

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 rastrillos también son utilizados cuando es necesario juntar hileras de escaso volumen, para hacer más eficiente el trabajo de las rotoenfardadoras y disminuir la pérdida de material de alta calidad en la recolección, como se expresó anteriormente.

Con la capacidad de trabajo que tienen las rotoenfardadoras de nueva generación o las megaenfardadoras, las mismas pueden trabajar con hileras de 5 a 7 kg/m lineal de andana (dependiendo de su diseño y capacidad), haciendo un correcto amasado del forraje dentro de la cámara de compactación.

## 2.5 Arquitectura de la hilera rastrillada

Para lograr rollos de una arquitectura correcta, se debería confeccionar hileras que tengan un ancho similar a la mitad del ancho del recolector de la rotoenfardadora, de modo tal que permita maniobrar la misma cargando en forma uniforme todo el ancho de la cámara de compactación (Figuras 7-20 y 7-21).



Figura 7-20 Gavilla mal confeccionada por falta de velocidad en rastrillado, que deriva en un rollo con forma de reloj de arena.

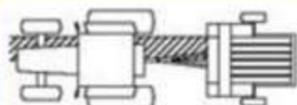
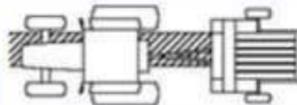
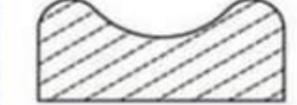
	Forma de camellón	Forma de fardo resultante
Formación de camellón correcta	 Ancho de camellón igual o menor a la mitad del ancho de la cámara de fardos	 Forma correcta
	 Ancho de camellón igual al ancho de la cámara de fardos	 Forma correcta
	 Camellón con una sección transversal uniforme	 Forma correcta
Formación de camellón incorrecta	 Ancho de camellón mayor a la mitad pero menor al ancho completo de la cámara de fardos	 Forma de barril
	 Camellón con más material en los bordes que en el centro	 Forma de reloj de arena
	 Camellón con más material en el centro que en los bordes	 Forma de barril

Figura 7-21 Recomendaciones de arquitectura de una hilera para confeccionar correctamente un rollo. Fuente: Manual de usuario de Rotoenfardadoras AGCO 2013.

# 8 Confección del Heno



El heno es un método de conservación de forraje seco (menos de 20 % de humedad) y se puede clasificar de acuerdo a la máquina que se utiliza para confeccionarlo y por ende, a la estructura física y el largo de fibra promedio en su presentación final (Tabla 8-1).

## 1. Características destacables en las rotoenfardadoras

El mercado de las rotoenfardadoras, ha mostrado una gran evolución en cuanto a prestaciones y diseños que hacen que el trabajo tenga gran excelencia, además de una alta performance en cuanto a su capacidad de trabajo.

Cuando se elige una máquina para recolección del forraje cortado, se deben tener en cuenta dos aspectos fundamentales.

- Que presenten una alta capacidad de trabajo, reduciendo los tiempos muertos, para poder recoger la mayor cantidad de forraje en el momento óptimo de confección (20 % de humedad), a los fines de que se incremente la cantidad de heno de alta calidad producido a lo largo de la campaña.
- Que el forraje sea tratado lo más delicadamente posible, reduciendo el número de impactos y los quiebres en la dirección de tránsito del forraje para reducir el consumo de potencia requerida y minimizar las pérdidas de MS.

En la Argentina, el parque de rotoenfardadoras se encuentra generalizado al uso de máquinas de 1,56 m de ancho y 1,80 m de diámetro. Hasta el año 2008, solo el 10 % de las ventas anuales co-

**Tabla 8-1** Distintas alternativas de presentación del heno.

Presentaciones del Heno	Máquina utilizada	Presentación de la Fibra	Largo de fibra teórico
Fardo	Enfardadora	Planta entera o fibra muy larga	Desde 20 a + 60cm, según condiciones del cultivo a henificar
Rollo	Rotoenfardadora convencional	Planta entera o Fibra muy larga	Desde 20 a + 60cm, según condiciones del cultivo a henificar
	Rotoenfardadora con cutter	Fibra procesada con cutter	Entre 15 y 7cm según el número de cuchillas
Megafardo	Megaenfardadora estándar	Planta entera o Fibra muy larga	Desde 20 a + 60cm, según condiciones del cultivo a henificar
	Megaenfardadora con cutter	Fibra procesada con cutter	Entre 7 y 4 cm según el número de cuchillas
Heno picado y embolsado	Picadora con cabezal pick up	Fibra procesada (picada)	De 2 a 5cm

respondían a máquinas de 1,20 m de ancho de cámara, pero desde el año 2011, entre el 40 y el 50 % de las máquinas comercializadas anualmente tienen un ancho de cámara de 1,20 m. Este incremento corresponde a que este ancho de cámara permite confeccionar rollos con dimensiones apropiadas para transportarlo sobre un carretón, sin exceder la medida reglamentaria de transporte que es de 2,40 m.

A continuación, se realizará un repaso por las principales características, en una rotoenfardadora de nueva generación.

### 1.1 Recolector

La primera característica buscada en el recolector es que su diámetro sea el menor posible, de manera tal que se facilite "la carga" del forraje, evitando impactos innecesarios en un material que es muy susceptible de perder hojas.

Cuanto menor sea el diámetro del cabezal recolector, más fácilmente se podrá alimentar el forraje y el flujo del mismo será continuo y delicado, permitiendo una mejor compactación del heno dentro de la cámara de la rotoenfardadora (Figura 8-1).

En la actualidad se ofrece en el mercado, recolectores que cuentan con un rodillo que va sujetando, acomodando y "pre comprimiendo" el forraje al momento de la recolección (Figura 8-2). Esto mejora el trabajo tanto en situaciones de mucho forraje como de poco forraje en las andanas, permitiendo una mayor velocidad de avance, lo que se traduce en mayor productividad y menor cantidad de pérdidas durante la recolección.

Una de las condiciones que hoy se está generalizando en el mercado, es un recolector más ancho que la cámara de compactación, para facilitar la carga lateral del forraje sobre los costados de la cámara, mejorando las condiciones de operación e incrementando la densidad en los laterales del rollo, para un mejor aprovechamiento de todo el volumen útil de la cámara de compactación, con el incremento de productividad y mejora en el almacenaje que eso significa (Figura 8-3).

El forraje de la andana se recolecta normalmente y es trasladado hacia el lateral de cámara de compactación por un sinfín lateral, asegurando que todo el forraje sea recolectado, con mayor facilidad y comodidad para el operador (Figura 8-4).

En algunos diseños estos recolectores anchos tienden a ser reemplazados por ruedas de entrega lateral en un recolector convencional, que si bien realizan un trabajo similar, suman un impacto más en el flujo del heno, con las consiguientes pérdidas (Figura 8-5).

Otra de las ventajas de estos recolectores anchos, es que vienen acompañados de un alimentador o acelerador de forraje interno (ubicado por detrás de recolector), que tal como su nombre lo indica "aceleran" el forraje hacia el interior de la cámara



**Figura 8-1** Detalle de recolector rotoenfardadora.



# Simple, Rollos bien hechos siempre.

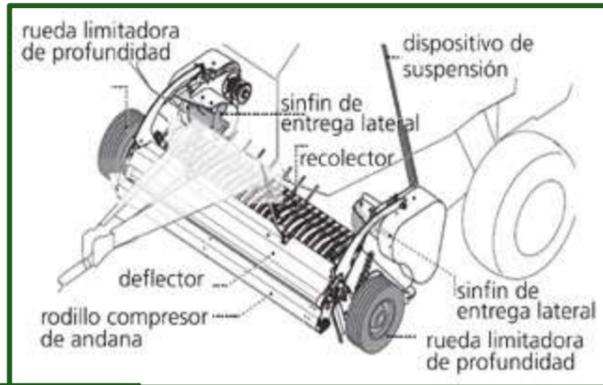


Mainero, la línea de Rotoenfardadoras más completa del mercado, con la mecánica más simple. Alta capacidad de compactación, gran productividad y el mayor rendimiento.





**Figura 8-2** Rodillo flotante de pre-compresión del forraje que mejora las condiciones de recolección.



**Figura 8-3** Recolector más ancho que la cámara de compactación.



**Figura 8-5** Ruedas de alimentación lateral en máquinas con recolector de igual ancho que la cámara de compactación.



de compactación, permitiendo un flujo de material más limpio y mayor velocidad de avance con menor riesgo de atascamientos (Figura 8-6).

Como última característica destacable de los recolectores, diremos que tienen un mejor desempeño



**Figura 8-6** Rotores alimentadores o aceleradores del forraje al interior de la cámara de compactación, que se ubican posteriores a los recolectores.



**Figura 8-4** Detalle de distintos modelos de sinfín de alimentación lateral de recolector ancho.



**Figura 8-7** Rueda de copiado con regulación de altura ajustable, con un sistema de pernos (arriba). A su vez, en algunos modelos las ruedas pueden ser removidas para disminuir el ancho de transporte a 2,40m (abajo).



**Figura 8-8** Esquema de recolector con ruedas limitadoras de profundidad.



**Figura 8-9** A: resorte de flotación. B: reguación de altura del recolector. C: regulación de rueda limitadora de profundidad.

cuando los mismos son flotantes y poseen rueda de copiado (Figura 8-7).

Esto se debe a que, cuando se trabaja en terrenos o campos nuevos y/o desperejados o cuando se está henificando en pasturas subtropicales, que tienden a formar matas de tamaño considerable, se corre el riesgo que los dientes del recolector impacten el suelo con el inconveniente que esto significa. En primer lugar los resortes del diente del recolector se cargan de inercia, que cuando es liberada se traduce en un fuerte impacto en el forraje, provocando el desprendimiento o caída de las hojas.

Por otra parte no se debe dejar de pensar en el costo de reparación de estos dientes que, cuando no están, o bien se encuentran deteriorados, afectan en mayor o menor medida la capacidad de recolección y por lo tanto producen diferentes niveles de pérdida de MS.

Un aspecto a considerar en estas ruedas es que su correcta regulación, es por debajo de la altura de recolección, para evitar impactos, pero no deben estar tocando constantemente el suelo para disminuir su desgaste.

Las ruedas limitadoras de altura de recolección no deben soportar todo el peso del recolector (Figura 8-8), dado que trabajan solidarias con los resortes de flotación, para impedir que el recolector entre en contacto con la tierra. La tensión de los resortes de flotación del recolector viene regulada de fábrica (Figura 8-9), de forma tal que al aplicar entre 25-35 kg de presión en el centro de la rueda se levanta el recolector, evitando así que los dientes entren en contacto con el suelo.

Al respecto diremos que la altura de recolección recomendable, es alrededor de 2 cm por debajo de la altura de corte (la que depende de la especie y pastura cortada como se aclaró anteriormente) y que la rueda de copiado, debe estar 1,5 cm por debajo de la altura de recolección, para evitar cualquier impacto durante el trabajo.

Cabe aclarar que cuando se trabaja con andanas de gran volumen y pastos altos (plantas largas), es más fácil realizar la recolección del forraje por lo que se puede incrementar la altura de recolección, para evitar siempre el contacto de los dientes del recolector con cualquier elemento extraño o el suelo.

Resumiendo se debe trabajar a la mayor altura de recolección permitida, siempre que no se deje material sin recoger, regulando la altura de copiado por debajo de la altura del recolector.

### 1.2 Cámara de compactación

Existen a nivel mundial dos sistemas principales de rotoenfardadoras:

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

En nuestro país se encuentra generalizado el uso de las máquinas de cámara variable o de núcleo compacto, por la mayor compactación que producen, mejorando la productividad de ellas y la eficiencia en el transporte, almacenamiento y suministro del heno.

Otra de las ventajas además de la mayor compactación es el menor porcentaje de pérdidas de material, debido a su sistema de trabajo.

De acuerdo a los ensayos realizados por Koegel y colaboradores, ya en el año 1985 se muestra que, el porcentaje de pérdidas de las máquinas de cámara fija o rodillo es mayor que las de cámara variable o correas (Tabla 8-2).

La amplia difusión que se observa de las máquinas de cámara fija en países del continente europeo por ejemplo, se debe a que en esos países se recoge el residuo de cosecha, como fuente de fibra (aunque su calidad sea realmente pobre) y como fuente de aprovisionamiento para las plantas de

*Pérdidas de MS de acuerdo al tipo de rotoenfardadoras. Se expresan los porcentajes totales sobre la MS de heno producido.*

Tabla 8-2

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

biocombustibles, tal como está ocurriendo en la actualidad. También en los países fríos se utilizan los rollos de rastrojo de cosecha para cama en los Feed Lots, para que los animales soporten la nieve y el frío.

En las máquinas de núcleo flojo, la cámara de compresión de los rollos está constituida por una parte fija y una móvil (compuerta trasera). En la mayoría de los modelos de este tipo, la primer parte contiene rodillos cilíndricos con aristas de fricción cada uno, pudiendo existir un alimentador o rotor estelar que fuerza la entrada del material a dicha cámara que proviene del recolector. La segunda parte de la cámara, (puerta trasera), se abre y cierra por acción de pistones hidráulicos que se ubican en los laterales de éstas, está constituida por un bastidor semicircular, que guían dos cadenas giratorias unidas por barrotes redondos (rastra), de forma tal que permiten darle cierre y acompañar el movimiento circular durante la conformación del rollo (Figura 8-10).

Claas ha diseñado un nuevo sistema de cámara fija que monta 16 rodillos de acero, pero con la diferencia que posee un segmento de 3 rodillos oscilantes, que van ubicados en la compuerta trasera, los cuales se encargan de ofrecer la presión adicional. Al iniciar cada nuevo rollo, los tres rodillos oscilantes, denominados MPS, se posicionan dentro de la cámara de compactación y a medida que va aumentando el diámetro del rollo, el pasto presiona estos rodillos hacia afuera, permitiendo que el rollo reciba una pequeña compactación desde el mismo núcleo (Figura 8-11).

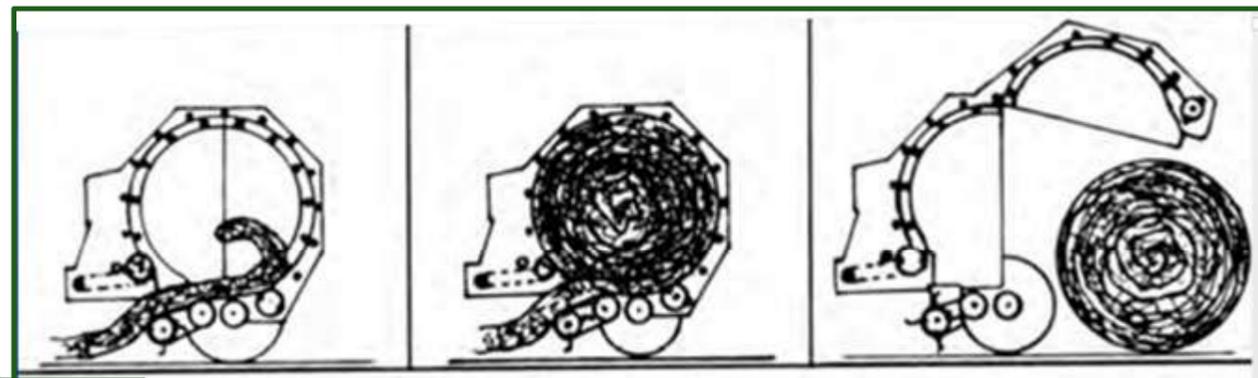


Figura 8-10 Esquema de funcionamiento de una rotoenfardadora de cámara fija.

**YOMEL**



## HENIFICACIÓN Y FORRAJES



RASTRILLO EN V RV15



ENFARDADORA TIGRA 3747



SEGADORA ACONDICIONADORA MOSCATO 3370



ENFARDADORA PRISMÁTICA MEGATIGRA 1270HD



La línea de forrajes más completa del mercado

CORTAHILERADORAS, SEGADORAS, RASTRILLOS LINEALES, RASTRILLO GIROSCÓPICO, RASTRILLOS EN V, RASTRILLO HILERADOR DE PODOS, ROTOENFARDADORAS CON CÁMARA FIJA Y CÁMARA VARIABLE, ENFARDADORAS Y ENCINTADORAS

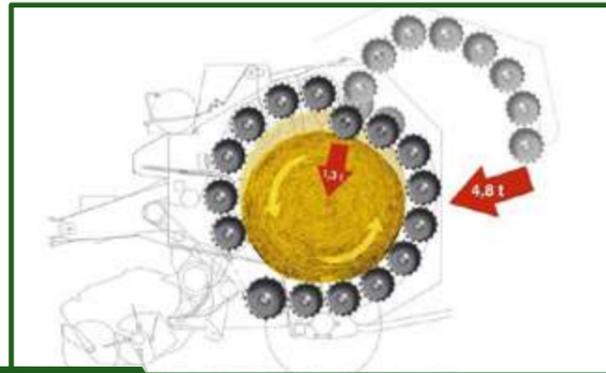
Conocé nuestro catálogo de productos en [www.yomel.com.ar](http://www.yomel.com.ar)

Facebook: YomelArgentina | Twitter: @YomelArgentina | Email: [ventas@yomel.com.ar](mailto:ventas@yomel.com.ar)

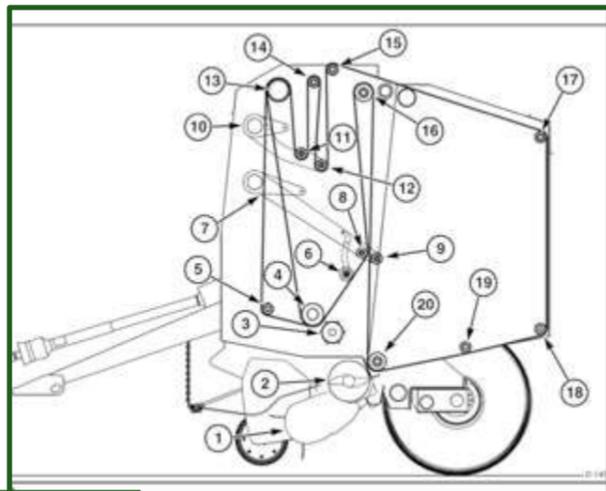
Para más información  
**02317-430776**

El menor precio de las máquinas de cámara fija, suele resultar tentador, pero se debe tener en cuenta que desde el punto de vista nutricional, producen un heno de menor valor nutritivo, por mayores pérdidas del forraje de alta calidad, tanto al momento de la confección, como del almacenaje de los rollos.

