin la correcta regulación y puesta a punto de la maquinaria y fallando en determinar el momento correcto para realizar cada labor, resulta imposible conseguir calidad, siendo éstos factores dependientes de la capacidad y capacitación que los operarios hayan recibido.
- ◆ Tener siempre presente que la proteína está en la hoja y que enrollar palos es más costoso que hacer rollos de calidad.
- ◆ Por último se debe trabajar en horarios, en que la humedad del forraje esté comprendida entre el 18 % y el 22 % utilizando humidímetros electrónicos para determinarla, con lo que se evitarán errores.

Todo lo mencionado hasta el momento, está orientado hacia la obtención de forrajes conservados de calidad, debido a su directa incidencia sobre la eficiencia de la producción animal.

Como ejemplo de esto, se puede mencionar que novillos jóvenes alimentados con una dieta de heno de alta calidad (70 % de digestibilidad y 2,5 Mcal EM/kg MS), pueden tener una ganancia de peso diaria de 1.100 gramos, con un consumo de materia seca de 3,2 % del peso vivo promedio.

Esa misma categoría alimentada con heno de baja calidad (50 % de digestibilidad y 1,8 Mcal EM/kg MS), sólo podría aumentar 400 gramos por día consumiendo el 2,2 % del peso vivo.

Si se considera que un rollo de 500 kg de alfalfa cuesta en el mercado \$ 25, el cálculo sería el siguiente:

Novillos de 350 kg de peso vivo consumirán aproximadamente 11,2 kg de heno de alta calidad, con un costo de 0,56 \$/día (0,05 \$/kg de heno x 11,2 kg de consumo/ día), para producir los 1.100 g a los que se hacía referencia.

De esto se deduce que para producir 1 kilogramo de carne se necesitará 0,51 \$ de heno.

Si se realiza el mismo análisis para el heno de mala calidad, se observa que los mismos novillos considerados sólo comerán 7,7 kg de heno, a 0,05 \$/kg, estarían "gastando" \$ 0,38 para producir 400 g/día, esto indica que para ganar un kilogramo de carne, necesitaría consumir \$ 0,96 de heno.

Esto demuestra que producir un kilogramo de carne a partir de heno de mala calidad cuesta un 40 % más que el valor del kilogramo de carne en el mercado.

Si ese kilogramo se lo produce con heno de calidad, el costo del forraje representa un 75 % del valor de la carne.

Con henos pobres en calidad, resulta imposible hacer rentables los sistemas productivos de carne o leche.

COMO DISMINUIR LAS PERDIDAS DURANTE EL ALMACENAJE

Para minimizar las pérdidas durante el período de almacenaje, y conservar la calidad hasta el momento del suministro del forraje es conveniente respetar los siguientes puntos.

LUGAR DE ALMACENAJE

El predio donde se depositen los rollos confeccionados, debe ser alto y que permita el escurrimiento del agua para evitar los encharcamientos que puedan producir pérdidas del material almacenado.

También se debe tener en cuenta que los rollos no queden al reparo de árboles, para permitir el flujo de aire después que ocurran precipitaciones, acelerando de esta forma el secado del material conservado disminuyendo las pérdidas de calidad por proliferación de hongos, pudrición, etc.

SUPERFICIE

Es sabido que los rollos almacenado sufren pérdidas tanto por su parte superior como por la inferior, por lo que resulta importante que no exista un contacto directo entre el material almacenado y suelo, para evitar que éste le ceda humedad que pueda deteriorarlo.

Por ello es conveniente aislar los rollos con algún tipo de cobertura como palos, gomas, ripio etc.

A continuación se presenta el cuadro donde se establecen los porcentajes teóricos de pérdida de cantidad de materia seca en rollos de heno según el espesor de la capa de pérdida de la periferia.

