



Ministerio de
Agricultura, Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación

Evaluación múltiple de Rotoenfardadoras Gallignani MG V6 Industry y Montecor M8520E

Resumen.

El objetivo de la evaluación fue conocer la performance y la calidad de trabajo de la rotoenfardadora Gallignani MG V6 Industry de cámara variable, equipada con sistema de procesado de fibra a enrollar. La evaluación se realizó sobre cultivo de alfalfa. La experiencia consistió en medir consumo, capacidad de trabajo, calidad del heno elaborado y las pérdidas durante la confección del rollo en forma comparativa con sistema de cutter de 14 cuchillas activado y desactivado. A su vez se comparó con la performance obtenida de una rotoenfardadora Montecor 8520E sin procesador de fibra representativa de la tecnología de enrollado que se utiliza actualmente en nuestro país. Los resultados indican que con esta máquina equipada con sistema de precortado se logran conformar henos con un largo de fibra menor comparado a enfardadoras que no cuentan con dicho sistema, sin producir un aumento significativo de pérdidas en el proceso de elaboración.

Introducción.

Las rotoenfardadoras llegaron al país en el año 1984 y revolucionaron la forma de hacer reservas de forrajes debido a que permitieron mecanizar todo el sistema de confección, almacenaje y suministro de heno. Desde hace más de 15 años conviven con otra tecnología muy eficiente de henificación como son las megaenfardadoras de fardos gigantes que en los últimos tiempos han incrementado sustancialmente su participación en el mercado. Debido a esto las rotoenfardadoras han tenido que evolucionar para aumentar su eficiencia con el fin de bajar los costos operativos y aumentar la calidad del forrajes henificado, lo que sumado al menor costo de adquisición que poseen, la posicionan como un implemento de gran adopción en nuestro país, fundamentalmente en el uso es doméstico, a diferencia del megafardo cuyo uso es 95% con fines comerciales (contratistas y ventas de megafardos).

La tendencia tecnológica en las rotoenfardadoras de nueva generación es hacia el automatismo, adoptando monitores más complejos y precisos con el cual se puedan regular distintas variables. También se ha evolucionado en los sistemas de atado con el objetivo de ahorrar tiempo y el número de vueltas dentro de la cámara de compactación con la finalidad de lograr una mayor capacidad de trabajo y reducir las pérdidas de hojas de la periferia que se produce cuando estas toman contacto con las correas.

Actualmente, los sistemas ganaderos parecen tender hacia un grado de mayor intensificación utilizando raciones preparadas en mixer que mezclan cantidades controladas de distintos ingredientes (silo, concentrados, heno, etc.). Bajo esta realidad, las rotoenfardadoras de nueva generación poseen un sistema procesador de fibra, denominado cutter, el cual brinda la posibilidad de henificar rollos con fibra cortada a un largo de 7 cm, lista para ser incluida dentro de las raciones, sin la necesidad de un trozado previo.

Históricamente los usuarios preferían máquinas de un ancho de cámara entre 1,5 y 1,6 m. con diámetro de rollo de 1,7 a 1,9 m. por la mayor facilidad de uso que presentan estos al suministrarlos en los aros porta rollos. Actualmente el mercado presenta una fuerte demanda de máquinas con ancho de cámara de 1,2 m., dado que si se necesitan transportar, la carga del camión no puede superar el ancho de 2,40m.



Imagen 1: rollos de 1,20 m transportado en camión.

En base a la evolución que presentan las enrolladoras de 1,20 en los últimos tiempos en el mercado argentino, en esta prueba se probó la gama de Rotoenfardadoras Montecor con el objetivo de evaluar distintas tecnologías que a su vez cubren distintos nichos de mercado por sus diferentes costos de adquisición y mantenimiento.

Objetivo.

Evaluar las reales prestaciones de una rotoenfardadora Gallignani MG V6 Industry de cámara variable, sistema de atado por red y procesador de fibra (cutter), y una rotoenfardadora Montecor M8520 H de cámara variable, teniendo como material alfalfa pura, cortada en el momento óptimo con una segadora a discos y acondicionador de goma.