Al igual que en la máquinas de cámara fija, en los modelos de cámara variable (Figura 8-12), el material hilerado es ingresado por el cabezal pickup,



**Figura 8-11** Detalle de rotoenfardadora con cámara fija de nueva generación Claas Rollant con sistema Maximum Pressure System (MPS), que produce sobre el rollo una fuerza de 1,3 t de presión para la compactación del núcleo y una fuerza de cierre superior en un 20 %.

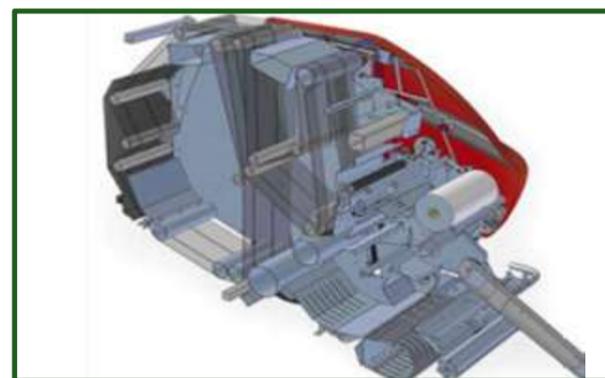


**Figura 8-12** Esquema rotoenfardadora de cámara variable tipo garganta vertical abierta. Vista lateral izquierda: (1) Conjunto del cabezal pickup (2) Sinfín y acelerador de forraje (3) Rodillo de inicio (4) Rodillo de mando inferior (5) Rodillo escalonado (6) Conjunto de rueda formadora del rollo (7) Brazo de densidad del rollo (8) Rodillo frontal de densidad del rollo (9) Rodillo trasero de densidad del rollo (10) Brazo de tensión de correa (11) Rodillo frontal de tensión de correa (12) Rodillo trasero de tensión de correa (13) Rodillo de mando superior (14) Rodillo intermediario frontal superior (15) Rodillo intermediario trasero superior (16) Rodillo superior de la cámara (17) Rodillo superior trasero de compuerta trasera (18) Rodillo inferior trasero de compuerta trasera (19) Rodillo intermediario inferior de compuerta trasera (20) Rodillo intermediario inferior delantero de compuerta trasera.

el cual es recomendable que sea más ancho que la cámara y que posea detrás de este recolector dos sinfines, uno del lado izquierdo y otro del lado derecho, que trasladan el material hacia la abertura de la cámara que puede ser de 1,20 m o 1,56 m de ancho. En el mismo eje sobre el cual se montan estos sinfines, se dispone un rotor que tiene por función acelerar el flujo de material que ingresa por la abertura de la cámara, permitiendo un flujo de material más limpio y mayor velocidad de avance con menor riesgo de atascamientos.

En nuestro país, la mayoría de los modelos de cámara variable poseen un diseño de tipo garganta abierta vertical, dado que el flujo de material captado por el recolector recorre una distancia muy corta hacia arriba hasta llegar al ingreso de la cámara de compactación, donde el forraje toma contacto con la superficie rugosa de las correas formadoras del rollo, las cuales se desplazan hacia arriba y son conducidas por los rodillos de mando superior e inferior (Figura 8-13).

Una vez que el material ingresa a la cámara, la formación inicial del rollo (núcleo), es llevada a cabo contra un único rollo iniciador, continuando posteriormente el proceso de henificación con un conjunto de correas. Éstas son de filamentos de nylon y poliéster, con reticulado romboidal que



**Figura 8-13** Izquierda: Rotoenfardadora de cámara variable garganta vertical abierta (diseño americano). Derecha: Rotoenfardadora de cámara variable y garganta longitudinal (diseño europeo).

normalmente están empalmadas con grampas de acero inoxidable, aunque existen modelos con correas continuas sin juntas.

Una particularidad destacable, es que la máquina posea doble cilindro de prensado para la cámara, en cada lateral. El sistema de prensado se realiza con dos cilindros hidráulicos que trabajan sobre los brazos controladores de densidad de rollos y sobre los brazos tensores de correas, los cuales se regulan mediante una válvula reguladora de presión (Figura 8-14).

Los cilindros hidráulicos llevan hacia abajo los brazos de densidad del rollo y los brazos de tensión de correa que actúan mediante una serie de rodillos dispuestos en los extremos de dichos brazos.



**Figura 8-14** Detalle de los brazos de densidad del rollo y los brazos de tensión de correa.



**Figura 8-15** Esquema que muestra el proceso de alimentación y formación del rollo, en una máquina garganta vertical de cámara variable.



**Figura 8-16** Palpadores (sensores) externo e interno de llenado de la cámara de compactación en diferentes máquinas.

Los rodillos de densidad del rollo son mantenidos hacia abajo para reducir el tamaño de la cámara en la confección del rollo. Los rodillos de tensión de correa también son mantenidos hacia abajo para suministrar tensión a las correas formadoras. En la medida que el rollo aumenta su tamaño, los rodillos de densidad y los rodillos de tensión de correa son forzados a subir, pero los primeros generan fuerza hacia abajo contra el rollo. Esta fuerza es la que ejerce presión sobre el rollo y comprime el pasto que ingresa a la cámara. Los rodillos de tensión de correa se van moviendo hacia arriba para mantener estiradas las correas formadoras, a medida que se incrementa el tamaño del rollo en la cámara (Figura 8-15).

En las máquinas de cámara variable, el brazo de presión externo de la cámara está compuesto normalmente por 3 rodillos, que se encargan de mantener las correas siempre tensionadas, incluso cuando el diámetro del rollo es mínimo, posibilitando una constante tracción de las correas sobre el material a enrollar.

Los brazos de densidad del rollo poseen unos sensores denominados ruedas de montaje o palpadores (Figura 8-16), los cuales indican el tamaño del rollo en la consola y que sirven para guiar al operador en el llenado correcto de la cámara de compactación.

La forma de trabajo, es mediante palpadores de la tensión de las correas o la cantidad de pasto que ingresa en cada lateral de la máquina, para transmitir esa información a las barras activas del monitor, que guían al operador sobre cuál lateral de la máquina deben cargar, para realizar un llenado parejo y eficiente de la cámara de compactación.



**Figura 8-17** Ficha de By Pass o puente hacia el sistema eléctrico para trabajar sin necesidad del atador.

Es sabido que si bien el desempeño de la máquina es fundamental, lo que nunca debe perderse de vista es la calidad del forraje. En el supuesto caso de que los monitores fallen, es importante poder seguir con el trabajo hasta que el problema se solucione, a los fines de no dejar el material sin recolectar con los riesgos de deterioro que ello implica.

A tal efecto es fundamental contar con una ficha de By Pass (Figura 8-17), en donde se pueda puentear el monitor en el caso de una falla para accionar el sistema de atado manualmente, llevando corriente directamente, desde la alimentación del tractor al motor del mecanismo atador, visualizando el resto de las funciones en indicadores mecánicos de la máquina y de esa manera poder terminar el trabajo sin mayores inconvenientes, ante una eventual falla del monitor.

En algunos casos, el costo de la maquinaria puede llegar a ser elevado dependiendo de las zonas productivas o bien la escala de la explotación, y a



**Figura 8-18** Señales mecánicas en la rotoenfardadora.



**Figura 8-19** Máquina con sistema de compactación mixto, de rodillos y correas.



**Figura 8-20** Electroválvula para accionar eventualmente una máquina de núcleo compacto como de cámara fija, el rollo confeccionado tiene solo el centro flojo y el resto se halla con excelente compactación y reducidas pérdidas.



**Figura 8-21** Ejemplo de rollo con 3 diámetros (D1: 80 cm, D2: 120 cm y D3: 150 cm) formados con distintas presiones de compactación.

tal efecto es que se ofrecen en el mercado máquinas con un sistema parecido de señalización, pero que en vez de contar con un monitor electrónico tienen una señalización visual (Figura 8-18), en la misma máquina de la carga a los laterales del material, y diámetro del rollo.

Existen condiciones de trabajo a campo, donde podría ser necesario, tener un núcleo más flojo, como cuando los rollos se utilizan en mixer horizontales con cuchillas, o bien para mejorar las condiciones de consumo del forraje, cuando se trabaja con animales muy pequeños o con vacas viejas que tiene su dentición desgastada y no pueden aprovechar normalmente el heno que está bien compactado. Para esos casos, existen máquinas con sistema de compactación mixto (Figura 8-19), donde el rollo se comienza a realizar con rodillos y luego sigue con correas que le imprimen una mayor compactación.

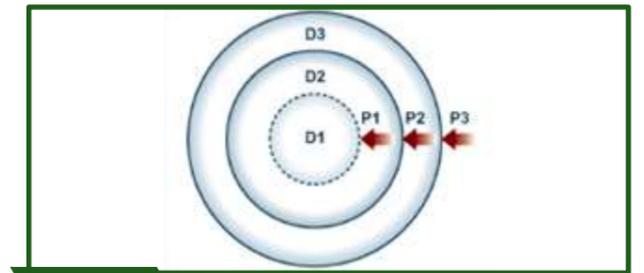
En el caso de las máquinas a correas, pueden estar equipadas con un dispositivo de electroválvulas (Figura 8-20), que permite elegir a partir de qué diámetro se puede comenzar a realizar la compactación del forraje, pudiendo de esta forma hacer un núcleo flojo (sin presión), al igual que lo realiza una máquina con cámara mixta.

El dispositivo de electroválvulas permite elegir a partir de qué momento se quiere realizar la compactación del forraje (núcleo flojo o núcleo duro). A su vez brinda la opción de asegurar una presión constante en el rollo, al variar su diámetro, para lo cual actúa aumentando paulatinamente la presión sobre las correas a medida que se va incrementando el diámetro del rollo. De este modo, la compactación lograda en la periferia del rollo es directamente proporcional al valor obtenido en su interior (Figura 8-21).

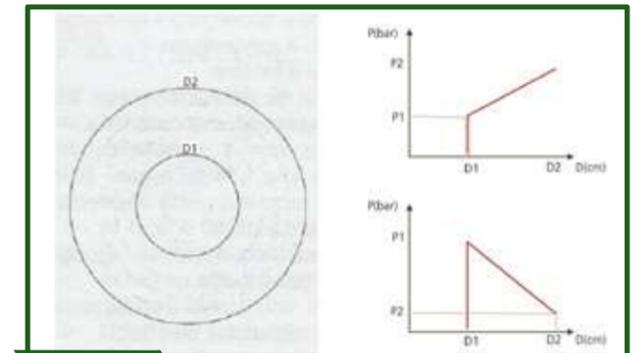
Las rotoenfardadoras equipadas con este dispositivo tienen la capacidad de desactivar la función de la presión progresiva (como se muestra en el gráfico superior) y lograr que tanto la presión del núcleo (P1) como la del exterior (P2) tengan el mismo valor (Figura 8-22).

De esta forma, cuando realice núcleo flojo, la presión sobre el material será igual a cero hasta alcanzar el diámetro del núcleo. Posteriormente, la máquina comenzará a presionar el material de acuerdo con el valor que se establezca para iniciar la presión, y luego la presión se irá incrementando linealmente hasta alcanzar los valores de ajuste del diámetro exterior del rollo.

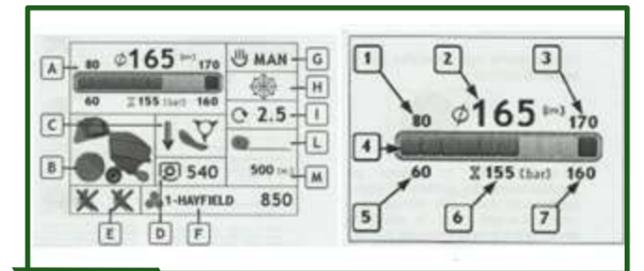
En las máquinas provistas de electroválvulas, el operador configura desde el monitor los diversos



**Figura 8-21** Ejemplo de rollo con 3 diámetros (D1: 80 cm, D2: 120 cm y D3: 150 cm) formados con distintas presiones de compactación.



**Figura 8-22** Diámetro de rollo con dos ejemplos de ajustes de presión



**Figura 8-23** Pantalla del monitor en el momento de henificación. A: indicador de diámetro y presión. B: Indica si la compuerta está abierta o cerrada en posición de trabajo. C: Visualiza la acción que está realizando la máquina en ese instante: detenida con la puerta abierta, llenando la cámara, atando, expulsando rollo, si las cuchillas del procesador de fibra están excluidas, expuestas o bien si stás se retiraron y se encuentran colocadas las falsas cuchillas, etc. D: Revoluciones de la toma de potencia. E: Indicada si se está trabajando sin las cuchillas, con 7 cuchillas (colocadas de forma intercalada) o con las 15 cuchillas colocadas. F: Contador de rollos elaborados en ese lote. Puede almacenar hasta 10 lotes diferentes. G: Indica si la máquina está trabajando en forma automática o manual. H: Visualiza si se está atando con red o con hilo. I: Número de vueltas que da el rollo para su atado tanto con red o con hilo. L: Cantidad de red o hilo que queda en el depósito. M: Longitud de red o hilo utilizada en los rollos confeccionados. Detalle del punto A: 1: Diámetro del núcleo (cm) 2: Diámetro actual del rollo en tiempo real (cm) 3: Diámetro externo del rollo que se está henificando (cm) 4: Barra de llenado que indica de forma gráfica cuánto falta para finalizar el rollo. 5: Presión inicial con la que se formará el núcleo (bar). 6: Presión momentánea en tiempo real. 7: Presión de la parte externa del rollo.

parámetros para establecer el tamaño y el prensado de los rollos (Figura 8-23).

- **Diámetro del núcleo:** determina el tamaño del núcleo.
- **Diámetro máximo:** tamaño exterior del rollo.
- **Presión inicial:** es la presión con que la máquina comienza el ejercicio y con el que realiza todo el diámetro del núcleo.
- **Presión final:** es la presión que ejercen las correas una vez que realizó el núcleo hasta alcanzar el diámetro exterior del rollo.

Aunque parezca una obviedad el avance de los monitores y el seguimiento de la carga del forraje dentro de la cámara de compactación, es fundamental para asegurar la correcta formación del rollo.

Otra de las características destacables de los monitores actuales, como se vio anteriormente, es la posibilidad de poder variar cualquier regulación del rollo confeccionado en poco segundos y desde la cabina del tractor (Figura 8-24), como así también todo lo referido al atado del mismo, como forma de atado, cantidad de hilo, distancia entre pasadas de hilo, y distancia de los hilos al borde del rollo.

Respecto al avance de la electrónica, en el año 2017, CNH lanzó en el Farm Progress Show de Estados Unidos, su línea de rotoenfardadoras Case IH equipadas con conectividad ISOBUS clase 3. Este sistema permite controlar y automatizar diversas funciones, sin que sea necesaria la intervención del operador de la máquina. Para llevar a cabo esta conectividad, la rotoenfardadora debe trabajar enganchada a un tractor Puma CVT o Maxxum Power Shift.

El operario debe cargar previamente todas las configuraciones del rollo que se desea elaborar (diámetro, presión, número de vueltas de atado, etc.). Cuando el rollo alcanza el diámetro establecido, el tractor se detiene automáticamente. A partir de este momento, se realiza el atado en red y cuando se completa el ciclo se produce la apertura del portón trasero y la expulsión del rollo. Una vez que se

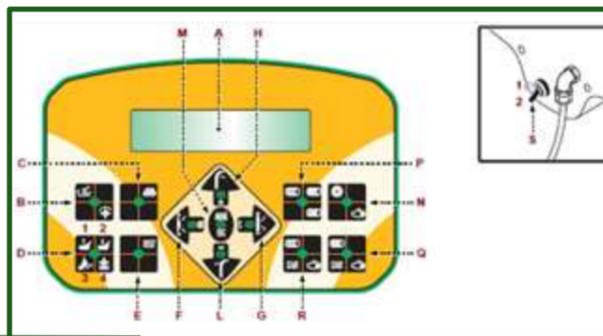


Figura 8-24 Central de comando.