Cuadro 7: Porcentaje de pérdidas en la periferia de rollos de heno de alfalfa pura

Volumen rollo [m ³]	Peso aprovechable del rollo [kg]	Espesor pérdida de periferia [cm]	% de pérdidas
3,40	544	5	10%
3,01	496	10	20%
2,64	422	15	30%
2,30	368	20	39%
1,98	316	25	47%
1,69	270	30	55%

Está considerado un rollo de 1,80 m de diámetro; 1,5 m de ancho; 608 kg y una densidad de compactación de 160 kg/cm³

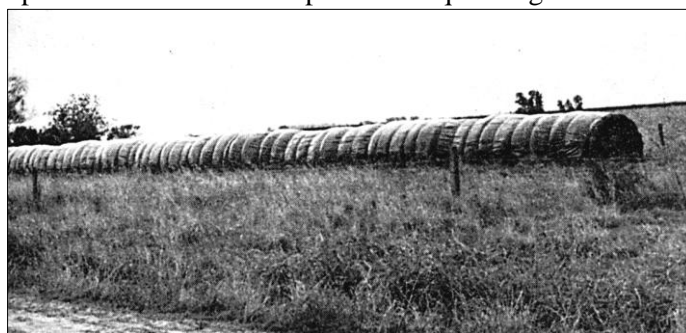
Está considerado un rollo de 1.80 m de diámetro, 1,5 m de ancho, 608 kg y una densidad de compactación de 160 kg/cm³

COBERTURA

Algún tipo de cobertura para la superficie de los rollos resulta esencial al momento del almacenaje para evitar que el agua se filtre dentro de ellos.

Puede ser una cubierta plástica que cubra a los rollos hasta la mitad de su diámetro para que el viento no la levante (figura 39).

Figura 39: La cobertura plástica resulta esencial para evitar que el agua infiltre en los rollos almacenados



Una forma de sujetar la cobertura es con riendas que pueden ser de alambre o del mismo hilo de atar con pesos en las puntas o sino con una vuelta de alambre y ajustada mediante una torniqueta.

La importancia de que la cubierta no sea mayor, es que cuando queda material suelto, el viento se introduce por debajo del nylon pudiendo llegar a levantarlo o romperlo y el agua no escurre por los laterales de los rollos sino que se deposita debajo de estos.

Heslop y Bilansky (1986), compararon rollos almacenados a la intemperie con clima seco y húmedo, hallando pérdidas que varían del 4% al 6% y del 5% al 100% respectivamente.

En cuanto al piso, Lechtenberg (1978), realizó una experiencia comparando rollos de un año a la intemperie sobre piso de tierra versus pedregullo, midiendo pérdidas del 30 % y del 15 % para cada caso considerado.

En experiencias realizadas en INTA Rafaela (Bruno, Romero y Gagiotti, 1989) se evaluaron las pérdidas de peso y calidad de rollos de alfalfa Cuf-101 confeccionados en enero y almacenados de la siguiente forma:

- 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).

Los rollos fueron almacenados durante 176 días con una precipitación de 386 mm. (siendo el promedio para la zona 548 mm.)

Los porcentajes promedios de pérdidas totales (periferia, enmohecida y contacto con el suelo) para los tratamientos sobre postes fueron de 7,1 % y para los que estaban sobre el suelo 8,1 %.

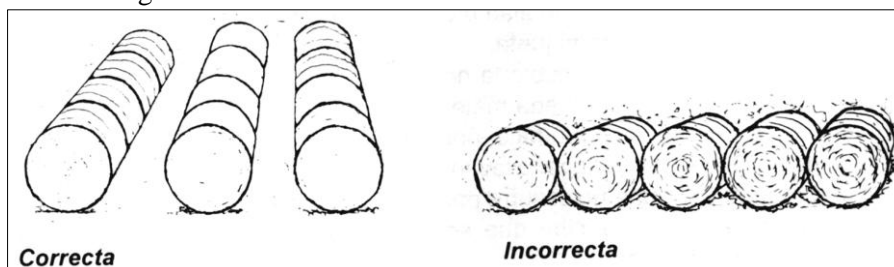
La comparación entre los tratamientos con y sin tapado fueron 5,5% y 8,6% respectivamente.

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) correspondió al tratamiento que permaneció sin tapar y en contacto con el suelo (más del 20 %) y la menor al tapado sobre postes (6 %).

El análisis por sector indicó que, en el tratamiento con mayor pérdida, el que más contribuyó a la misma fue la zona enmohecida (con el 9,4 % del peso final de los rollos) y en forma similar las otras dos (parte inferior y periferia), con alrededor del 5 %.