Objetivos específicos.

1. Medición de las pérdidas del equipo en cantidad y calidad de material en condiciones de ser henificado con el procesador de fibra de 14 cuchillas, activado y desactivado y de una rotoenfardadora convencional Montecor 8520 H sin procesador de fibra, trabajando en condiciones similares.
2. Determinar para los tres tratamientos el consumo de combustible, capacidad de trabajo, velocidad, densidad de los rollos y pérdidas que pueden ocurrir en iguales condiciones de almacenaje a campo.
3. Comparar, mediante muestreo y análisis químico, la calidad obtenida de los rollos elaborados con cada una de las configuraciones.

Materiales y métodos.

El ensayo se llevó a cabo en la Estación Experimental del INTA ubicada en la localidad de Marcos Juárez (Prov. de Córdoba), en un lote de pastura consociada con alfalfa grupo 8 (WL818) y festuca alta (El Palenque) cuya superficie era de 11ha. Esta pastura fue sembrada el 10 de Abril del 2012 por medio de siembra directa con una densidad de siembra de 10 kg/ha de alfalfa y 6 kg/ha de festuca. Al momento de realizar el corte, el lote se encontraba con tres cortes previos para henificar, con valores de 9.450 kg de materia verde/ha (2.150 kg MS/ha).

El corte fue realizado el día 7 de mayo de 2013 a partir de las 14:00 hs. El mismo se realizó en forma de espiral para poder trabajar en andanas continuas con las máquinas rotoenfardadoras y que estas trabajen en todos los sectores del lote. Al momento de efectuar el mismo este lote presentaba un estado de 45% de floración, con lo cual el cultivo poseía una mayor proporción de MS pero de menor digestibilidad, afectando el valor nutritivo del forraje.

El trabajo se corte se efectuó con una segadora de arrastre John Deere MoCo 630. El ancho de corte fue de 3 m, con las cuchillas dispuestas con un ángulo de ataque de 2°, produciendo una altura de corte teórica de 6.3 cm y formando una andana de 0,90 m. La velocidad de trabajo fue de 12 km/h, con un régimen de 540 rpm en la toma de potencia. El acondicionador compuesto por dos rodillos de goma poseía una apertura entre ellos de 4 mm, dado el volumen de pasto que ofrecía

este lote de alfalfa. La presión ejercida por los rodillos acondicionadores permitió quebrar uniformemente los tallos sin dejar manchas oscuras en las hojas de alfalfa. Para un adecuado proceso de oreado del forraje en el campo, es muy importante utilizar equipos de corte con acondicionador como en este caso, debido a que aceleran el secado del tallo disminuyendo las pérdidas de hojas que se pueden producir por una mayor exposición en el campo. Estos implementos trabajan abriendo vías de escape en los tallos, facilitando la evaporación del agua que se encuentra en el interior de la planta.



Imagen 2: Rodillo de uretano perteneciente al acondicionador de la segadora utilizada.

Figura 1: Accionar del acondicionador de la segadora.

El Rastrillado se realizó el 17 de mayo de 2013 desde las 14:30 h a las 15:30 h. Para este se utilizó un rastrillo Grosspal estelar de entrega lateral (Imagen 3). El mismo poseía 7 estrellas y trabajaba un ancho de 3,8 m, transformando 2 andanas en una sola gavilla. La velocidad de trabajo fue de 7 km/h, dado que se trató de no ocasionar pérdidas excesivas de material de calidad. Según estudios de la Michigan State University, por cada km/h que se incremente la velocidad por encima de los 7 km/h, se pierde alrededor de un 5% más de material de alta digestibilidad como son las hojas. A su vez, para mejorar la tarea del rastrillo y reducir su agresividad, la dirección de trabajo fue la misma en la que se realizó el corte, dado que una vez cortada la planta, esta queda acomodada respetando esa orientación, por lo cual de esta forma el trato que se le da al material es menos violento. En las 11 ha se formaron 19 km lineales de gavilla cuyo ancho variaba entre 0.8 y 1 m. Cabe destacar que para el trabajo de las 3 máquinas se prepararon las mismas gavillas.