Figura 8-25 En el Farm Progress Show 2017 Case IH lanzó la serie RB5 con tecnología de automatización de tractor habilitada para ISOBUS Clase 3, que detiene automáticamente el tractor cuando se alcanza el tamaño de rollo objetivo.

expulsa el rollo, la máquina se cierra y el operador lo único que tiene que hacer es colocar la palanca de avance/retroceso hacia la posición delantera (Figura 8-25).

### 1.3 Correas

Las correas van evolucionando día a día, y permiten el trabajo en condiciones cada vez más exigentes, debido principalmente su estructura interna, en donde las más modernas van mostrando, ya no telas, sino una red de filamentos de nylon y poliéster (Figura 8-26), que las hacen más elásticas a los

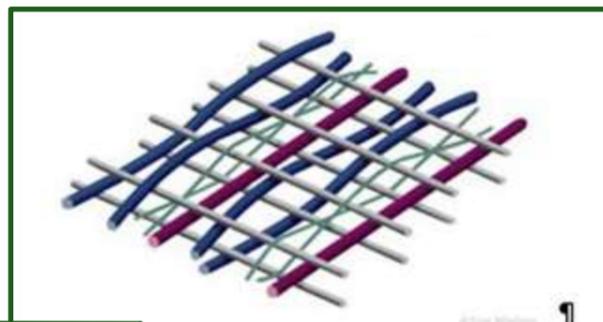


Figura 8-26 Esquema del nuevo diseño interno de correas de alta resistencia.



Figura 8-27 Unión de correa flexible que aumentan la vida útil (arriba) y perno acerado de las uniones de correas que les permiten mayor flexibilidad (abajo).

efectos de punción, pero cada vez más resistentes a la tracción. Esto se considera un gran adelanto dada la colonización que está teniendo la ganadería en zonas más rústicas, permitiendo trabajar con las rotoenfardadora en campos que presenten palos de desmonte con menos frecuencia de rotura y desgaste, además de mejorar el desempeño de los equipos cuando se henifican especies megatermicas de gran porte.

Otro de los puntos a considerar es la unión de las correas, ya que si estas resisten mayor tensión necesitan de uniones fuertes y flexibles, que puedan acompañar ese incremento en la resistencia de los equipos. Esto se logró con uniones que cuentan con "ojales", que se remachan por impacto y un perno acerado que los une (Figura 8-27), el cual



Figura 8-28 Rotoenfardadora con 3 correas de una sola pieza, sin grampas ni pasadores.

le da gran resistencia a la tracción y flexibilidad para impedir que las correas se quiebren o corten en la sección contigua a las uniones, como ocurría anteriormente.

Actualmente se ofrecen modelos de nueva generación que poseen correas de nylon y poliéster pero que poseen la característica de ser continuas, sin juntas (Figura 8-28), que además de buena elasticidad y resistencia a la tracción permiten obtener una buena vida útil.

### 1.4 Sistema de Atado

Cualquiera sea el sistema que se utilice, debe tratar de ahorrar tiempo para lograr buena capacidad de trabajo. A su vez debe reducir el número de vueltas dentro de la cámara de compactación para lograr una menor pérdida de hojas en la periferia, que se producen por fricción entre estas y las correas.

Respecto a los sistemas de atado con hilo, el 100 % de las rotoenfardadoras disponibles actualmente en el mercado tienen sistema de doble aguja, para reducir los tiempos muertos a la mitad y disminuir las pérdidas de hojas que se produce cada vez que éstas toman contacto con la correas.

Entre los atadores de doble aguja, el sistema de atado más simple es aquel compuesto por un brazo con doble alimentación de hilo accionado hidráulicamente y comandado electrónicamente, desde el monitor.

Al momento de iniciar el atado el brazo se encuentra ubicado en su punto muerto, se dirige hacia el extremo derecho, y comienza el atado hacia el extremo izquierdo.

Según las vueltas de rollo programadas son las cantidades de ciclo que realiza el atador desde el extremo derecho a izquierdo. La regulación puede ser manual o automática del mismo.

La velocidad de atado y la cantidad de hilo (número de vuelta al rollo), es calibrable a través de una válvula de caudal. Cuando se modifica desde el monitor el paso o espaciado del hilo, resulta apropiado establecer la misma separación entre las agujas del atador.

Otra alternativa que se empezó a ofrecer hace un tiempo, por la firma Mainero, es la que consta de un brazo simple, el cual posee de 4 a 8 salidas (Figura 8-29), brindando la posibilidad de aplicar 4 u 8 hilos en forma simultánea. Con el atador de 4 hilos se aplica instantáneamente el doble de hilo,



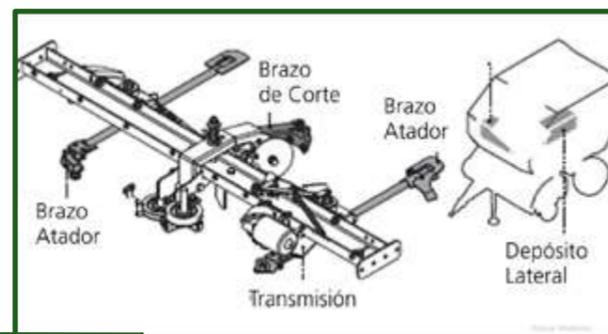
con lo cual para un atado similar al de doble aguja, se utiliza la mitad del tiempo.

En las máquinas de nueva generación el atador a hilo es electrónico y programable desde el monitor y cuenta con dos brazos de distribución de hilo, que trabajan en forma simultánea y complementaria (Figura 8-30 y Figura 8-31).

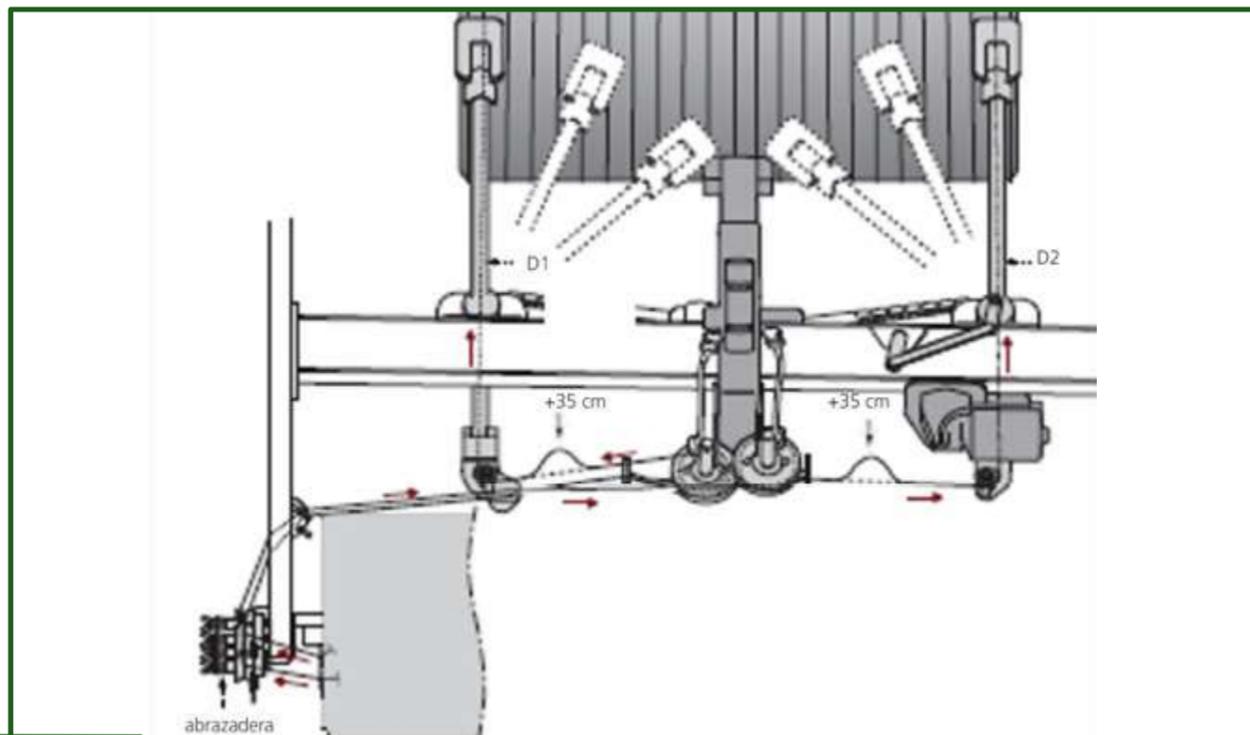
Cada una de las agujas está ubicada en el extremo (una en cada brazo) y trabajan hacia el centro, disminuyendo el tiempo necesario para la operación de amarre del rollo, reduciendo las pérdidas de hoja en la superficie expuesta del rollo (Figura 8-32).



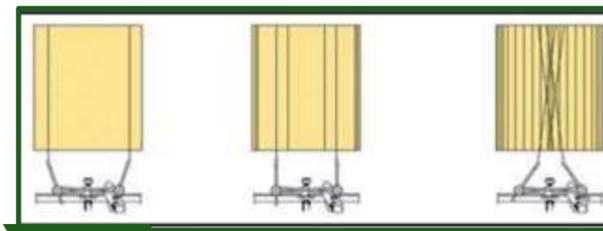
**Figura 8-29** Detalle de sistema de brazo simple con doble aguja (arriba) y brazo simple con 4 u 8 salidas (abajo).



**Figura 8-30** Componentes del sistema de atado por hilo: Brazos de distribución de hilo, Sistema de corte, transmisión del sistema de atado por hilo y Almacenamiento de bobinas de hilo.



**Figura 8-31** Detalle de sistema de doble brazo (con una aguja cada uno), los cuales comienzan a trabajar desde los extremos hacia el centro.



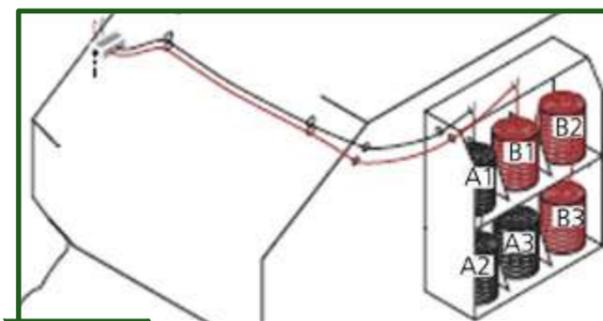
**Figura 8-32** Esquema de atado de un atador a hilo de doble brazo.

Desde el monitor se determinan las vueltas de hilo que se deben dar al rollo. El brazo de corte actúa de forma automática al finalizar la fase de atado.

En el tema del atado, la elección de hilo juega un papel fundamental para asegurar que no se desperdicie material (debido a las pérdidas ocasionadas por el corte del hilo) y que los rollos permanezcan bien conservados en su arquitectura durante el período de almacenaje (Figura 8-33).

Para prevenir corte y evitar atascamientos del hilo en el tránsito, por los dispositivos de conducción que tiene la rotoenfardadora, el mismo se debe unir con un nudo plano (Figura 8-34), para asegurar que pueda correr por los mecanismos que ajustan la tensión del hilo en el rollo.

Uno de los sistemas que ayuda inmensamente tanto a la calidad del heno confeccionado como a la productividad de la maquinaria es el sistema de atado en red (Figura 8-35). Esto se debe a que con solo dos o tres vueltas de rollo dentro de la



**Figura 8-33** Ilustración del depósito de 6 bobinas de hilo (3 para cada brazo), las cuales están conectadas entre ellas para aumentar la autonomía. Se recomienda controlar periódicamente la cantidad de hilo para evitar que se agoten por completo y tener que repetir la operación de enhebrado.



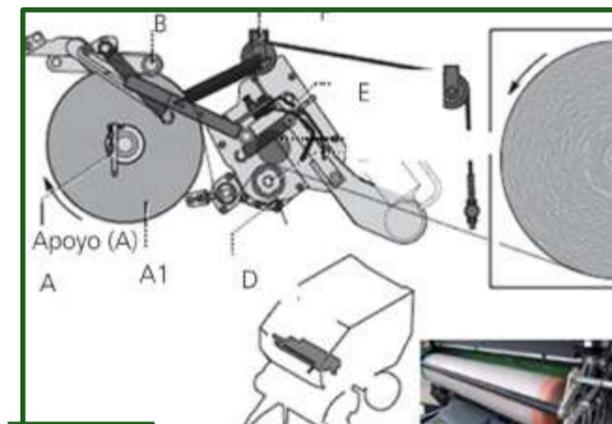
**Figura 8-34** Secuencia de formación del nudo plano que facilita el pasaje del hilo.



**Figura 8-35** Rollo atado con red (arriba) y atado con hilo (abajo).

cámara de compactación, el mismo queda perfectamente atado y "protegido".

En la figura 8-36, se muestra el sistema de atador con red y el camino que realiza esta durante el atado del rollo. Este método, se ajusta en los bordes del rollo para producir un heno más sólido y que mantenga la estructura cilíndrica. Los principales componentes de este sistema son: soporte de la bobina de red, dispositivo de frenado (mantiene

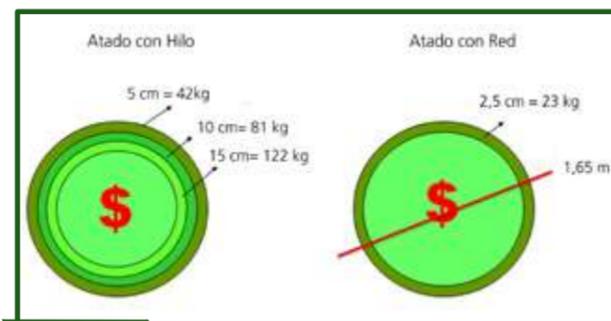


**Figura 8-36** Sistema de atado con red de polipropileno. Componentes: Soporte de la bobina (A), Bobina (A1), dispositivo de frenado (B), Rodillo de arrastre (C), Rodillo de goma (C1), Rodillo de giro libre (C2), Limpia rodillo (D) y Dispositivo de corte (E).

tensa la bobina durante el atado), rodillo de arrastre (insertan la red dentro de la cámara al momento de iniciar el atado), un actuador que mantiene la presión sobre el rodillo motorizado de goma, el cual realiza el acoplamiento adecuado de la red, el cepillo que limpia los rodillos de goma y un dispositivo de corte que actúa al final del ciclo de atado.

Este sistema de atado tiene tres ventajas principales. En primer lugar la rapidez en el atado incrementa la productividad del equipo y teniendo en cuenta que con solo 2 - 3 vueltas respecto de las 16 - 18 necesarias para el atado con hilo, los tiempos muertos se reducen notablemente aumentando la cantidad de rollos confeccionados en una jornada de trabajo.

Recordar que durante este trabajo la máquina está detenida y que cada vuelta que da el rollo dentro de la cámara, para llevar a cabo el atado, requiere en promedio 3 segundos. Cuando se ata a red, la máquina demora 9 segundos (3 vueltas), mientras que si ata a hilo realiza esta acción en 48 segundos (16 vueltas), haciendo que en condiciones normales, la capacidad de trabajo se disminuya de 18 a 14 t/h.



**Figura 8-37** Diagrama de pérdidas en superficie, con diferentes sistemas de atado. En el ejemplo se muestra un rollo de 1,56 m de ancho y 1,65 m de diámetro, con un peso de 608 kg.

**Tabla 8-3** Pérdidas de forraje y su valoración en carne.

Pérdida (cm)	Kg de Pasto	Kg de Carne
2,5 cm	23 kg	2,23 kg
5 cm	42 kg	4,08 kg
10 cm	81 kg	7,88 kg
15 cm	122 kg	11,87 kg
30 cm	224 kg	21,9 kg

**Tabla 8-4** Pérdidas totales de heno y de porcentaje de proteína según mermas sufridas en la superficie del rollo.

Capa de pérdida	Pérdida de Heno		Pérdida de proteína en gramos		
	Rollo (1,56 x 1,65)	18% Proteína	20% Proteína	22% Proteína	
5 cm	42 kg	7,56 kg	6,40 kg	9,24 kg	
10 cm	81 kg	14,58 kg	16,20 kg	17,82 kg	
15 cm	122 kg	21,96 kg	24,40 kg	26,84 kg	

Se puede considerar que mientras que para atar con hilo, se insumen en promedio 100 segundos, con la red son necesarios solamente 55 segundos para comenzar con la confección del próximo rollo. Esto representa un ahorro de tiempo, lo cual aumenta la posibilidad de uso del equipo y mejora las condiciones para cosechar la mayor cantidad de forraje, en el momento óptimo para hacerlo.

Al reducir la cantidad de vueltas que da un rollo dentro de la cámara de compactación, también se está reduciendo la cantidad de impactos que reciben las hojas que se encuentran en la superficie del mismo, mejorando su calidad total.

Finalmente cabe agregar que con mayor cantidad de hojas en superficie y sumado a que la red ayuda a escurrir el agua de lluvia, en períodos no superiores a 6 meses de almacenaje se observó, una menor penetración del agua de lluvia, en los rollos que fueron atados con red en comparación a los que se ataron con hilo, de acuerdo a estudios realizados en la University of Michigan (Figura 8-37).

Como se observa en la figura 8-37, el sistema de atado con red, reduce el porcentaje de pérdidas durante el almacenaje, y esto se traduce en menores pérdidas de producción (Tabla 8-3).