En todos los tratamientos la mejor calidad se mantuvo en el núcleo, disminuyendo marcadamente en los rollos que se mantuvieron sin tapar en contacto con el suelo y en las zonas enmohecidas (Romero 1992).

Figura 40: Forma correcta e incorrecta de almacenar rollos



Existen máquinas que envuelven el rollo con una película de polietileno en toda la superficie circular, dejando libres las caras planas (figura 41), permitiendo de esta manera almacenarlos uno a continuación de otro, dando una protección total contra los factores climáticos adversos.

Figura 41: Máquina envolvente de rollo depositando los rollos con sus caras planas enfrentadas para evitar daños ocasionados por los factores climáticos.



Cuando el heno que se almacena está suficientemente seco y se lo protege de las adversidades climáticas, las pérdidas producidas hasta el momento de su utilización son escasas.

UBICACIÓN Y DIRECCIÓN

La forma correcta de ubicar los rollos es apareados por sus caras planas formando hileras, las que deben tener la orientación de los vientos predominantes para favorecer el paso del aire entre ellas, eliminando la humedad que se pueda acumular luego de la ocurrencia de las precipitaciones (figura 40).

DISTANCIA ENTRE HILERAS

Entre las distintas hileras, debe existir una separación de por lo menos un metro, para que el aire corra libremente entre ellas favoreciendo el oreado después de la ocurrencia de las precipitaciones.

Cada 4 ó 5 hileras se puede dejar una distancia como para pasar con algún tipo de implemento, que permita realizar un contrafuego en el caso que se arda o incendie algún rollo.

CATEGORIZACIÓN DEL HENO DURANTE EL ALMACENAJE

Cuando se realiza el almacenaje, es muy importante categorizar los rollos o fardos según su calidad, en por lo menos cuatro categorías.

Esto significa guardar los mejores rollos separados de los que presentan calidad inferior.

Es sabido que muchas veces, a pesar del esfuerzo realizado, alguna lluvia puede alterar la calidad del material andanado.

Otras veces la calidad se puede ver afectada por el estado fenológico o por presencia de malezas al momento del corte. En cualquiera de estos casos conviene separar los rollos, de los que tengan buena calidad.

Esta práctica permite eficientizar el aprovechamiento del forraje conservado, ya que animales de alta producción serán alimentados con heno que asegure cubrir sus requerimientos, manteniendo niveles de producción estables a lo largo del año.

DIAGNOSTICO DURANTE EL ALMACENAJE DE LAS CONDICIONES DE CONFECCIÓN

El color que presenta un rollo es un elemento que puede servir para establecer bajo que condiciones fue confeccionado.

Así por ejemplo, un rollo **color verde**, lo más parecido a la planta viva muestra una buena calidad de heno.

Un **color amarillento**, indica que el heno ha sido expuesto durante demasiado tiempo al sol, llegando al extremo del **color blanquecino**, donde ha ocurrido la destrucción de carotenos y provitamina A, produciéndose las mayores pérdidas por respiración.

Estas son pérdidas fáciles de ser controladas, ya que este fenómeno ocurre por lo general cuando se corta más pasto del que se tiene capacidad de enrollar, por lo tanto se debe tener en cuenta el dimensionamiento de los equipos y la capacidad de trabajo de cada máquina a los efectos de no perder calidad por falta de eficiencia.

El **color castaño** indica la acción de lluvias durante el período de secado, o que el forraje ha sido cortado en un estado de madurez avanzada.

El **color oscuro o negro** muestra un exceso de fermentación y elevada temperatura del heno, por haber sido confeccionado con demasiada humedad.

Además, estos rollos pueden presentar manchas blanquecinas debidas a proliferación de mohos.

En tal caso se debe tener especial cuidado a que categoría de animales suministrado este forraje debido a que estos hongos en dosis elevadas producen abortos.

SUMINISTRO

Otro aspecto a tener en cuenta es la eficiencia con que se realice el suministro, ya que una mala implementación del mismo puede dar por tierra con todo el esfuerzo realizado en minimizar las pérdidas durante la confección y el almacenaje.