Imagen 3: Rastrillo estelar de entrega lateral Grosspal.



Imagen 4: Rastrillo entrega lateral en funcionamiento.

Al momento de realizar el rastrillado se procuró trabajar a una altura tal que no se dejara forraje sin mover para evitar pérdida directa de material, evitando tocar el suelo, para minimizar la contaminación del forraje con tierra o estiércol, como así también impidiendo producir daños por impacto en los meristemas de crecimiento de las coronas. De esta manera se trató de impedir que la pastura sufra daño y al mismo tiempo se evite recolectar broza de cortes anteriores. Al respecto, es muy importante cuidar su flotación y nivelación. Esta tarea se realizó cuando el forraje disminuyó su tasa de secado, o sea cuando presentó una humedad de 35%. De esta manera, también se aceleró la velocidad de secado dando como resultado un forraje con mayor valor nutritivo.

El ensayo de henificación se realizó el mismo 17 de mayo, utilizando una rotoenfardadora de cámara variable Gallignani GAV6 Industry equipada con procesador de fibra. A su vez se comparó con la performance de una rotoenfardadora Montecor 8520 H representativa de la tecnología de henificación que se utiliza en nuestro país.



Imagen 5: Equipo de henificación Montecor:
Rotoenfardadora Montecor Gallignani MG V6 Industry y 8520H.

Tabla 1: Características técnicas

Dimensiones	Gallignani	8520H
Longitud	448 cm	382 cm
Ancho	252 cm	245 cm
Altura	275 cm	298 cm
Peso	3.220 kg	2.510 kg
Cámara de compactación		
Diámetro de rollo	60 – 165 cm	90 – 180 cm
Ancho de rollo	120 cm	120 cm
Formación del rollo (Rodillo / Correa)	3/5	1/6
Correas	Telas poliéster y nylon	3 telas poliéster y nylon (7"). 4x 12,65 m/ 2x12,5
Unión de correas	Endless (sin juntas)	Unión con perno acerado
Procesador de fibra	Si posee	No posee
Recolector		
Ancho de recolección	220 cm	120 cm
Barras porta dientes	5	4
Dientes por Barra	32	36
Distancia entre dientes	60 mm	60 mm
Rodillo flotante de pre-compresión	Si posee	No posee
Ruedas de copiado de terreno	Si posee	No posee
Ruedas de alimentación lateral	No posee	Si posee
Alimentador		
Alimentador rotativo	Rotor con 14 pares de estrellas	Sin alimentador
Sistema procesador de fibra		
SuperCut 14 Cuchillas con protección individual	Standard	No posee
Transmisión		
	Cardan homocinético con limitador de par	
Sistema de atado		
Atador	Red o hilo	hilo
Reserva bovinas de hilo	6	8
Reserva bovinas red	2	No posee
Reserva adicional de red	Opcional	No posee
Central de comando		
Monitor(mando /control de funciones)	Si posee	Si posee
Rodados		
Rodados	500/50 – 17	12,5 -16 (12t)
Frenos Hidráulicos	Opcional	No posee
Frenos Neumáticos	Opcional	No posee
Lanza Regulable	Si posee	Si posee
Régimen de T.D.P.	540 RPM	540 RPM
Potencia mínima	75 CV	60 CV
Distribución hidráulica del tractor	1 SE + 1 DE flotante	

Rotoenfardadora Montecor Gallignani MGV6 Industry

➤ Recolector.