Si se analizan ambos sistemas de atado y sus correspondientes pérdidas, se incrementa en gran medida la ventaja a favor del uso del sistema de atado de red, dado que las pérdidas máximas con red de 5 cm equivalen a 4,08 kg de carne menos/rollo, mientras que con hilo, las pérdidas se incrementan a 10 cm y se traducen en 7,88 kg de carne menos.

En la tabla 8-4, se observan las pérdidas totales del heno producido y las pérdidas parciales en proteína, de acuerdo a las mermas sufridas en la superficie del rollo.

En busca de incrementar los beneficios que presenta la red, en cuanto a la estiva de los henos, en el Farm Progress Show 2014 de Estados Unidos se presentó un desarrollo en conjunto de Tama y John Deere, denominado B-Wrap®; presenta importantes ventajas para mantener la calidad del heno durante el almacenamiento.

John Deere B-Wrap® es un sistema patentado que cuenta con la tecnología Tama SCM y que presenta como beneficios el hecho de que no permite que ingrese al interior del rollo agua de lluvia, nieve o la humedad que puede transferirle el suelo. A su vez, esta cobertura no es totalmente hermética, sino que posee poros microscópicos que dejan escapar vapor de agua que puede haber dentro del rollo si este fue confeccionado con más de 15 % de humedad (Figura 8-38). Recordemos que si bien el heno puede confeccionarse cuando el pasto tiene menos de 20 % de humedad, pero recién se estabiliza cuando llega al 15 %, liberando agua a la atmósfera.

Para utilizar este material de atado, solo se necesita adaptar un kit de fácil montaje a cualquier máquina que posea envoltura de red. Una vez que el kit está instalado, la rotoenfardadora puede cambiarse de envoltura de red a b-wrap en menos de 5 minutos, y viceversa. Una bovina de b-wrap permite atar entre 35 rollos (1,56 m de ancho) y 45 rollos (1,20 m) con un diámetro de 1,50 a 1,70 m.

Es sistema de atado inicia una vuelta con red convencional, luego coloca una capa del material Tama SCM y posteriormente dos vueltas más de malla regular, totalizando cuatro capas de cobertura. En Estados Unidos, la utilización de este material incrementa el costo de atado por encima de lo que demanda el atado a red, 4 U\$S en rollo de 1,20 m de ancho y en 5 U\$S en los de 1,56 m.



**Figura 8-38** El sistema de atado B-Wrap brinda protección contra daños por radiación UV (1), resistencia al ingreso de agua de lluvia o nieve (2), evita que ingrese humedad que el suelo puede transferirle por evaporación (4) y a su vez posee poros microscópicos que permiten que el vapor de agua, dentro de la paca, escape (3).

## 1.5 Expulsión de los rollos

La expulsión del rollo debe ser rápida y sencilla para incrementar la productividad de la máquina sin mayores desgastes, dado que junto con el atado, son los dos momentos en que la máquina necesita estar detenida en el campo para poder llevarlos a cabo.

Uno de los factores, que es determinante para la fácil expulsión del rollo, independientemente del tamaño del mismo y de porcentaje de humedad con que fue hecho (considerando que puede ser para henolaje al 50 % de humedad), es el diseño de la puerta que abre la cámara, tema que está resuelto en todas las máquinas que se comercializan actualmente.

El otro punto que acelera la operación de descarga, es algún dispositivo que permita que el rollo se aleje lo más rápidamente posible de la rotoenfardadora, para permitir que cierre la compuerta libremente y se continúe con el trabajo de recolección de heno. Para ello, son incorporadas rampas o bien expulsores de rollos, los cuales pueden ser accionadas en forma mecánica o hidráulica, en sincronismo con la puerta de la cámara de compactación.

El sistema de expulsión con pateador está compuesto por una barra de empuje y dos cilindros hidráulicos, el cual puede funcionar manualmente o automáticamente, lo que se configura desde el monitor (Figura 8-39).



**Figura 8-39** Pateador expulsor (arriba) y rampa de descarga de los rollos (abajo).

En el caso de contar con rampa de descarga, esta posee una longitud que ronda los 95 cm y brinda la posibilidad de extenderse 30 cm más. A su vez en este mecanismo se encuentra ubicado el sensor que indica cuando sale el rollo (Figura 8-39).

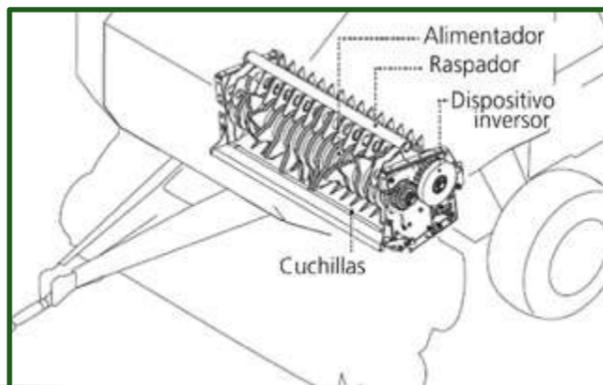
### 1.6 Sistema de procesamiento de fibra (Cutter)

Este sistema picador está constituido por un rotor que monta 14 pares de estrellas de distribución helicoidal y que toma el material captado por el recolector (se ubica en el mismo lugar que el acelerador de forraje) y lo hace transitar hacia la cámara de compactación, haciendo pasar por la parte inferior (piso), donde pueden ubicarse, según marca y modelo de rotoenfardadora; 13, 14 o 15 cuchillas dentadas (Figura 8-40) y semicirculares de zafe independientes con sistema de levante/bajada hidráulico. Cuando estas cuchillas están expuestas, originan un corte por cizalla de la fibra con un largo de 7 ó 14 cm, dependiendo si se trabaja con las 15 cuchillas o con 7 colocadas de forma alternada.

Actualmente se han presentado nuevos modelos de rotoenfardadoras que en la parte inferior del rotor pueden ubicarse 25 cuchillas dentadas semicirculares que originan un corte por cizalla de la fibra, con un largo de 4 cm (Figura 8-41).

En el caso de los modelos con 15 cuchillas, el cutter ocupa un largo de 1 m en el cual se distribuyen las cuchillas separadas a 7 cm y dejando 11 cm en los laterales (entre la última cuchilla y la pared de la cámara), para ubicar en este sector fibra más larga que le brinde una mayor conformación cilíndrica al rollo (Figura 8-42).

Según datos de los distintos fabricantes, el filo de la cuchilla dura entre 300 y 600 rollos (400 en caso de alfalfa). Las cuchillas pueden afilarse hasta 3 veces antes de su recambio (Figura 8-43).



**Figura 8-40** Sistema procesador de fibra. Rotor alimentador y cuchillas dispuestas en el piso.



**Figura 8-41** Arriba: rotor alimentador compuesto por estrellas de distribución helicoidal. Abajo: detalle de las cuchillas dispuestas en la parte inferior del rotor.



**Figura 8-42** Detalle del piso del rotor donde se pueden colocar cuchillas cada 7 cm (arriba) dejando 11 cm en los laterales, entre la última cuchilla y la pared de la cámara (abajo).

En caso de querer trabajar con el cutter desactivado y retirar las cuchillas, las aberturas donde van ubicadas pueden cubrirse con unas falsas cuchillas que quedan colocadas prácticamente al ras del pi-



EXPERIENCIA AL SERVICIO DEL AGRO  
WWW.CRIMASE.COM.AR  
TEL: (03472) 455 660



DISTRIBUIDOR OFICIAL EN ARGENTINA



Figura 8-43 Detalle de cuchilla dentada.



Figura 8-44 Piso del rotor con las aberturas cubiertas con falsas cuchillas para trabajar sin procesar fibra.

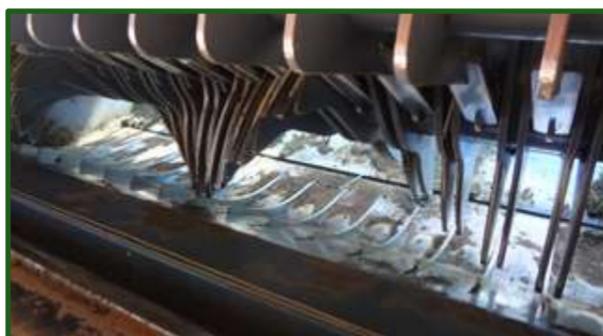


Figura 8-45 Secuencia de uso de fibra henificada, con procesador de fibra con 14 cuchillas en un mixer mezclador horizontal.

la en un mixer vertical y solo tener que mezclarlas con el resto de los ingredientes, ahorrando el consumo de combustible que demanda el trozado de la fibra y que normalmente es de 0,58 l/t MS.

Además estos rollos se desarman al cortar la red de atado, con lo cual su fibra se puede cargar directamente con una pala, en un mixer horizontal mezclador. En la figura 8-45 se presenta la secuencia de uso de fibra, proveniente de un rollo elaborado con fibra procesada con el cutter a 15 cuchillas, desde el momento en que se desarma el rollo, hasta la distribución en el comedero de una ración mezclada con un mixer horizontal, con sinfines lisos.

Esta prueba a campo se realizó para evaluar el comportamiento de la fibra, proveniente de los rollos con fibra procesada con cutter 15 cuchillas y con cutter 25 cuchillas.

La dieta utilizada y el orden de carga de los distintos ingredientes fue silaje de maíz, luego el heno proveniente de los rollos cutteados, silaje de alfalfa y por último grano de maíz molido y expeller de soja.

Con los rollos realizados con cutter 15 cuchillas, se logró incluir hasta 200 kg de heno en el mixer horizontal mezclador de 9 m<sup>3</sup> sin que esté presente ningún tipo de atascamiento en sus sinfines. Con el rollo realizado con cutter 25 cuchillas, se logró incorporar hasta 400 kg de heno en dicha dieta.

so (Figura 8-44). Cabe destacar que las cuchillas poseen un sistema de exclusión hidráulico, por lo cual, también existe la posibilidad de esconderlas para realizar henos sin fibra procesada, con solo tocar un mando desde el monitor, sin necesidad de retirarlas manualmente.

INTA evaluó los 4 modelos de rotoenfardadoras con cutter que se comercializan en nuestro mercado (Yomel Zonda, Yomel Magna 940, Montecor Gallignani y Yomel Magna 940 Plus 25 cut).

Los resultados obtenidos indican que los valores de pérdidas de cámara de compactación, trabajando sobre gavillas entre 14 y 19 % de humedad, fueron de 1,32 % cuando se trabajó sin el procesador de fibra, 1,66 % con el sistema procesador de fibra activado con 7 cuchillas (fibra de 14 cm) y 2,19 % con el sistema procesador de fibra configurado con las 15 cuchillas (fibra de 7 cm de largo). Estos valores indican que si bien al procesar la fibra se genera un incremento en las pérdidas de hojas, estas no son significativas y no influyen en la calidad final del heno confeccionado cuando se trabaja en este rango de humedad.

También es importante remarcar que cuando se trabajó sin procesador de fibra, el consumo de gasoil fue de 0,4 l/t MS, mientras cuando se procesó fibra a 7 cm de longitud éste se incrementó a 0,8 l/t MS. Si bien se genera un consumo extra al elaborar un heno con fibra procesada, estos rollos están elaborados con fibra que está lista para incluir-



Figura 8-45 Secuencia de uso de fibra henificada, con procesador de fibra con 14 cuchillas en un mixer mezclador horizontal.

El tiempo de mezclado fue de 6 minutos en ambos casos, logrando una ración perfectamente mezclada.

### 1.7 Recomendaciones de uso de rotoenfardadoras para lograr henos de alta calidad

Las pérdidas de MS y calidad de heno de alfalfa producidas al momento de la henificación, son de variada magnitud y se deben principalmente a la pérdida de hoja que se produce al momento de la confección y a una compactación deficiente, que repercute en la eficiencia de trabajo de las máquinas y en la conservación de la calidad durante el almacenaje.

Es muy importante tener en claro que se pueden llevar a cabo ciertas mejoras en el proceso de producción de heno, que permitan cosechar, al mismo costo operativo, mayor cantidad de nutrientes, ya que la elaboración de un rollo con la mejor calidad demanda las mismas operaciones de corte, rastreado, henificación y estibado que uno de mala calidad. **La diferencia radica principalmente en ejecutar esas actividades en el momento oportuno y con las regulaciones adecuadas para cada caso.**

#### 1.7.1 Humedad del forraje:

Es sumamente importante, ya que determina la calidad del rollo que se confeccionará y las condiciones en las que tendrá lugar el almacenamiento posterior del heno.

Es importante destacar que cuando se habla de porcentaje, se está detallando un nivel de humedad por encima del cual no se debe trabajar, no considerar el promedio de varias lecturas que se puedan hacer en el lote, basta con que alguna de ellas exceda ese límite recomendado.

Al respecto se debe tener cuidado ya que la humedad del forraje se va modificando a lo largo del día, además de variar dentro de un mismo lote, por lo cual es importante determinar correctamente el porcentaje de humedad del forraje, para evitar el deterioro del mismo durante el almacenaje.

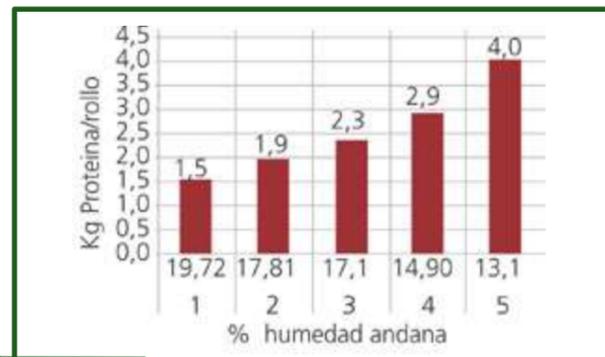
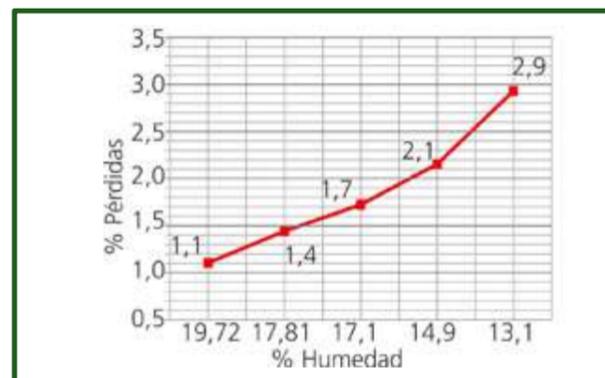
Si el forraje no fue secado adecuadamente y es henificado con un contenido de humedad superior a 20 %, se produce un deterioro en la calidad del heno. Según Lechtemberg y Holt, se estima una pérdida de MS en 1 %, por cada 1 % de humedad del heno por encima de este umbral crítico.

El excesivo contenido de humedad favorece la respiración celular y el desarrollo de hongos que consumen los carbohidratos de alta calidad del forraje y generan calor a través de su respiración.

Las temperaturas elevadas que se alcanzan en un heno húmedo pueden disminuir la digestibilidad de la proteína al producirse la reacción de Maillard, que produce, por polimerización, un fuerte ligamento de los aminoácidos a azúcares y a otros carbohidratos. La formación de proteína indigestible es proporcional al número de días que el heno está por encima de 35°C.

En el caso de heno confeccionado con elevada humedad (más del 30 %), la temperatura generada por el desarrollo de hongos puede alcanzar hasta 70°C, pudiendo llegarse hasta la combustión espontánea del rollo (Russell, J. 1990).

A medida que la humedad de la andana disminuye, las pérdidas en cámara aumentan progresivamente. Según experiencias obtenidas en distintos ensayos propios, cuando la humedad de la andana es inferior al 13 %, debe detenerse la tarea de enrollado debido a que las pérdidas de hojas sobre todo, superan el límite de tolerancia aconsejado por INTA, para obtener rollos de alfalfa de calidad (Figura 8-46), dando como resultado, un forraje



**Figura 8-46** Pérdidas por cámara en Rotoenfardadoras en función de la humedad de la andana, expresado en % de MS (a) y en kg de proteína por rollo (b).

con bajo contenido de proteína, y altos valores de fibra. Aconsejamos no trabajar en la recolección de heno en ese momento, esperar a que el material se revenga o recupere un poco de humedad, cuando baja la temperatura a la tardecita, para asegurar el máximo contenido proteico.

En las distintas pruebas a campo realizadas por INTA, se debe destacar que la fracción vegetal recogida estaba constituida por brotes y hojas de alto valor nutritivo, dado que dicho valor poseía en su composición valores que rondan los 25 % de proteína bruta (PB), contrastado con los valores promedios de 18-19 % que se obtuvo en el muestreo de los rollos, lo que indica que las pérdidas recolectadas son hojas (Figura 8-47).

Considerando el material perdido al momento de confeccionar los rollos a distintas humedades de andana, se puede afirmar que cuando se trabajó con andanas con humedades cercanas al 14 %, los



**Figura 8-47** Medición de pérdidas en distintos modelos rotoenfardadoras.

valores de las pérdidas medidas en Kg de proteína bruta por rollo henificado, se incrementaron notablemente.

Cuando el material recolectado presentaba una humedad cercana al 13 %, se perdieron 4 Kg de proteína en cada rollo henificado, que quedó tirada en el suelo y no llega a la boca del animal.