Dentro de los factores que afectan la eficiencia en el suministro, se encuentran:

- ◆ Forma de suministro.
- ◆ Hambre del animal.
- ◆ Calidad del heno.

Desde ya que cuando el animal tiene hambre, el desperdicio es mínimo.

Pero a medida que este factor no es limitante, la forma de suministro y la calidad comienzan a ser importantes.

Como primera medida se debe tener en cuenta que cuando se trabaja con suministro directo de rollos, deben quitarse los hilos de atado y acumularlos fuera de los corrales, ya que pueden provocar muerte por asfixia al ser ingeridos por el animal.

Los rollos deben suministrarse parados, apoyados sobre sus caras planas dentro de aros metálicos, calculando una cantidad de 40 a 50 animales por rollo (figura 42).

Figura 42: Los aros comederos ayudan a disminuir las pérdidas durante el suministro



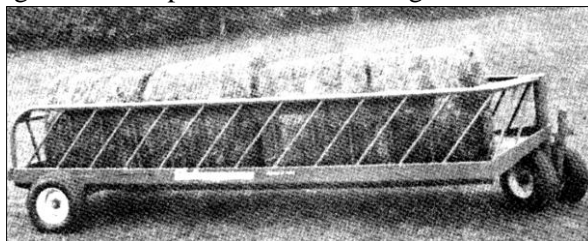
Con respecto a los aros comederos, existen diferentes diseños que apuntan a evitar que el animal saque la cabeza del portarrollo para comer fuera de él.

Experiencias prácticas demuestran una considerable disminución del desperdicio, cuando el aro posee barras oblicuas en lugar de las verticales convencionales, esto hace que cuando el animal busca retirar la cabeza "tirando" del rollo, golpea con las barandas, obligándolo a comer en el interior del corralito.

Para facilitar el suministro directo de rollos a un número importante de animales, se pueden utilizar acoplados con una capacidad de 2 - 4 hasta 6 rollos.

Los rollos son cargados con un cargador convencional, de a uno por vez, en su parte trasera y luego son empujados unos con otros hasta completar la carga (figura 43).

Figura 43: Acoplado racionador cargado con 4 rollos



Estos acoplados pueden ser usados además, como comedero para rollo molido con grano, para lo cual se les debe agregar y adecuar chapas laterales.

También se los puede utilizar enganchados detrás de una cortapicadora convencional, sirviendo como acoplados forrajeros para suministro diario de pasto verde.

Otro sistema de suministro puede ser desenrollando el heno como si fuese una alfombra y poner un alambre eléctrico para que el animal no lo pise, logrando un mayor frente de ataque aunque las pérdidas de material son mayores por un mayor manipuleo del forraje.

También se puede recurrir al desmenuzado o molido, en este caso, para una adecuada distribución de rollos y raciones, es necesario disponer de equipos desmenuzadores de rollos y sistema de mezclado.

Se debe tener presente que a mayor calidad del rollo, mayor digestibilidad, mayor consumo y por consiguiente mayor producción. Mientras que con la implementación del molido no se mejora la calidad del heno; lo que se logra es incrementar el consumo ya que al tener menor tamaño las partículas, se mejora la tasa de pasaje a nivel ruminal, pero no la digestibilidad del forraje. Además resulta conveniente para balancear la dieta de animales en engorde intensivo o tambos de alta producción ya que el molido posibilita el mezclado.

SÍNTESIS DE ALMACENAJE Y SUMINISTRO

- ◆ Almacenar en lugar alto y bien drenado
- ◆ Colocar los rollos pegados por sus caras planas formando hileras en sentido de los vientos predominantes.
- ◆ Dejar un metro entre hileras de rollos.
- ◆ Suministrar utilizando aros comederos, o desmenuzado en bateas.

PROPUESTA DE METODOLOGÍA DE TOMA DE MUESTRAS PARA HENO

Para uniformar y estandarizar la toma de muestras destinadas al análisis de los diferentes forrajes conservados, surge en primer lugar la necesidad de definir el lote del que se van a extraer las muestras: **lote** es el mismo corte realizado en la misma etapa de madurez, de la misma especie y variedad, del mismo campo y en el mismo momento.