Esta máquina posee un recolector con un sistema de transmisión interna lo que produce una menor carga mecánica sobre los componentes del recolector. Se destaca por disponer un ancho de 2,20 m y cinco barras (32 dientes por barras separados 6 cm) montadas sobre rodamiento y barrenas laterales integradas. Cuenta con un diámetro bajo, lo que facilita la carga del forraje, evitando impactos innecesarios en un material susceptible a perder hojas como la alfalfa, provocando también un flujo de alimentación continuo.

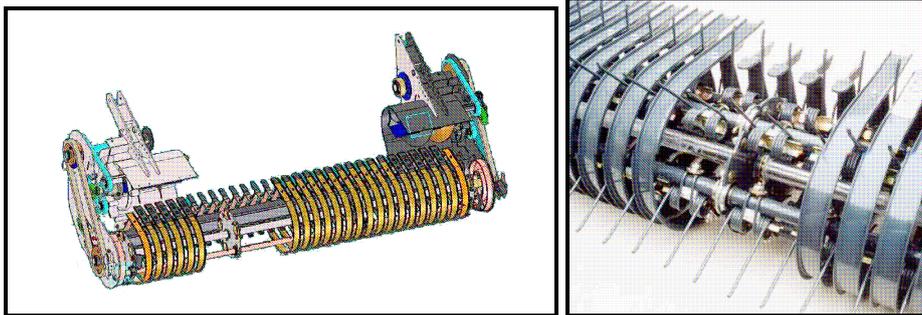


Figura 2: Esquema del recolector. **Imagen 6:** Detalle de las 5 barras porta pua. (Gallignani, 2011).

A su vez cuenta con un rodillo que va sujetando, acomodando y “pre comprimiendo” el forraje al momento de la recolección. Está disponible como opcional, un deflector que permite homogeneizar el flujo de producto evitando atascamientos, principalmente cuando se trabaja con el procesador de fibra activado. Se recomienda que al utilizar este dispositivo al momento de la henificación, se trabaje sobre gavillas con una humedad menor al 35%, debido que superando estos valores se corren riesgos que al trabajar con rastrillos estelares se generen bollos que provoquen sobrealimentaciones puntuales que no provoquen problemas de alimentación en la máquina.



Imagen 7: Rodillo flotante de pre-compresión del forraje que mejora las condiciones de recolección.

Un aspecto importante es que el recolector (2,20 m) es más ancho que la cámara de compactación (1,20 m), lo que facilita 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. El forraje de la andana se recolecta normalmente y es trasladado hacia el lateral de cámara de compactación por un sinfín ubicado en los extremos, asegurando que todo el forraje sea recolectado, con mayor facilidad y comodidad para el operador.

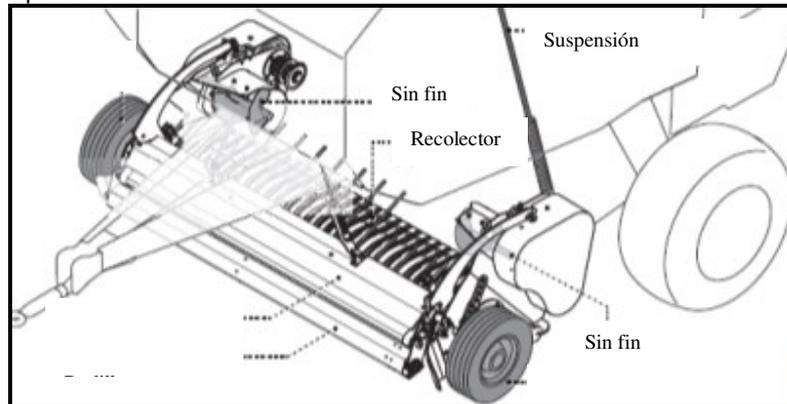


Figura 3: Recolector más ancho que la cámara de compactación. Sinfín colocado al frente del rotor para facilitar de alimentación lateral del recolector ancho.

Este recolector se caracteriza por ser flotante y poseer ruedas de copiado. Esto facilita la recolección cuando se trabaja en terrenos desparejos o se henifica en pasturas subtropicales que tienden a formar matas de tamaño considerable, donde se corre el riesgo que los dientes del recolector impacten el suelo con el inconveniente que esto significa.