### 1.7.2 Determinación del porcentaje de humedad de forraje:

Si bien existen métodos empíricos que son muy usados, los mismos tienen poca confiabilidad ya que muchas veces se corre el riesgo de cometer errores, por exceso o defecto en el porcentaje de humedad del forraje.

Lo más conveniente para determinar el valor de humedad preciso y con ello el inicio del trabajo, son los humidímetros electrónicos (Figura 8-48). Estos aparatos pueden medir el porcentaje de humedad en la hilera, antes de confeccionar los rollos o bien una vez confeccionados los rollos o fardos, para chequear que el trabajo se está realizando correctamente.

Algunos de estos equipos también presentan la opción de medir temperatura, para chequear la evolución de la misma durante el almacenaje, en el caso que se tenga dudas de las condiciones en las cuales fue confeccionado el heno. Teniendo en cuenta que los humidímetros miden principalmente conductividad eléctrica, se deben simular las condiciones de compactación dentro de un rollo para poder determinar si se está en condiciones de henificar.

Un error muy común es medir humedad en material que no tiene buena compactación, con lo que se obtiene una lectura menor corriendo el riesgo de calentamiento del pasto durante el almacenaje.

**Confección de un rollo prueba:** Si bien el método más confiable es realizar un rollo de prueba y



**Figura 8-48** Humidímetro electrónico de espada.



**Figura 8-49** Sensor de humedad incorporado en la cámara de compactación de la rotoenfardadora.

medir en él la humedad, lo problemático es que no se puede estar haciendo un rollo para cada medición, porque se corre el riesgo de estar en un nivel de humedad incorrecto y perder ese material.

**Medición directa en la andana:** Lo más aconsejable es medir el forraje que se encuentra en la andana o hilera de pasto, simulando para ello las condiciones de compactación que tendría dentro del rollo.

Con los aparatos que tienen un medidor o sensor de andana, se debe compactar el material dentro de un balde plástico (para no alterar la conductividad eléctrica) y realizar las mediciones con el sensor correspondiente.

Con los medidores que no cuentan con sensor de hilera y solo tiene un pincho como sensor, se debe retorcer una porción de material hasta alcanzar una buena compactación del mismo e introducir el pincho, en esa porción apretada (para simular la compactación en un rollo o fardo), y realizar la medición en ese punto. En todos los casos es necesario hacer varias mediciones en diferentes partes del lote, para asegurarse que se está trabajando con el porcentaje de humedad correcto.

Actualmente existen en el mercado algunos medidores de humedad incorporados dentro de las rotoenfardadoras. Estos son sumamente prácticos, ya que van reflejando las lecturas tomadas cada tres segundos, en un monitor en la cabina del tractor, e indican las lecturas en tiempo real, para que el operador suspenda el trabajo por exceso o defecto de humedad cuando lo determine conveniente (Figura 8-49).

### 1.7.3 Presión de trabajo

La presión de trabajo debe ser la máxima permitida por la máquina, resguardando siempre su

desgaste con un cálculo lógico en el coeficiente de reparación y mantenimiento. Siempre que la máquina tenga un buen desempeño y el tractor una reserva de torque suficiente, se va a lograr un mayor grado de compactación. Cuanto mayor sea la presión de compactación, menor serán los costos operativos y mejor la conservación durante el almacenaje.

En un trabajo publicado por Russell, J. R. et al (1990) queda demostrado que los rollos de menor densidad se deterioran fácilmente en la capa externa, y con mayor gravedad en la capa inferior que está en contacto con el suelo. Los autores determinaron que los rollos de menor densidad, son más susceptibles a este tipo de deterioro, debido a que su menor densidad los hace perder la forma de circunferencia perfecta, lo que aumenta la superficie de contacto con el suelo y por ende la absorción de humedad. El aumento en el contenido de humedad de los rollos de menor densidad durante el almacenaje, coincide con los menores valores de MS y Digestibilidad evaluados en laboratorio, en comparación con los rollos de mayor densidad.

Recordar que la compactación no depende solo de la presión de trabajo, sino que también está en función del tipo y calidad de las correas, y de la uniformidad de alimentación de la cámara de compactación (Tabla 8-2).

En una prueba a campo realizada por INTA, cuando la rotoenfardadora se configuró a 180 bar de presión, trabajó henificando 24 kg/m<sup>3</sup> más de densidad que cuando lo hizo con 110 bar, permitiendo henificar 14 % más de forraje en la misma unidad de volumen (Tabla 8-5).

De esta forma, cada 9 rollos que realicemos a 110 bar, necesitamos hacer 8 a 180 bar, lo que permite afirmar que al incrementar la cantidad de pasto por unidad de volumen (kg/m<sup>3</sup>), se logra mayor eficiencia en el transporte y almacenamiento del heno.

El grado de compactación del heno no tiene un efecto sobre las pérdidas de calidad del rollo al

Registros de peso, medidas, volúmenes y densidades de MS henificada a distintas presiones de compactación obtenidos en prueba a campo en INTA Manfredi.

Tabla 8-5

Presión (Bar)	Peso (Kg)	Medidas (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )
110	473	1,71x1,2	2,76	171,64
140	483	1,71x1,2	2,76	171,27
170	523	1,71x1,2	2,76	189,78
180	533	1,70x1,2	2,76	195,69



Figura 8-50 Registros de pérdidas por cámara de compactación en rotoenfardadora, en función de la presión de compactación.

momento de la confección, sino que influye sobre su hermeticidad a las lluvias durante la etapa de almacenamiento (Figura 8-50).

Tal como puede observarse en la figura anterior, no existen diferencias significativas en cuanto a una disminución de las pérdidas al incrementar la presión de compactación. Se puede afirmar que existe una leve disminución de las pérdidas de material, a medida que la presión de compactación aumentaba, debido a que al incrementar la cantidad de pasto por unidad de volumen (kg/m<sup>3</sup>), se disminuye la pérdida de hoja por un menor sobreamasado del forraje. Este hecho se produce fundamentalmente al momento del atado, dado que se reduce la cantidad de impactos que reciben las hojas que se encuentran en la superficie del rollo, mejorando su calidad total.

Es importante recordar que si bien iniciamos la henificación con valores de humedad inferiores al 20 %, ésta recién se estabiliza cuando desciende por debajo del 15 %. Es por ello, que cuando trabajamos con altas presiones de compactación, es más difícil que el agua difunda hacia la atmósfera, incrementando la humedad relativa en la masa henificada, creando un ambiente propicio para que proliferen hongos y bacterias.

Por ello, solo es recomendable trabajar con alta presión de compactación, cuando henifiquemos forraje que se encuentra por debajo de 17 % de humedad.

Al trabajar con la máxima presión, la capacidad de trabajo se incrementó en un 9 %, dado que cuando la rotoenfardadora trabajó a 180 bar de presión, henificó 1.550 kg más por cada hora (Figura 8-52) de trabajo que cuando trabajó a 110 bar, lo que se traduce que en ese tiempo pudo elevar su capacidad de trabajo confeccionado 3 rollos más.

Durante una hora de trabajo a 110 bar, se henificaron 17.490 kg MS y se confeccionaron 37 rollos, mientras que en el mismo lapso de tiempo pero a 180 bar, se henificaron 19.040 kg y se confeccio-

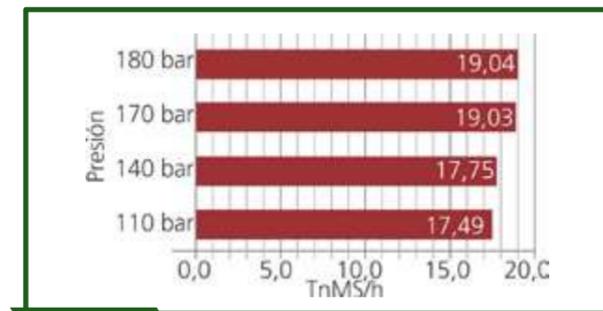


Figura 8-51 Capacidad de trabajo de una rotoenfardadora en función de distintas presiones de compactación.

naron 35 rollos. Al disminuir la cantidad de rollos, se disminuye la cantidad de veces que la rotoenfardadora se tiene que detener a 0 km/h para realizar el atado y expulsión de cada heno, logrando mayor capacidad de trabajo y menor pérdida de hoja en la periferia, que se produce cada vez que éstas toman contacto con las correas.

A medida que se incrementó la presión de la cámara de compactación, aumentó el consumo de gasoil para la confección de una tonelada de MS de heno. Tomando de referencia el consumo efectuado al trabajar a 110 bar, éste se incrementó en 0,2 l/t MS cuando trabajó a 140 bar, 0,22 cuando lo hizo a 170 bar y 0,3 cuando lo realizó con la máxima presión.

Este leve incremento, en el consumo de gasoil, luego se ve compensado por una disminución de los costos operativos para retirar los rollos del lote y luego estivarlo, dado que disminuye la cantidad de unidades que hay que movilizar y estivar.

Si bien es sabido que la implementación de los procesos y la eficiencia de la maquinaria mejora el balance económico en el uso de equipos, nunca se debe perder de vista que la moneda corriente del productor, es el valor que cobra por kg de producto y es allí donde ocurre la mayor división por actividad.

Registros de peso, medidas, volúmenes y densidades de MS henificada a distintas presiones de compactación, obtenidos en prueba a campo en INTA Manfredi.

Tabla 8-6

Productividad anual de la rotoenfardadora bajo diferentes condiciones de uso	
Tabajando con una presión de compactación (170 Bar) y humedad de andana (18%)	Tabajando con baja presión de compactación (110 Bar) y humedad de andana (13%)
Cap. henificación: 19.030 Kg/h	Cap. henificación: 17.490 Kg/h
Dig. de los rollos: 65,62%	Dig. de los rollos: 58,55%
MS Dig. enrollada: 12.487 Kg MS D/h	MS Dig. enrollada: 10.240 Kg MS D/h
EM Rollos: 2,36 M cal/Kg MSD	EM Rollos: 2,10 M cal/Kg MSD
Mcal enrolladas/hora: 29.469	Mcal enrolladas/hora: 21.504
Equivalente Carne: 1.461 Kg/h	Equivalente Carne: 1.066 Kg/h
<b>Dif. Productividad: 395 Kg carne/h</b>	

Como se puede observar en el siguiente cuadro, cuando se habla de producción de carne, la productividad anual de una rotoenfardadora pueden significar una diferencia de 395 kg de carne, con solo modificar la humedad y la presión de trabajo (Tabla 8-6).

#### 1.7.4 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.

A partir de ese momento, se debe transitar por cada uno de los lados de la hilera para cargar alternativamente los laterales de la cámara de compactación, tratando siempre que no existan grandes diferencias de carga en cada uno de dichos laterales.

Todas las máquinas que se ofrecen en el mercado cuentan con monitores de carga de compactación (Figura 8-52), los cuales tienen barras activas que van mostrando el nivel de carga a cada lateral y la necesidad de zigzagueos. Es allí donde debe testearse la uniformidad de trabajo, tratando que las diferencias entre un lateral y otro no sea grande para que nunca existan puntos de baja densidad dentro del rollo.

Cuando se carga demasiado pasto en el centro y poco en los laterales se formará un rollo con forma de barril, en tanto que cuando se transita excesivamente por los laterales y no se cambian adecuadamente los laterales, se corre el riesgo de formar un rollo con poca densidad en el centro del mismo (Figura 8-53).

Estos puntos flojos, por lo general sufren más deterioro en el período de almacenaje, además de

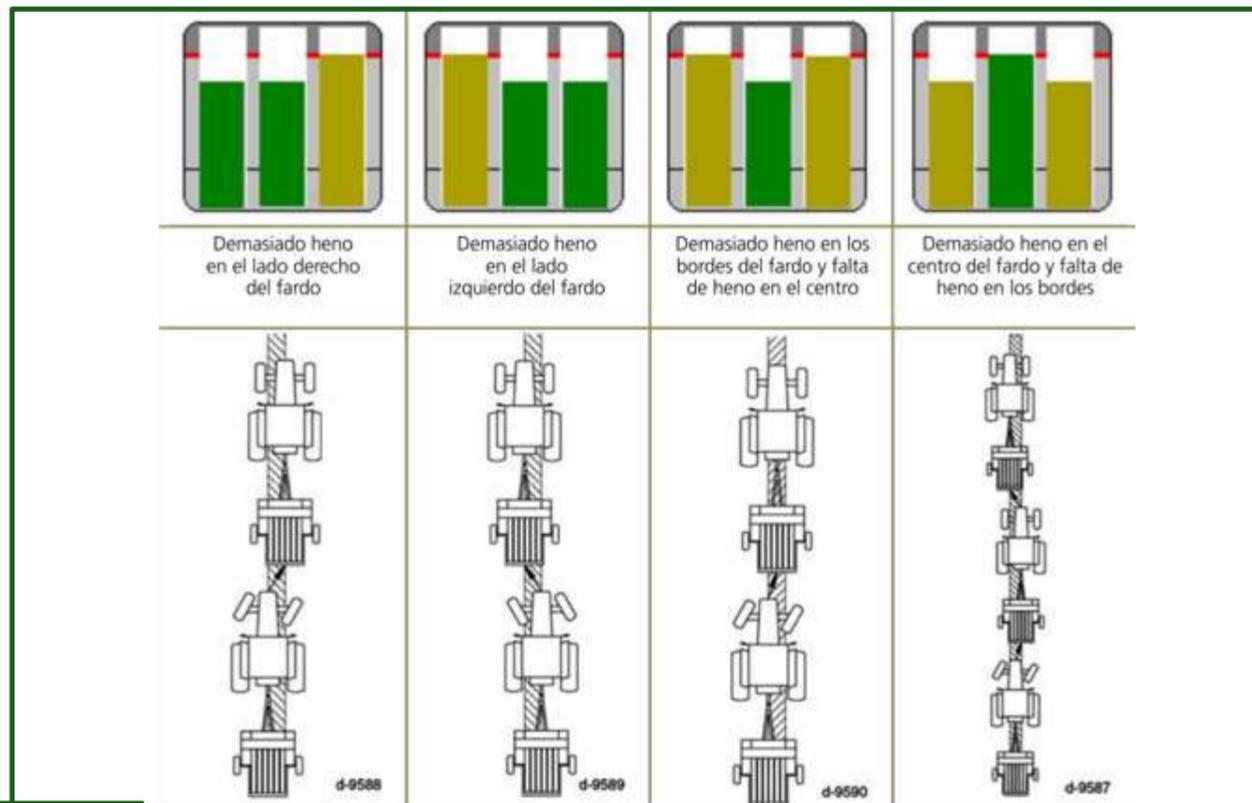


Figura 8-52 Indicaciones posibles indicadas por el monitor. Fuente Agco Cooperation 2011.



Figura 8-53 Rollos con defecto en su confección. Falta de material en los laterales (Izquierda) y con falta de material al centro (Derecha).

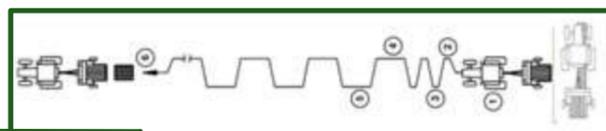


Figura 8-54 (1) Centrar la roto sobre la andana y avanzar sobre esta. (2) Girar abruptamente a la derecha para poner heno en el lado izquierdo de la andana. (3) Girar abruptamente a la izquierda para poner heno en el lado derecho de la andana. Repita este procedimiento hasta formar el núcleo. (4) Luego girar abruptamente a la derecha y a continuación siga derecho para poner heno en el lado izquierdo de la andana.

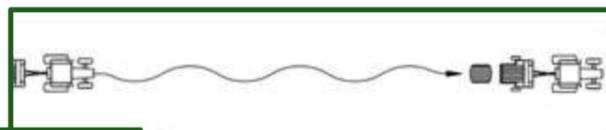


Figura 8-55 Conducción inadecuada en la formación del rollo.

bajar la eficiencia de trabajo, por no aprovechar todo el volumen de la cámara de compactación y aumentar los costos de atado y traslado de forraje por esa falta de eficiencia.

Si el ancho de la andana es menor a la mitad del ancho de la cámara de compactación, requiere hacer zigzagueos discontinuos para llenar uniformemente la cámara. Se recomienda realizar el procedimiento esquematizado en la figura 8-54.

Como se menciona anteriormente, para la formación correcta del núcleo, los zigzagueos deben ser abruptos y no curvilíneos (Figura 8-55), dado que se formará un rollo con forma de barril además de generar problemas en las correas.

Cuando se trabaja en lotes de alto rendimiento, con máquinas equipadas con recolectores más anchos que la cámara de compactación y aceleradores de pasto, es conveniente henificar sobre andanas que posean un ancho similar al de la cámara de compactación.

Es importante aclarar, que los modelos de nueva generación pueden procesar materiales con una densidad de hasta 5 a 6 kg/m lineal de andana, teniendo en cuenta que las pérdidas de hojas son menores cuando más densas son las hileras.

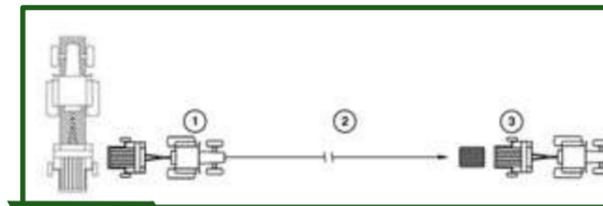


Figura 8-56 (1) Centrar el rotor sobre la andana. (2) Conducir hacia adelante en forma recta. (3) Cuando el rollo esté completo, detener el tractor y realice el atado del rollo. Luego expúselo y comience el siguiente.