Es de vital importancia separar lotes que hayan sufrido lluvias o zonas que contengan más malezas, con diferentes condiciones de suelo o que hayan recibido diferentes tratamientos.

Se deberá muestrear en una proporción del 10 % eligiendo los rollos al azar extrayendo una submuestra por rollo.

Si la hilera de rollos tiene orientación norte-sur (que es lo correcto) se sacarán la mitad de las submuestras del lado norte y la otra mitad del lado sur. En caso que la hilera de rollos tenga otra orientación, se procederá de la misma forma (50 % para cada lado de la hilera).

Luego se mezclará en forma homogénea todo el material separando la porción de muestra para enviar al laboratorio.

Esta muestra deberá tener un peso mínimo de 200 gr y será colocada en una bolsa para freezer cerrada. Esta bolsa se colocará dentro de otra bolsa de las mismas características, convenientemente identificada con una etiqueta interna escrita con lápiz, cuidando que no se perfore, y trasladada preferentemente en un lugar fresco, para evitar alteraciones en el contenido de humedad de la misma.

En el caso que sea posible se podrá determinar la humedad secando el forraje a 60° C de temperatura constante durante 24 hs o bien con un microonda midiendo las diferencias de pesos por pérdida de humedad hasta llegar a un peso constante.

EQUIPO DE MUESTREO

Para la extracción de las muestras se deben utilizar caladores de un diámetro interno de 31,7 mm (1 ¼ de pulgada) con un buen filo en la punta para evitar desgarraduras del material.

La forma correcta de obtención de material para el análisis, es llegando hasta las tres cuartas partes del radio del rollo para que ésta sea representativa del total de la masa del rollo. En ningún caso será eliminada la porción de material que corresponda a la periferia del rollo.

Cualquiera sea el método de análisis (químico o del NIRS) es muy importante realizar un examen visual del material a analizar, como color, olor y presencia de materiales extraño (malezas, tierra, etc.) lo que ayudará para integrar los resultados y sacar conclusiones, para lo cual se deberá confeccionar una planilla con ítems preestablecidos.

En el caso de heno se aconseja realizar análisis de materia seca (MS), proteína bruta (PB) y digestibilidad.

A continuación se presenta el cuadro con los diferentes estándares de calidad de alfalfa, extraído de Nebraska Alfalfa Marketing Association Quality Standard.

Cuadro 9: Estándares de calidad de forraje de alfalfa
Nebraska Alfalfa Marketing Association Quality Standards (USA 1993)

Calidad	PC [%]	FDA [%]	FDN [%]	DMS [%]	CMS [%]	VRA	Momento de corte
Súper	> 19	<31	<40	>65	>3,0	>151	Prefloración
1	17-19	31-35	40-46	62-65	3,0-2,6	125-151	10% floración
2	14-16	36-40	47-53	58-61	2,5-2,3	103-124	50% floración
3	11-13	41-42	54-60	56-57	2,2-2,0	87-102	100% floración
4	8-10	43-45	61-65	53-55	1,9-1,8	75-86	
5	<8	>45	>65	<53	<1,8	<75	

REFERENCIAS

PC: Proteína cruda: Mide la cantidad total de nitrógeno proteico y no proteico; sirve para calcular la cantidad de proteínas que se dispondrán en el rumen.

FDA: Fibra detergente ácido: es la porción total de la fibra que es relativamente no digerible. Con el valor de FDA se puede calcular la digestibilidad del alimento.

FDN: Fibra detergente neutro: Mide la cantidad total de fibra de un alimento. Es un valor con el que se puede calcular el consumo de materia seca de un determinado alimento.

DMS: Dígestibilidad de la materia seca: es el porcentaje del alimento que realmente está disponible para ser aprovechado por el animal.

CMS: Consumo de materia seca: Indica la cantidad de materia seca capaz de ser consumida por el ganado. Se expresa en porcentaje del peso vivo de la categoría (animal) que se considere.

VRA: Valor relativo de; alimento: Es un índice que se utiliza para comparar la calidad de los forrajes en relación con el valor alimenticio de la alfalfa en plena floración.

Mientras más elevado sea el porcentaje de PC y menores los niveles de FDA y FDN, mayores serán los porcentajes de DMS, CMS y VRA.