Imagen 8 (izquierda): La máquina cuenta con ruedas pivotantes de copiado.

Figura 4 (derecha): La altura de estas ruedas es ajustable con un sistema de pernos.

La altura de recolección utilizada en esta evaluación fue de 2 cm por debajo de la altura de corte, colocando la rueda de copiado a 1,5 cm debajo de la altura de recolección, para evitar cualquier impacto durante el trabajo, pero no tocando constantemente el suelo para disminuir desgaste.

➤ Cámara de compactación.

Luego de ser tomado por el recolector, el material es captado por el rotor alimentador que hace pasar el material por las cuchillas dispuestas en el piso (Cutter) cuando estas están activadas. Posteriormente el forraje es empujando por este mismo al interior de la cámara donde se produce la compactación del material por un sistema mixto de rodillos y correas.

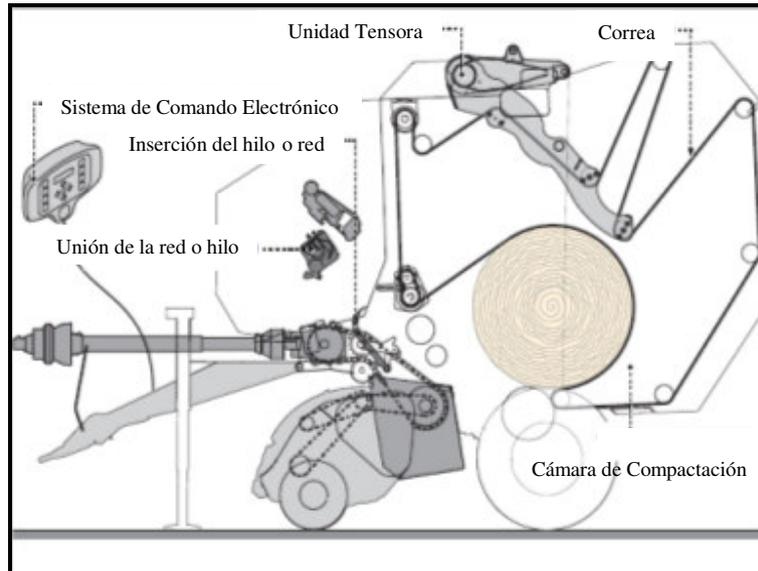


Figura 5: Sistema de compactación. Detalle de la transmisión y brazo con 3 rodillos.

Una vez que el material ingresa a la cámara, la formación inicial del rollo la realizan unos rodillos ubicados en la parte frontal de la cámara que ruedan cuando se ponen en contacto con el material. El proceso continúa con el accionar de 5 correas (22 cm de ancho) que presionan el material. Estas están construidas con nylon y poliéster y presentan la característica de ser continuas, sin juntas (Endless), que además de buena elasticidad y resistencia a la tracción permite obtener una buena vida útil.

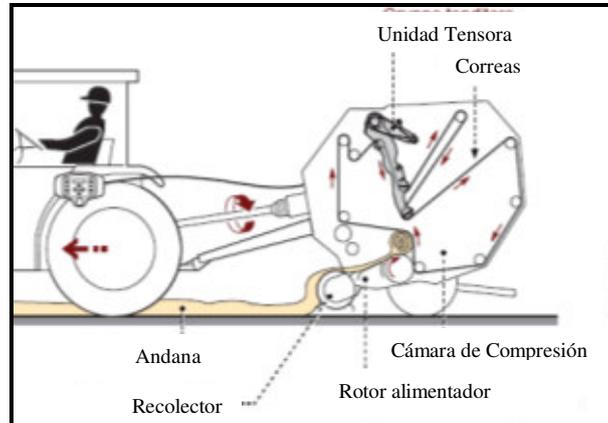


Figura 6: Proceso de iniciación del rollo en los rodillos.