Si la andana es igual de ancho que la cámara, usar el procedimiento esquematizado en la figura 8-56.

Siempre es bueno que las andanas tengan forma rectangular, no de cordón, y una altura uniforme en todo su ancho, facilitando una alimentación pareja y constante de la cámara de compactación, para realizar un rollo de una arquitectura adecuada.

## 2. Características destacables en las megaenfardadoras

Las megaenfardadoras encontraron sus orígenes en los años 80 y desde entonces se fabrican exclusivamente en Estados Unidos, Alemania y Bélgica de donde son exportadas al resto del mundo.

En otros mercados se ofrecen en una gama de equipos que efectúan fardos de diferentes tamaños y volúmenes que dan distintas alternativas (Figura 8-57), tanto de uso como de transporte. La mayoría de los fabricantes ofrece una línea compuesta por modelos que producen fardos de 0,80 o 1,20 m de ancho y 0,70 o 0,90 m de alto. A nuestro país llegan mayoritariamente las que realizan megafardos de 1,20 m de ancho, 0,70 m de altura y 2,60 m de largo, dado que estas son las dimensiones más adecuadas para el transporte a camión. Como se detalló en el capítulo 2 de este



Figura 8-57 En mercados como Estados Unidos los fabricantes ofrecen una gama amplia de megaenfardadoras que elabora fardos de diversos tamaños.

libro, actualmente también ha crecido la demanda de modelos que generan fardos de 0,90 m de alto.

Estas máquinas cuentan con recolectores más anchos que la cámara, de entre 2,25 m y 2,60 m de ancho dependiendo el modelo, equipados con dedos curvos (Figura 8-58) y con reducido espacio entre ellos que favorecen la recolección del material, permitiendo un tratamiento más suave del mismo. A su vez están equipados con ruedas limitadoras que auxilian la flotación y permiten mantener la uniformidad de alimentación adaptándose a distintas situaciones. En las versiones con procesador de fibra (Cutter), el ancho del recolector es de 2,40 m o más, para favorecer la alimentación del rolo alimentador.

El sistema de elevación es hidráulico y se recomienda utilizar una altura de recolector similar a la recomendada para la rotoenfardadora, al igual que de las ruedas limitadoras de profundidad, las cuales tampoco deben soportar todo el peso del recolector. La tensión de los resortes de flotación del recolector viene ajustada de fábrica, de forma tal que al aplicar 54 kg en el centro de la rueda se levanta el recolector, evitando así que los dientes entren en contacto con el suelo.

Detrás del recolector se ubican dos sinfines, uno del lado izquierdo y otro del lado derecho, que encausan el material que ingresa por los laterales del recolector hacia el centro, para que el heno

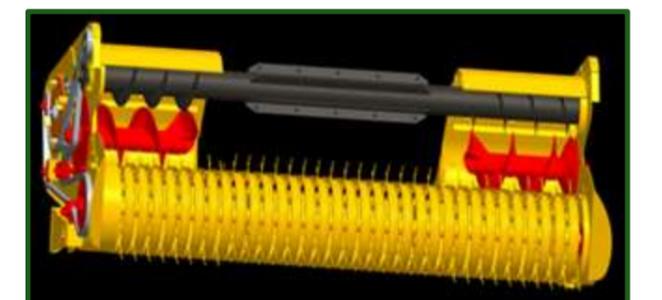


Figura 8-58 Recolector de megaenfardadora equipados con dedos curvos.

sea tomado por un alimentador de forraje, que tiene la función de acelerar el material hacia el interior de la precámara, disminuyendo los riesgos de atascamientos cuando se trabaja sobre gavillas rastrilladas con alta humedad y que presenta el material en forma de bollos.

En las versiones sin procesador de fibra, este alimentador que introduce el pasto en la precámara está compuesto por 3 horquillas, que poseen 9 púas simples (Figura 8-59).

En los modelos equipados con procesador de fibra (Cutter) el alimentador de horquillas es remplazado por un rotor que monta pares de estrellas de distribución helicoidal, que al hacer pasar el material por las púas dentadas semicirculares de zafe independiente que se encuentran dispuestas en el piso, originan el corte cizalla de la fibra (Figura 8-60).

El largo de corte de la fibra puede variar de acuerdo a la cantidad de cuchillas que se monten en el cutter, dado que, por ejemplo, se puede configurar con 17 cuchillas separadas a 78 mm o 33 con una distancia entre ellas de 39 mm. El bastidor de las cuchillas puede extraerse de la megaenfarda-

dora hasta dejar las cuchillas al descubierto para afilarlas (Figuras 8-61 y 8-62).

Luego de ser tomado por el recolector el material pasa por el alimentador de tipo alternativo que consiste en una horquilla (ver punto 1 de la figura 8-63 A) encargada de alimentar la cámara de pre-compresión (como se visualiza en el punto 2). En las versiones cutter esta horquilla es reemplazada por un rotor alimentador que hace pasar el material por las cuchillas ubicadas en la parte inferior.

Posteriormente el material es tomado por la horquilla de llenado que lo traslada desde la cámara de pre-compresión a la de empaçado, y que solo entra en funcionamiento cuando los dedos del sensor de activación indican que el material ha alcanzado la densidad necesaria. De este modo la densidad de los fardos es uniforme en todas las capas (panes). Esto se observa en el punto 3 de la figura 8-63 B, donde se aprecia el sensor que indica que se ha alcanzado la densidad requerida, y en el punto 5 donde actúa la horquilla que posee el dedo que expulsa la capa hacia la cámara de empaçado prensado que se distingue en el punto 6.



Figura 8-59 Detalle de alimentador a horquillas utilizado en versiones sin procesador de fibra.



Figura 8-61 Rotor alimentador en las versiones CropCutter y detalle del cajón con cuchillas que se dispone en el piso del alimentador para producir el corte por cizalla. Este cajón es removible.



Figura 8-60 Alimentador rotativo utilizado en megaenfardadora con sistema procesador de fibra.



Figura 8-62 Detalle de cuchilla dentada semicircular similar a la utilizada en rotoenfardadoras.

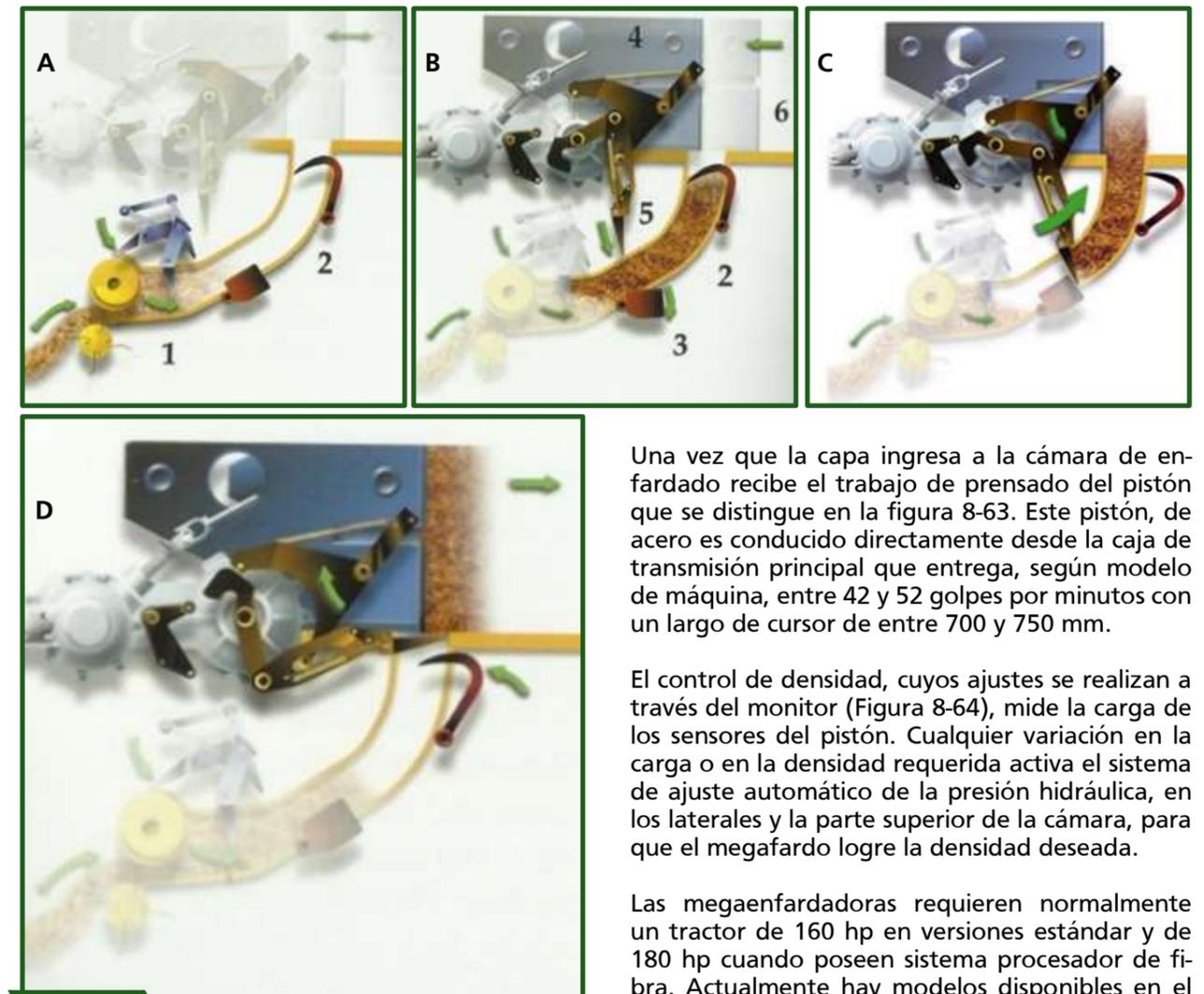


Figura 8-63 Esquema que muestra el proceso de alimentación de la cámara de compactación (CNH, 2011)

Una vez que la capa ingresa a la cámara de empaçado recibe el trabajo de prensado del pistón que se distingue en la figura 8-63. Este pistón, de acero es conducido directamente desde la caja de transmisión principal que entrega, según modelo de máquina, entre 42 y 52 golpes por minutos con un largo de cursor de entre 700 y 750 mm.

El control de densidad, cuyos ajustes se realizan a través del monitor (Figura 8-64), mide la carga de los sensores del pistón. Cualquier variación en la carga o en la densidad requerida activa el sistema de ajuste automático de la presión hidráulica, en los laterales y la parte superior de la cámara, para que el megafardo logre la densidad deseada.

Las megaenfardadoras requieren normalmente un tractor de 160 hp en versiones estándar y de 180 hp cuando poseen sistema procesador de fibra. Actualmente hay modelos disponibles en el mercado como Yomel Tigra 1270, de origen italiano, fabricada por Cicoria y que solo requiere entre 110 y 120 hp, dado que reemplaza el movimiento rectilíneo tradicional del pistón por un movimiento semi-circular de 48 golpes/minuto. Otra particularidad de esta máquina que la difencia del resto



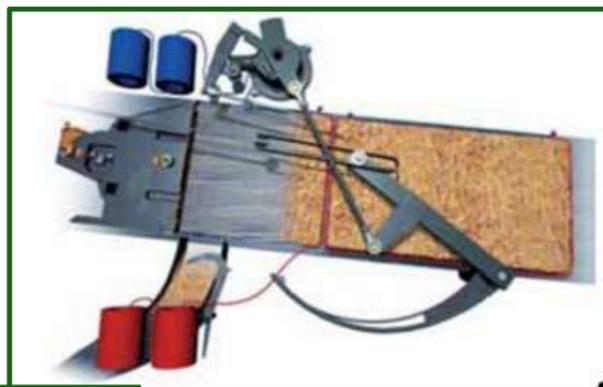
Figura 8-64 Izquierda: detalle de pistón de acero (AGCO Corporation, 2011); Derecha: Los cilindros hidráulicos de densidad de doble efecto aplican presión a ambos lados y a la parte superior de la cámara para proporcionar a las placas una densidad homogénea, todo ello controlado de forma automática a través del monitor de la megaenfardadora.



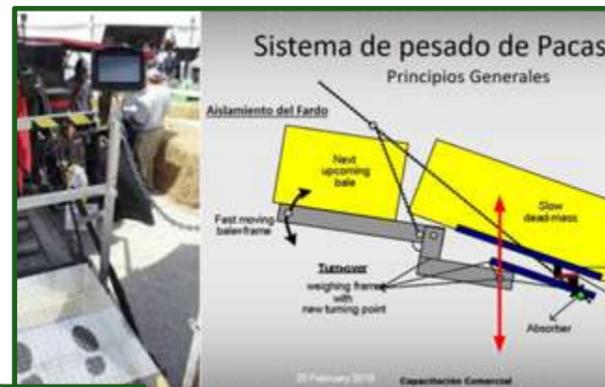
**Figura 8-65** Detalle del sistema de alimentación y compactación del modelo Cicoria comercializado por Yomel.



**Figura 8-67** Rueda dentada que mide los movimientos del megafardo dentro de la cámara.



**Figura 8-66** Detalle del sistema de atado (CNH, 2011).



**Figura 8-68** Sensores de peso de fardo que están conectados a un GPS y permiten realizar mapas de productividad de la pastura a enfardar.

de los modelos, es que la precámara de alimentación posee un diseño de omega (Figura 8-65), el cual alimenta a la cámara de compactación por la parte superior de la misma y no por la inferior.

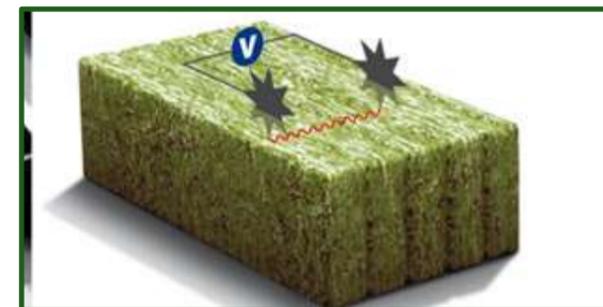
En las máquinas de 1,20 m de ancho, el sistema de atado cuenta con 6 hilos y se utiliza el sistema de doble nudo. En el anudador entran dos hilos, con los que se realiza el nudo final en el fardo terminado y el nudo inicial en el fardo en formación. Este sistema de doble nudo permite lograr megafardos con alta densidad, ya que la tensión que soportan los componentes del anudador y la cuerda, durante la formación del megafardo, es mínima (Figura 8-66).

Para aumentar el rendimiento y la vida útil de los anudadores, están asistidos por ventiladores que producen un flujo de aire que mantienen limpios de la broza que se produce al enfardar. El compartimento donde se almacenan los hilos del sistema de atado permite almacenar hasta 30 bobinas, a la vez que no permite la entrada de polvo y broza al mismo.

Estas máquinas cuentan con un sistema electrónico y otro mecánico, que indican la longitud que va tomando el megafardo, un dato útil para activar

los anudadores. Para esto cuenta con una rueda dentada (Figura 8-67), que va midiendo los movimientos del megafardo dentro de la cámara de enfardado y que permite a su vez modificar la longitud de éste. La rampa de descarga trabaja con rodillos, de los cuales los dos últimos están montados sobre rodamientos, para amortiguar mejor la expulsión del megafardo. Al igual que las rotos, las megas están equipada con un monitor que muestra el funcionamiento general de la máquina. En la pantalla de inicio indica información general como conteo histórico de megafardos, horas de trabajo, estado de registro de trabajo, tarea actual, conteo de megafardos de la tarea actual, etc.

En otras pantallas se pueden regular diversos parámetros del sistema de compactación (capas por megafardos, presión en la cámara de compactación, modo de carga del pistón), del sistema de atado, del sistema de lubricación, etc. Poseen un sistema de aviso por señales acústicas y visuales que advierten cualquier anomalía en la configuración de la máquina o cualquier falla que pudiese ocurrir en los sistemas, durante el proceso de henificación.



**Figura 8-69** Detalle del sensor de humedad en megaenfardadoras.

Otro equipamiento interesante es el sistema de pesaje (Figura 8-68), el cual según datos de fábrica trabaja con un error máximo de +/- 2 % en la medida. Este dato proporciona un registro de la productividad de MS, el cual en combinación con un GPS puede elaborar un mapa de rendimiento de la pastura. Este modelo también puede estar equipado opcionalmente con un sensor de humedad compuesto por dos estrellas giratorias (Figura 8-69), que van tomando el porcentaje de humedad dentro del megafardo que se va formando y exhiben el dato en el monitor.

Otra de las alternativas disponibles es montar a la máquina con un eje sencillo o bien dos ejes en tándem (en balancín). Este último distribuye mejor la presión sobre el suelo disminuyendo la compactación, además logra mejor estabilidad al mermar el movimiento vertical de la enfardadora durante el trabajo. Para contrarrestar estos puntos, las máquinas de un eje montan neumáticos de mayor diámetro.