RECOMENDACIONES FINALES

A continuación se detallan algunos de los conceptos más importantes a tener presente para obtener heno de calidad.

- ◆ Partir de un material sano y libre de malezas.
- ◆ Realizar el corte con la maquinaria adecuada y cuchillas afiladas.
- ◆ Reducir al mínimo el tiempo de permanencia de; forraje en el campo.
- ◆ Confeccionar andanas de forma y volumen uniforme.
- ◆ Enrollar con humedad aproximada al 20 %.
- ◆ Almacenar en forma y lugar adecuado.
- ◆ Tapar los rollos almacenados.

- ◆ Categorizar el heno según su calidad.
- ◆ Suministrar utilizando aro comedero o desmenuzado en bateas.
- ◆ Realizar análisis de calidad del alimento que se suministra al ganado.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Andrieu, J. - Demarquilly, C. - WegatLitre, E. et Weiss, Ph. Prévísión de la valeur énergétique des foins. In: Prévísión de la valeur nutritive des aliments des ruminants Ed INRA Versailles, Francia 119-128. 1981.
- Animal Feed Science and Technology, 40, 109-119. 1993.
- ASAE, 1981. Agricultura; Engineers Yearbook, St Joseph, Michigan, USA.
- ASAE, 1982-1983. Agricultural Engineers Yearbook, St. Joseph, Michigan, USA.
- Avances en henificación. Revista CREA NI 140. Dic. 1989.
- Bainer, R. - Kepner, R. y Barger, E. Principles of Farm Machinery. Octubre 1955.
- Brero, R. Nociones básicas de conservación de forrajes. Boletín de divulgación técnica NI 10. INTA Rafaela. 1978.
- Bruno, O. - Romero, L - Ganggiotti, M. Influencia del período de desfourrages- Cas du foin en grosses bailes cylindriques. Institute National Agronomique Paris Grignon. Marzo 1991.
- Censo Nacional Agropecuario 1988, datos publicados por el INDEC.
- Danelón, J. Factores que influyen sobre la calidad del heno. Primer congreso mundial sobre producción, utilización y conservación de forrajes empleados en la alimentación de la ganadería vacuna - FORRAJES '92. Nov. 1992.
- Danelón, J. Lo que hay que saber sobre henificación. Ciencia Pura Agropecuaria NI 12. 1992.
- De Montard, F. L'action des facteurs climatiques sur la croissance de l'herbe. Exemple d'une prairie a Agrostis sonnaise et Poa pratensis des Monts d'Auvergne. Fourrage, 85, 39-52. 1981.
- Deere & Co. Fundamentos de funcionamiento de maquinaria. Cosecha de heno y forraje. 1976.
- Deere & Co. Manual del operador rotofardadora 435 y 535. Edición 1992.
- Hijano, E. Subprograma Alfalfa INTA. 1993.
- Hunt, D. Maquinaria agrícola. Universidad de Illinois. 1983.
- INTA MEPROLE, Calidad de las reservas forrajeras. Muestreo de henos 1992.
- Encuesta agropecuaria Ministerio de Economía, 1992 (datos definitivos). INTA MEPROLE. 1993.
- Josifovich, J. Pérdidas en la henificación y el ensilado. Información técnica NO 65. INTA Pergamino
- García Espil, A. Evaluación de Recursos Forrajeros. 1ª edición. CREA. Abril 1991.
- García, A. A study of the performance and economics of hay conditioners. Report of the special problem. Summer 1964.
- Hanson, C. Ciencia y Tecnología de la alfalfa. Tomo 1 y H. American Society of agronomy, Inc. 1976.
- Henificación. CREA. Cuaderno de Actualización Técnica NO 48. Julio 1990.
- Henificando a la europea. Revista Dinámica Rural. Enero 1986.
- Hijano, E. Enfermedades de la alfalfa. Agro de Cuyo. Boletín NI 1. INTA Manfredi. 1993.
- Kjelgaard, W. Energy and time needs in forage systems. Trans. of the ASAE. Vol.22 NI 03. 1979~
- Koegel, R., Strau, R. y Walgenbach, R. Cuantificación de pérdidas mecánicas en la cosecha de forraje. Trans. of the ASAE. July-August 1985.
- Krishnamoorthy, U. - Steingass, H. and Menke, K. Preliminary observations on the relationship between gas production and microbial protein synthesis in vitro. Arch. Anim. Nutr. Berlín 41-5, 521-526. 1991.
- Luder, W. Influence des conditions climatiques et du peuplement sur le processus de séchage des fourrages. Bu; FAT, 6. 1974.
- Macdonald, A. and Clark A. Water and quality loss during field drying of hay. Department of crop science. University of Guelph. Canada 1987.
- Mazzanti, A. Subprograma Forrajeras INTA.
- Mazetto, F. Máquinas para la recolección de forrajes. Máquinas y Tractores agrícolas NI 7. Madrid. Junio 1992.
- McDonald, P. and Whittembury, R. Pérdidas durante el ensilado. Escuela de Agricultura de Edimburgo. 1968.
- Mondino, M. - Bruno, O. - Romero, L Ganggiotti, M. y Fernández, H. Conservación de forrajes. Reunión técnica para profesionales de las Ciencias Agrarias. Agosto 1988.
- Morgan, D. - Osman, M. and Hickman, S. A mathematical model of an apparatus for the assessment of the length distribution of chopped forage. J. Agric. Enging Res. 1984.
- Mueller, J. Subprograma Rumiantes Menores INTA. 1992.
- Pozzo, L. y Barrenechea, A. Alfalfa para animales lecheros.
- Rearte, D. Documento Programa Nacional de Producción Animal 1. INTA Junio 1993.
- Regés, A., El ensayo de Regés, Revista Infortambo noviembre 1992. Pag. 26.
- Reservas de forrajes. Fascículo de orientación técnica No 6. Suplemento de la revista Nuestro Holando. Año 1978.
- Revista Soloforraje. Editorial Laboreo S.A. Madrid. Marzo 1987.
- Romero, L. - Giordano, J. - Bruno, O. Efecto de; acondicionamiento mecánico sobre la tasa de secado de la alfalfa para heno. INTA PROPEFO Rafaela. Febrero 1995
- Roybal, J. El acondicionamiento químico enfrenta un brillante porvenir. Revista Cultivar 2000 Año 1, NI 111.
- Russell, J. - Yoder, S. and Marley, S. The effects of bale density, type of binding and storage surface on the chemical composition, nutrient recovery and digestibility of large round hay bales. Animal Feed Science and Technology, 29(1990) 131-145.
- Savoie, P. The analysis of forage harvest, storage and feeding systems. A dissertation for the degree Doctor of Philosophy, Michigan. State University. USA. 1982.