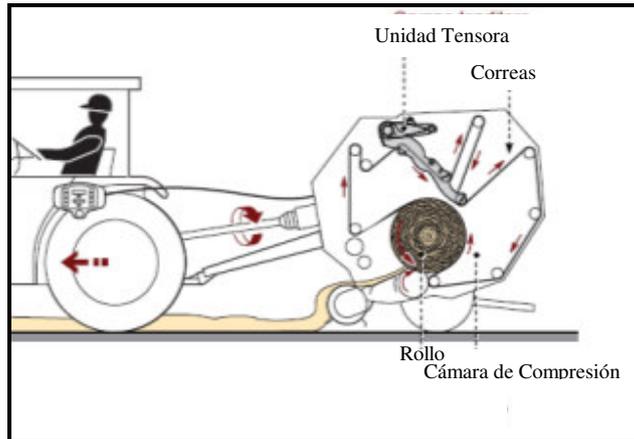


Figura 7: Conformación del rollo mediante el sistema de correas.

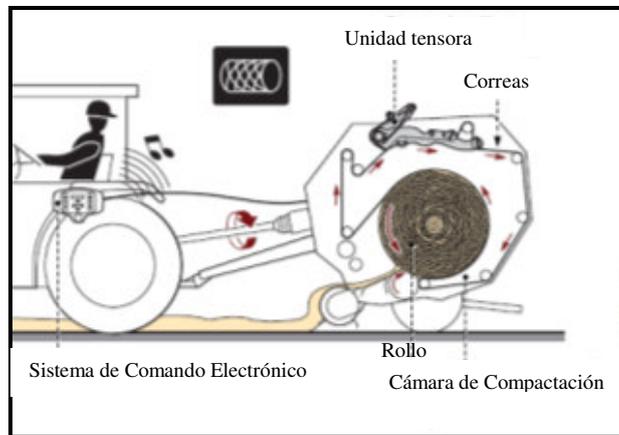


Figura 8: Finalización del rollo y activación del sistema de atado

El brazo de presión externo de la cámara está compuesto por 3 rodillos los cuales mantienen las correas siempre tensionadas, incluso cuando el diámetro del rollo es mínimo, posibilitando una constante tracción de las correas sobre el material a enrollar.

Posee un dispositivo de electro-válvulas que permiten 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.

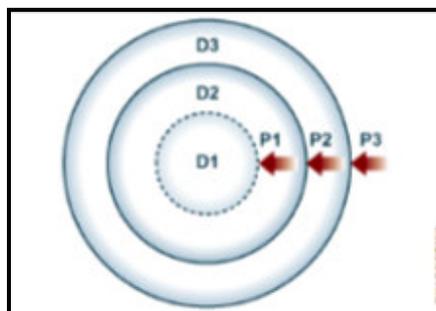


Figura 9: Ejemplo de rollo con 3 diámetros (D1: 80 cm, D2: 120 cm y D3: 150 cm) formados con distintas presiones de compactación.

La densidad de prensado depende de la tensión de las correas de la cámara de compactación y debe ser ajustado de acuerdo con el tipo de producto a enrollar, y del peso de rollo que se quiere lograr. La densidad del rollo se establece con el sistema electrónico de control. Cuanto mayor es el valor de la presión de funcionamiento conjunto, mayor es la densidad del rollo. El fabricante recomienda trabajar para heno entre 80 y 150 Bar. Una presión de funcionamiento por encima de la máxima recomendada puede causar daños a la máquina, mientras que una baja presión produce rollos defectuosos e inestables. Cuando el rollo ha alcanzado el diámetro preestablecido, el sistema de control electrónico emite una advertencia para indicar al operador la detención del avance del tractor. Dependiendo del tipo de enlace seleccionado (hilo, red o mixto) y el modo de operación el sistema de control electrónico (manual o automática), el grupo de la fase atador comienza el atado del rollo.

➤ Monitor.