## 2.1 Recomendaciones de manejo en Megaenfardadoras para lograr un heno de alta calidad:

### 2.1.1 Presión de trabajo

En una prueba a campo realizada por INTA se determinó que una megaenfardadora estándar a 250 bar de presión trabaja con 16 kg/m<sup>3</sup> más de densidad que cuando lo realiza a 190 bar, permitiendo henificar el 6 % más de forraje por unidad de volumen. En el caso de versiones con cutter, a

250 bar henificó 15 kg/m<sup>3</sup> más que cuando lo hizo a 190 bar, incrementando también en un 6 % la cantidad de alfalfa por unidad de volumen.

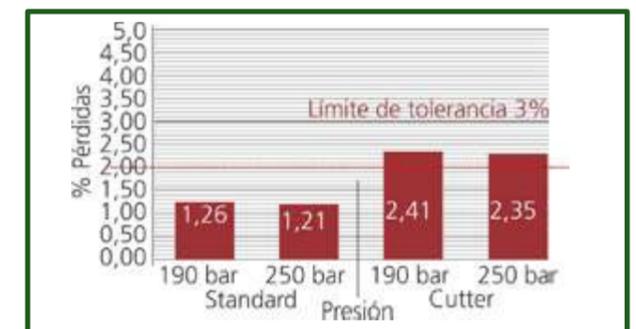
Si comparamos la versión cutter con la standard (Tabla 8-7), a 250 bar de presión la primera logró henificar 5,15 kg/m<sup>3</sup> más (2 % más por unidad de volumen) y a 190 bar 6,75 kg/m<sup>3</sup> (3 % más). Al igual que en rotoenfardadoras, no existen diferencias significativas en cuanto a una disminución de las pérdidas al incrementar la presión de compactación.

Si se compara los valores de pérdidas de la megaenfardadora standard con lo de la versión cutter, se observa un incremento superior al 1 % debido a la mayor pérdida de hoja que se produce por el fraccionamiento de la fibra, pero se debe destacar que los valores se mantienen siempre por debajo del 3 %, que es el límite de tolerancia recomendada por INTA (Figura 8-70).

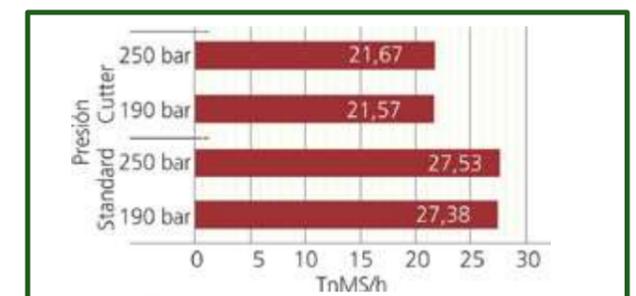
Registros de peso, medidas, volúmenes y densidades de MS henificada a distintas presiones de compactación obtenidos en prueba a campo en INTA Manfredi.

**Tabla 8-6**

Presión Máquina (Bar)	Peso (Kg)	Medidas (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )
Standard 190	453	2,17x0,71x1,21	1,86	242,99
Standard 250	476	2,14x0,71x1,21	1,84	258,91
Cutter 190	457	2,13x0,71x1,21	1,83	249,74
Cutter 250	490	2,16x0,71x1,21	1,86	264,06



**Figura 8-70** Pérdidas por cámara en función de la presión de compactación.



**Figura 8-71** Capacidad de trabajo de una megaenfardadora estándar y una cutter a distintas presiones de trabajo.

En las megaenfardadora, tanto standard como Cutter, al incrementar la presión de compactación no existen diferencias significativas en cuanto a un incremento en la capacidad de trabajo (Figura 8-71), pero sí se produjeron diferencias por procesar la fibra. El tiempo que tardó la megaenfardadora Standard en henificar una tonelada de forraje fue 35 segundos menor respecto a lo que le demandó a la versión Cutter, con lo cual, al procesar la fibra se demoró un 28 % más.

En cuanto el consumo de combustible, cuando la megaenfardadora trabajó a 190 bar con el procesador de fibra activado gastó 0,28 l/t MS más de gasoil que cuando no proceso la fibra, y a 250 bar consumió 0,4 l/t MS más por henificar con el cutter activado. Si a estos datos los expresamos en porcentaje, se puede indicar que la megaenfardadora Cutter consumió un 27 % más de gasoil (Figura 8-72).

El consumo de combustible observado durante la confección de megafardos tanto en su versión estándar como en su versión de fibra procesada, es superior a mayores presiones de compactación. En ambas modalidades el consumo se ve incrementado al pasar de 190 bar de presión a 250 bar en aproximadamente un 9 %.

### 2.1.2 Humedad del forraje

Las pruebas a campo realizada por INTA a distintos modelos demuestran que las megaenfardadoras presenta una reducida pérdida de hoja, aún trabajando sobre andanas con bajo nivel de humedad, inferior al 13 %.

Por la alta compactación que producen, con las megaenfardadoras no es recomendable iniciar el proceso de henificación con valores de humedad superiores al 18 %. Cuando se utilizó el sistema procesador de fibra las pérdidas se incrementaron linealmente a medida que disminuía la humedad del forraje henificado, llegando al 3 % (límite de

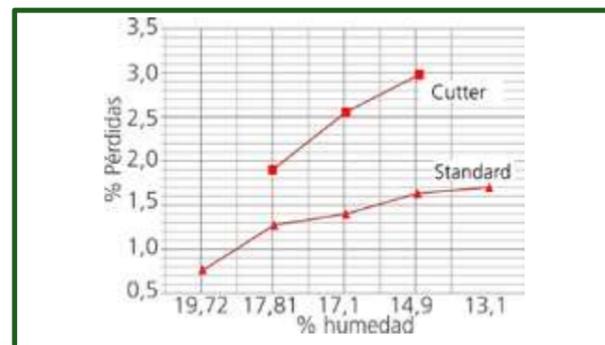


Figura 8-73 Pérdidas por cámara de compactación en Megaenfardadoras en función de la humedad de la andana.

tolerancia establecido por INTA) cuando se trabajó con 13 % de humedad (Figura 8-73).

Por debajo de este valor de humedad, el material se encuentra muy susceptible a perder hojas. La agresividad mecánica a la que es sometido el forraje, al momento de procesar la fibra produce que por debajo de este valor de humedad se incrementa notablemente la pérdida de hoja y de proteína.

Es importante aclarar que, cuando se trabaja con el cutter activado, no es posible henificar con valores superiores al 17 % de humedad, dado que no se produce un corte eficiente de la fibra, produciéndose problemas de atascamiento de la máquina.

Al igual que en la rotoenfardadora, el material perdido al momento de confeccionar los megafardos corresponde a la fracción vegetal con alto valor nutritivo y a elementos minerales como tierra.

Analizando las pérdidas al momento de confeccionar los megafardos a distintas humedades de andana, se puede afirmar que trabajando sobre un rango de humedad entre 18 y 13 %, prácticamente no hay diferencias significativas en cuanto a los Kg de proteína bruta que se pierde por megahenificado (Figura 8-74).

En el caso de la versión cutter, se observa que a medida que se trabaja con andanas con humedades cercanas al 13 %, las pérdidas medidas en Kg de proteína bruta por mega henificado se incrementaron en 1,5 % respecto a cuando se henificó con valores cercanos al 17 %.

Los megafardos poseen una gran compactación, con una densidad aproximada de 250 kg/m<sup>3</sup> (variable según presión de compactación y modelo de máquina), con lo cual es recomendable confeccionarlos con humedades cercanas a valores de estabilización (inferiores al 16 %).

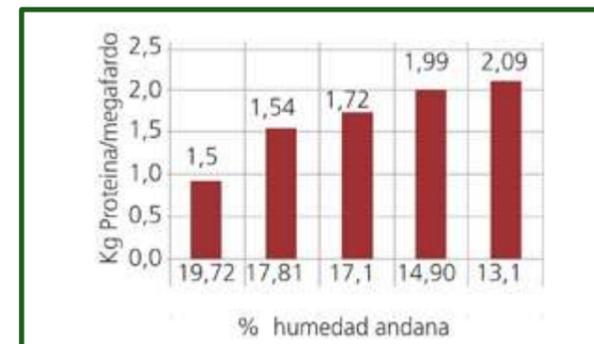


Figura 8-74 Pérdidas de proteína por megafardo estándar (arriba) y cutter (abajo) según humedad de la andana.

Si se henifica con valores superiores, esa pérdida de humedad que se genera desde que se confecciona hasta que se estabiliza, puede crear condiciones propicias para un posterior deterioro, dado que la difusión de agua en forma de vapor no se produce fácilmente hacia la atmosfera por la alta compactación que presenta el material, incrementando la humedad relativa en la masa henificada, la cual al superar niveles del 65 %, crea condicio-

nes propicias para la proliferación de hongos y bacterias.

A su vez, si los contenidos de humedad son inferiores al 12 %, los valores de pérdida de hoja superan el 4 %, el cual es el límite de tolerancia establecido para no afectar la calidad del heno por disminución de proteína bruta. De esta forma, la ventana óptima de henificación de megafardos queda comprendida entre 17 % y 12 % de humedad.

Existen nuevas tecnologías que buscan aumentar la ventana óptima de henificación, algunas de ellas basadas en la aplicación de ácidos con propiedades antimicrobianas y antifúngicas que permiten henificar megafardos con un mayor nivel de humedad. Otras, en máquinas que aplican vapor a la andana con el objetivo de incrementar los niveles de humedad y reducir el nivel de pérdidas.

Desde el año 2010 New Holland y AGCO ofrecen en Estados Unidos y Europa (Figura 8-75), un mecanismo que actúa en base a las lecturas que realiza el sensor de humedad y permite ir aplicando un aditivo denominado "Crop Saver buffered acid®" de pH 6 y que está elaborado en base a ácido propiónico (64,5 %) y ácido cítrico (5 %). Esta aplicación no elimina el agua, sino que la neutraliza realizando una reacción de hidrólisis para inhibir el desarrollo de hongos. Esta tecnología está disponible en todos los equipos de henificación y permite realizar fardos gigantes con 21 % de humedad, rollos con 24 % y fardos chicos con 30 %. Además se caracteriza por permitir una mejor conservación de las características organolépticas del forraje en el tiempo.

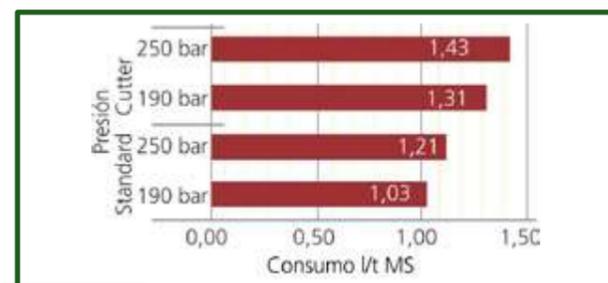
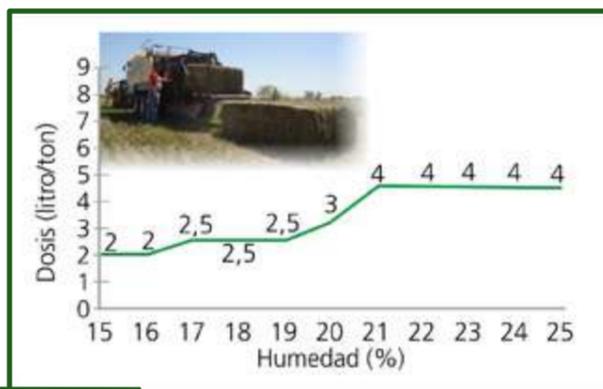


Figura 8-72 Consumo de combustible de megaenfardadoras estándar y cutter a distintas presiones de compactación.



Figura 8-75 Megaenfardadora equipada con sistema "Crop Saver buffered acid" y balanza.



**Figura 8-76** Recomendaciones orientativas de dosis de Basf Lupro-Grain, en base a trabajos téc.

Desde el año 2017, ambas marcas ofrecen estos equipos en Argentina y se pueden utilizar aplicando ácido orgánico Lupro Grain® (Figura 8-76), que comercializa la empresa Basf, el cual es un ácido orgánico débil, compuesto por 90 % ácido propiónico, 4 % propilenglicol, 4 % amonio y 2 % de agua. Contiene una materia activa muy similar al de Luprosil® (99 % ácido propionico y 1 % de agua) pero con efecto tampón. Utiliza sustancias tamponantes como el propilenglicol, el cual reduce el efecto biológico de cáustico a levemente irritante. Este ácido propiónico tiene propiedades antimicrobianas sobre hongos, levaduras y bacterias. Es especialmente conocido por sus propiedades fúngicas.

INTA ha obtenido muy buenos resultados en confección de megafardos de entre 23 y 25 % de humedad, aplicando Lupro Grain® en una dosis de 4 litros/tonelada de MS. Para estas pruebas se utilizó una megaenfardadora Challenger 2260 equipada con un aplicador de ácidos Hay Boss 2®, el cual se compone de un tanque, una bomba con un

circuito hidráulico y un barral que aplica el ácido al pasto entre el recolector y el rotor alimentador (Figura 8-77 y figura 8-78).

Este equipo Hay Boss 2® se complementa con el Sistema Harvest Tec®, que permite colocar una etiqueta a cada megafardo en uno de los hilos de atado y dejar trazado en un microchip de radiofrecuencia con qué humedad fue confeccionado, la fecha y coordenadas de confección, peso y si contiene ácido y en qué dosis (Figura 8-79).



**Figura 8-78** Detalle del tanque de líquido (arriba) y barra con picos y pastillas (abajo).



**Figura 8-77** Megaenfardadora Challenger equipada con dosificador Hay Boss2.



**Figura 8-79** Etiqueta Sistema Harvest Tec colocado en uno de los hilos de atado, que permite dejar trazado el heno en un microchip de radiofrecuencia.

Para incrementar la ventana de trabajo cuando se trabaja por debajo de 11 % de humedad y el nivel de pérdidas se incrementa, en Estados Unidos se desarrolló una humidificadora de andana denominada Dewpoint Staheli West® (Figura 8-79).

Esta máquina (Figura 8-80), opera conformando un tren ubicada detrás del tractor y por delante de la megaenfardadora, no demandando transmisión mecánica ni hidráulica de parte del tractor, operando en forma autónoma para poner en funcionamiento sus órganos y solo requiriendo ser trasladada. Debido a que se ubica entre tractor y megaenfardadora, la máquina tiene previsto un túnel por donde pasa la transmisión mecánica/cardanica e hidráulica (mangueras) que une al tractor y que permite el accionamiento de la megaenfardadora por parte del tractor.

Posee un motor Isuzu de 21 hp, alimentado a gasoil que acciona una caldera que vaporiza el agua, que es conducida a presión, mediante mangueras hacia el recolector de la megaenfardadora. Mediante esta tecnología es posible incrementar en 1 a 6 puntos la humedad del material, permitiendo continuar trabajando con baja pérdida de hoja

cuando la andana se presenta seca. De acuerdo a un estudio de la Universidad de Wisconsin, se reduce en un 58 % las pérdidas de hojas, incrementando entre un 6 a 7 % el peso del megafardo. El dato curioso es que este incremento de hoja no se ve reflejado en la calidad química del fardo (podría producirse una desnaturalización de las proteínas por efecto de la alta temperatura con que sale el vapor desde la tobera, próximo a 100°C).

La empresa Staheliwest creó esta máquina en el año 1996 y luego le concedió una licencia, que duró hasta el año 2006 (a John Deere), para que la comercialice. Desde el año 2008 Staheliwest fabrica y comercializa esta máquina, habiendo vendido desde entonces unas 300 unidades, encontrando su principales usuarios en Estados Unidos, donde el propietario de la máquina en la gran mayoría de los casos es el mismo productor, el cual pierde muchas horas del día esperando las condiciones óptimas de humedad. Mediante el uso de esta tecnología de humidificación, los productores norteamericanos pueden duplicar la capacidad de trabajo de sus megaenfardadoras. Del total de máquinas vendidas en el mundo: 20 se introdujeron en Australia, 2 en México, 6 en California y el resto



**Figura 8-80** Humidificadoras Dewpoint Staheli West trabajando en la localidad de Tránsito, Provincia de Córdoba.



Figura 8-81 Componentes de la humidificadora. 1 caldera, 2: generador diésel, 3: quemador, 4: tanque de gasoil, 5: tanque de agua, 6: neumáticos, 7: sistema de alimentación de agua, 8: calentador alimentado a propano, 9: mangueras.

en los Estados Unidos, principalmente en Kansas. El valor de mercado en EEUU del humidificador es de 220.000 U\$S. La empresa cuenta con un proyecto para crear máquinas con el mismo principio, pero de menor costo para megaenfardadoras y otro para adaptar a rotoenfardadoras. En febrero de 2018 se entregaron la dos primeras unidades vendidas en Argentina a la firma Noya, de la localidad de Tránsito, Provincia de Córdoba.

Este equipo (Figura 8-81), cuenta con 6 depósitos de agua con una capacidad total de 3.000 l y un tanque de gasoil de 1.200 l. La máquina cuando se encuentra cargada, tanto con combustible como con agua, posee un peso que supera los 13.000 kg. La autonomía de la máquina es de 5 a 6 h. Cuenta con cuatro toberas ubicadas próximas al recolector de la megaenfardadora, dos de ellos entre los dientes hidratando el material correspondiente a la parte inferior de la andana, y dos a la parte superior. La configuración de las toberas permite variar la dosis y zonas objetivo de humedecimiento.