- Scales, G. - Moss, R. and Quin, B. Storage losses in round hay bales. New Zealand Grassland Association, 42- 223-6 (1981).
21 Jornadas sobre Producción Intensiva de Carne. Revista Marca Líquida. Julio 1993.
Servicio de información técnica AACREA. Reservas de forrajes. 1969.
Sheaffer, C. and Neal, P. Hay preservation. Agricultura; Extensión folder 489 (1979). Extensión Service University of Minnesota.
Sherwood, T. The drying of solids ind. Eng. Chem. 21,1 12~16. 1929.
Thomas, C. Forrage conservation in the 80's. British Grassland Society. 1979.
Thomas, H. and Norris, J. The influence
Watson, S. et Nash, M. The conservation of grass and forage crops. Ed. Oliver and Boy. London. 1960,
Wernli, C. La conservación de forrajes en la producción lechera. Reunión técnica para profesionales de las Ciencias Agrarias. Agosto 1988.
Whitney, L. - Agramal, H. et Livingston, R. Stomatal effects on high temperature, short time drying of alfalfa leaves. Trans. ASAE. 769771. 1969.
Willkinson, R. and Hajj, C. Respiration heat of harvested forage. Tran. ASAE. 9-424-427. 1966.
Wood, J. and Parkei-J. Respiration during the drying of hay. J. Agr. Eng. Res., 16-179-191. 1971.
Zubizarreta, J. Reservas, uso y análisis. Revista CREA 155. Junio-julio 1992.

[Volver a: Reservas: Henos](#)