El comando de la dosificación se maneja desde una pantalla táctil, ubicada en la cabina del tractor. Un sensor de humedad ubicada en la cámara de compactación indica al operario el nivel de humedad logrado, permitiendo realizar los ajustes necesarios según sea el objetivo. El consumo de la caldera es en promedio de 2 l/t MS henificada. La demanda extra de potencia de tractor es de 20 a 40 hp, según las condiciones de relieve del suelo (pendientes).

### 2.1.3 Uso de la fibra procesada por el cutter

En el caso de los megafardos elaborados con el cutter se observó una gran facilidad para el uso de esa fibra, dado que solo se deben cortar los hilos de atado, momento en que se desprende las

pacas, que luego al golpearlo suavemente con una pala conforma un montículo de fibra lista para incluir dentro de un mixer.

La ventaja de este tipo de heno es que no necesita de un trozado previo, sino que la fibra puede ser procesada a un largo menor en el momento de mezcla con otros ingredientes. El largo promedio del material varía entre 4 y 10 cm (dependiendo el número de cuchillas del cutter), el cual se presenta en condiciones de ser mezclado con el resto de los ingredientes, en un mixer con sinfines lisos.

### 3. Características destacables en enfardadoras

En Argentina existe un mercado necesario de fardo prismáticos de entre 25 y 30 kg, que generalmente se produce para uso más doméstico (caballos), producciones regionales (Santiago del Estero, Centro de Córdoba, Santa Fe, etc.), o bien para transportar a grandes distancias por una mejor eficiencia en el uso del volumen (Figura 8-82).



Figura 8-82 Enfardadora de fardos prismáticos de 25 kg.

# CHALLENGER EL DESAFÍO DE HACERLO MEJOR.



ENFARDADORAS GIGANTES:  
2260 / 2270XD



ROTOENFARDADORAS:  
2946A / 2956A



ENFARDADORAS PRIMÁTICAS:  
1838



SEGADORAS ACONDICIONADORAS  
AUTOPROPULSADAS: WR9870



SEGADORAS ACONDICIONADORAS:  
1366 / 1383 / 1386

Conozca la línea completa de forrajeras Challenger con tecnología HESSTON, líder mundial en equipos forrajeros. Diseñados y construidos para cubrir las necesidades más exigentes del productor y el contratista. Sin importar la extensión o dificultad del terreno, siempre obtendrá forraje de calidad con el más alto nivel nutritivo. MAQUINARIA PARA RESULTADOS SERIOS.



Adquiera la línea de productos Challenger a través de la Red de Concesionarios Valtra, con la financiación directa de AGCO Capital.

Challenger es una marca mundial de AGCO. [www.challenger.com.ar](http://www.challenger.com.ar)

Challenger

Actualmente se destaca los modelos de carga central (Figura 8-83), en donde a medida que el material es recogido por el amplio recolector es dirigido en línea recta, sin cambios bruscos de dirección, a la cámara de pre formado, donde es pre comprimido en capas, para luego ser comprimido por el pistón en la cámara de compactación.

Un eje de mando vincula la toma de fuerza del tractor con la enfardadora y activa un embrague deslizante y un volante con perno de seguridad. El volante impulsa una caja de engranajes que moviliza el dispositivo de llenado, el pistón y el anudador.

El recolector de las máquinas más modernas posee un ancho 192,8 cm y es similar al de las rotoenfardadoras. Además posee dos sinfines de centrado, las ruedas limitadoras de profundidad y el resorte de flotación. La altura de los dientes sobre el suelo se fija ajustando la longitud del perno de tensión del soporte del resorte. Las ruedas limitadoras de profundidad protegen el recolector cuando se enfarda en terrenos que no están nivelados.

El material que ingresa por el recolector es tomado por dos sinfines de centrado (Figura 8-84), que lo mueven desde los extremos hacia el centro, donde es captado por las horquillas de llenado, las cuales poseen 4 garras que mueven el heno desde la cámara de carga a la cámara de compactación.

Luego el pistón comprime el heno contra el fardo que se formará en la cámara (Figura 8-85). Éste trabaja a una velocidad de 100 rpm, realizando una carrera de 550 mm. La cámara de compactación posee un tamaño de 356 mm por 457 mm, con un largo de enfardado que puede variar de 305 mm a 1.321 mm.

Es destacable los sistemas atadores, tipo mecánico, con accionamiento automático. A medida que el heno comprimido pasa por la cámara de fardos, una rueda de dosificación gira y controla la longitud de los fardos. Cuando se alcanza la longitud determinada, el brazo de desplazamiento del anudador es levantado hasta el punto en el que el

embrague se desconecta, permitiendo comenzar de esta forma el ciclo de atado.

La densidad y el peso del fardo son determinadas por la cantidad de resistencia que se ofrece al material, cuando este pase a través de la cámara de compactación. Esta resistencia es determinada por la cantidad de tensión aplicada con los rieles de control de densidad y por el número de resistores (planchuelas) de heno utilizados.

Los resistores laterales mejoran la distribución del heno en el fardo y en algunos casos pueden mejorar la densidad del fardo, a la vez que emparejan los laterales de los mismos. Si se instalan resistores adicionales en las puertas de las cámaras, se reduce la frecuencia de las extracciones de hilo en



Figura 8-84 Detalle del recolector de enfardadora (arriba) y material conducido al centro de la máquina (abajo).

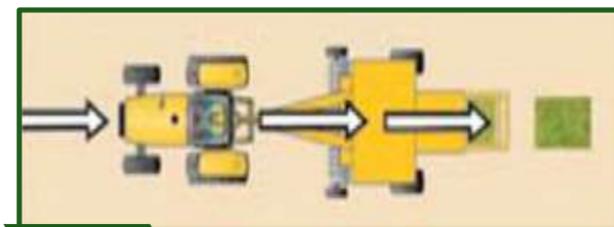


Figura 8-83 Esquema de enfardadora con sistema de carga central. Fuente: AGCO Corporation, 2011.

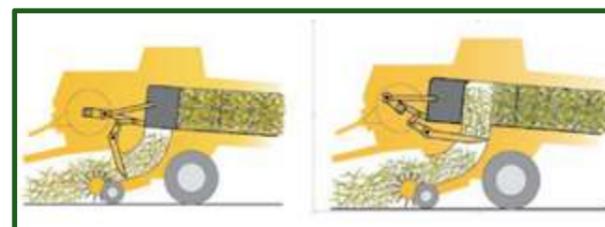


Figura 8-85 Esquema de recolección y formación de fardos. Fuente: AGCO Corporation, 2011.

la máquina, cuando se trabaja en condiciones de alta densidad.

Para obtener fardos con densidad adicional, cuando se enfarda en condiciones de material muy seco, liso y flexible se recomienda ajustar las puertas de la cámara de compactación hacia adentro y colocar el juego adicional de resistores de heno, que viene con el equipo estándar de la enfardadora.

El control mecánico de la densidad se efectúa al girar las manijas. Hacia la derecha se aumenta la densidad de fardo y el peso de éste, hacia la izquierda se genera el efecto contrario.

Tener precaución, cuando se trabaje con materiales muy voluminosos, donde una densidad de fardo muy alta puede romper el perno de seguridad. Actualmente hay versiones que poseen un mecanismo electro hidráulico que permite regular la densidad desde el monitor.

El contador de fardos está montado debajo del brazo de desplazamiento del anudador y aumenta en uno, cada vez que se conecta el brazo de desplazamiento del anudador.



Figura 8-86 Vista trasera y lateral de enfardadora de nueva generación.

#### 4. Recomendaciones de cómo realizar heno de alfalfa picado embolsado

El heno picado y embolsado (Figura 8-87), es una alternativa que se comenzó a difundir en el centro de la provincia de Córdoba desde el año 2010 y consiste en lograr una conservación del heno de alfalfa o gramíneas, utilizando básicamente las mismas máquinas que se utilizan para confeccionar silajes, donde el material es picado con precisión y embolsado (máquina embudadora y bolsa plegada).

Esta forma de presentación en bolsas (Figura 8-88), similares a las de silaje, permite lograr una gran agilidad y facilidad de preparación de las dietas en los mixer, debido a que no hay necesidad de desmenuzar el heno. Otra importante mejora es que se evita todo el proceso previo de desmenuzamiento y trozado del rollo, para lograr un largo de fibra acorde, y recién iniciar la carga normal de los otros ingredientes.

También posee el beneficio que genera otra posibilidad de utilización, a los equipos de picado fino



Figura 8-87 Proceso de confección del heno picado y embolsado.



Figura 8-88 Heno picado y embolsado.

y embutido de forrajes, tanto de los contratistas como productores.

La bolsa actúa como elemento de contención y protección de los agentes climáticos externos (en especial lluvia y/o humedad ambiente), permitiendo de esta manera conseguir una buena preservación; en principio a mediano plazo, con reducidas pérdidas de calidad y cantidad durante el almacenamiento.

Al ser heno, el forraje se conserva con menos de 20 % de humedad, pero al estar dentro de una bolsa (atmosfera modificada), se genera un ambiente donde la concentración de gases difiere de la atmosfera normal (más concentración de dióxido de carbono principalmente), siendo la estabilidad final de estas concentraciones dependientes de las condiciones de hermeticidad de la bolsa, de la humedad con que fue confeccionado, de la temperatura, de la carga biológica, etc.

A medida que se afecta la hermeticidad, la temperatura se incrementa por el calentamiento que producen los agentes biológicos/químicos, que disminuyen la disponibilidad de proteína.

Es una técnica que conserva por ausencia de oxígeno, por lo cual una buena compactación (alta densidad) y mínima porosidad son excluyentes.

La característica principal del heno picado y embolsado radica en que no existe en esta estructura una pérdida de humedad posterior a la confección y donde tampoco ocurren procesos fermentativos, dado que se embolsa con baja humedad.

Tener en cuenta que al henificar en bolsa, el agua no tiene posibilidad de difundir hacia la atmósfera. La definición de henificación nos dice que es un método de conservación de forraje seco que, se produce por una rápida evaporación del agua contenida en los tejidos de la planta hasta niveles inferiores al 20 % de humedad. De esta forma los procesos respiratorios se inhiben y se evitan los riesgos de calentamiento del forraje pero donde la humedad se estabiliza alrededor del 15 %. Esto nos indica que si confeccionamos un heno con 19 % de humedad, durante el periodo de almacenamiento, éste perderá 4 % de humedad.

En el caso de los rollos o megafardos, este vapor de agua es liberado a la atmosfera, pero en el caso del heno picado y embolsado, esta agua queda contenida dentro de la bolsa, incrementando la humedad relativa en el interior de la misma. Si se incrementa la humedad relativa de la masa henificada, se crean condiciones para que puedan proliferar hongos y bacterias. Con lo cual, no es

aconsejable embolsar pasto con más de 16 % de humedad.

A su vez, para preservar la calidad y poder conservar la mayor proporción de hojas; esta metodología es altamente dependiente de los aspectos mecánicos de la recolección que se lleva a cabo con una picadora. A medida que la humedad de confección disminuye, la proteína baja. Es por este concepto, que no se recomienda henificar cuando el pasto posea menos de 14 % de humedad.

Para llevar a cabo esta técnica, se recomienda realizar el picado en horario nocturno (Figura 8-89), debido que el material a embutir debe poseer una humedad de entre 14 a 16 %, con la particularidad que es conveniente que se revenga primero la hoja (estructura planófito) antes que el tallo (estructura tubular), para disminuir pérdidas de recolección. Es precisamente por la noche donde se logran normalmente estas condiciones.

Debido a que los tiempos operativos son muy cortos por el limitado rango de humedad con el que se puede trabajar, es importante que la picadora trabaje sobre andanas con un volumen de pasto superior a 5 k/m lineal.

INTA llevó a cabo una prueba a campo con una picadora Claas Jaguar 960, equipada con el cabezal



**Figura 8-89** Se recomienda realizar el picado en horario nocturno (arriba), debido a que se genera menor pérdida de hojas respecto al trabajo que se puede efectuar durante el día (abajo) donde se incrementan las pérdidas de hoja.

recolector de andanas Claas PU 300HD, donde se picó con un lago de fibra a 4,5 cm (para sistemas lecheros) y a 1,5 cm (para feedlot). El cilindro de la picadora se configuró para ambos casos con 12 cuchillas; dispuestas en 2 hileras en V de 6 cuchillas. Esta configuración permite lograr el máximo largo de fibra de este sistema, que es de 4,5 cm



**Figura 8-90** Heno picado a 4,5 cm promedio (arriba) y heno picado a 1 cm promedio (abajo).



**Figura 8-91** Material picado depositado en camión volcador descargado a la embolsadora modificada.

promedio (Figura 8-90) y un largo mínimo de 1 cm con solo variar las revoluciones del rotor.

El material recolectado y picado fue depositado en camiones volcadores, los cuales transportan la alfalfa desde el lote hasta el lugar donde se encuentra ubicada la embolsadora (Figura 8-92). Esta última cuenta con una batea de recepción cuyo fondo es una cinta transportadora, que alimenta un rotor embutidor con peine, el cual incorpora el material picado dentro de la campana de compresión de dicha embolsadora.

- La embolsadora Implecor M9080 (Figura 8-93), utilizada para esta prueba a campo no era el modelo de serie, sino que presentaba modificaciones realizadas por el Ing. Miguel Duretti (Figura 8-94), de la localidad de Sacanta que se detallan a continuación:
- Prolongado de 0,7 m de la longitud el túnel. Esta modificación permite incrementar la presión de trabajo de 70 lib/pulg<sup>2</sup> a 110 lbs/pulg<sup>2</sup>, niveles de presión muy superiores a las normalmente utilizadas por cualquier máquina.
- Reemplazo del reductor BREVINI original por otro de una categoría superior de esfuerzos.
- Mantenimiento periódico del rotor transversal, controlando que la luz entre ellos y el peine no supere 1mm. Tratamiento anual de acorazado de los dedos embutidores y reemplazo de rodamientos laterales del rotor. Esto se debe a que los retenes siempre dejan pasar los efluentes propios del prensado del material a embolsar (silaje).
- Reforzado del chasis y colocación de puntales laterales para mantener íntegra la estructura del túnel.

Con estas modificaciones se logran mayores presiones de compactación dentro del túnel de chapa, de forma tal que no genera presión directa sobre la bolsa durante el proceso de agregado del material, solo con la expansión del material al desplazarse rítmicamente. Con lo cual el estiramiento



**Figura 8-92** Embolsadora con túnel de 9 pies de ancho, peine longitudinal, rampa a cinta de lona y motor Deutz de 160 hp.

de la bolsa plástica no forma arrugas o pliegues y ésta no baja en la parte superior como típicamente ocurre. Por el contrario, se expande unos 10 cm todo alrededor, llevando su estiramiento al límite y conformando una bolsa con paredes verticales que continúan con la configuración del túnel. La densidad lograda en el material embutido se encuentra entre 270 y 280 kg/m<sup>3</sup>, la cual es más elevada que los 240 kg/m<sup>3</sup> que se puede lograr en los megafardos.



Figura 8-93 Vista de la bolsa de heno, donde se destaca la verticalidad de la pared.

La confección de heno picado y embolsado es posible y tiene en principio buena durabilidad en la medida que se haya confeccionado con niveles de humedad comprendidos entre 14 % y 16 % y si se mantienen las condiciones de hermeticidad. INTA llevo a cabo un monitoreo mensual de distintas bolsas de heno picado y embolsado durante 6 meses, efectuando en cada visita distintos muestreos a los que se le realizó análisis de calidad ( % MS, % PB, % FDN, % FDA, %Cz) y presencia de micotoxinas (Aflatoxinas y Zearalenonas), para ver cómo evolucionaba el material durante el tiempo de almacenamiento.

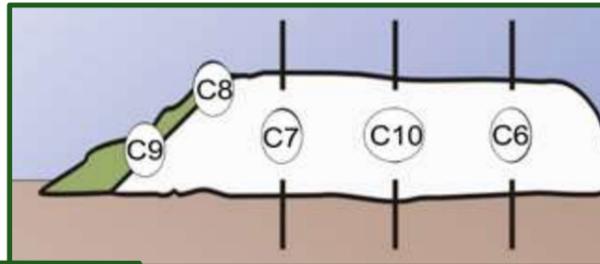


Figura 8-94 Esquema de la ubicación de los sitios de muestreo de la bolsa monitoreada durante 6 meses.

Durante 6 meses, la calidad de la alfalfa conservada en bolsa no difirió en ningún parámetro y, a pesar que se muestrearon zonas con alta incidencia de humedad, como por ejemplo la boca de extracción, los niveles de Aflatoxinas siempre fueron menores a 10 ppm, no detectándose en ningún caso presencia de Zearalenonas.

## MÁS NEW HOLLAND ES TENER LA LÍNEA MÁS COMPLETA DE HENO Y FORRAJE

#MÁS  
NEW  
HOLLAND

Megaenfardadora  
1270



Rotoenfardadora  
RB460



Enfardadora  
BC5050



Segadora  
acondicionadora  
de discos  
H313



Segadora  
autopropulsada  
SR200



New Holland le ofrece al usuario la línea más completa para heno y forraje, con el mejor rendimiento y los menores costos de mantenimiento, al mismo tiempo que garantiza el mayor cuidado de su campo.

[www.newholland.com.ar](http://www.newholland.com.ar)



CADA VEZ HAY MÁS