La central de comando permite activar y monitorear las operaciones realizadas por la máquina en el sistema de compactación (presión, diámetro, etc.), sistema de atado (cantidad de hilo o de malla o red), sistema procesador de fibra, etc.

A continuación se describe las principales funciones:

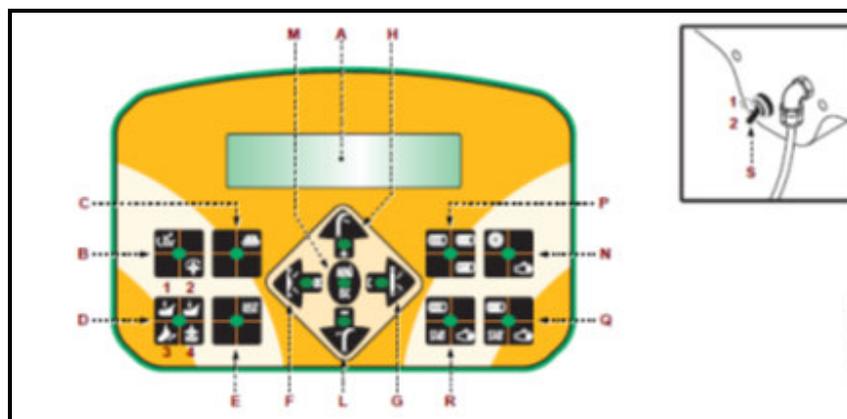


Figura 10: Central de comando ABM

A: Pantalla LCD: Display que muestra el estado de funcionamiento y los parámetros de programación.

B: Botón para activar manualmente el recolector y del rolo alimentador.

C: Botón para programar la activación de uno de los contadores de rollos, estableciendo valores parciales de lotes o bien la producción total.

D: Comando del sistema procesador de fibra. (Activar cuchillas, Desactivar cuchillas, Retirar cuchillas, Rolo alimentador).

E: Botón "RESET": restablecer los mensajes de error o para salir de las páginas de los distintos menús y volver a la página de inicio.

F: Botón "OK": en el modo de programación para confirmar los valores mostrados en la pantalla, el modo de activación manual de los aglutinantes utiliza para cerrar la guía de brazos del hilo.

G: Botón "CANCELAR.": para eliminar un determinado valor que se acaba de programar (siempre y cuando no se ha confirmado con la tecla "OK").

H: Botón "+": programación para cambiar los valores o desplazarse a las páginas del menú

El modo de activación manual para avanzar en la inserción de hilo / red hacia el rollo.

L: Botón "-": programación para cambiar los valores o desplazarse a las páginas del menú. El modo de activación manual para eliminar la inserción del hilo / red del rollo.

M: "MENU-ESC": Se utiliza para entrar y salir del menú y en las primeras etapas de programación. Cada menú se identifica con un número.

N: Define el estado de funcionamiento del ciclo de atado (modo automático o manual).

P: Para seleccionar y programar el tipo de atado (hilo, malla, mixto).

Q: Inicia en modo manual el ciclo de atado.

R: Inicia en modo manual el ciclo mixto.

S: Interruptor: define el estado de funcionamiento del equipo (1: Encendido, 2: Apagar)



Figura 11: Visualización de display de sistema de atado por red (derecha) e hilo (izquierda)

Cuenta con una ficha By Pass, que en caso de que falle el monitor, permite accionar el sistema de atado manual, 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.

➤ **Sistema de procesamiento de fibra (Cutter).**

El sistema de corte de fibra denominado “cutter” está constituido por un rotor que posee 14 pares de estrellas de distribución helicoidal y que toma el material captado por el recolector haciendolo transitar hacia la cámara de compactación. En la parte inferior de este rotor pueden ubicarse 14 cuchillas dentadas semicirculares de zafe independintes y sistema de levante/bajada hidráulico. Cuando estas están expuestas originan un corte por cizalla de la fibra con un largo de 8 o 14 cm, dependiendo si se trabaja con las 14 cuchillas o 7 colocadas de forma alternada.

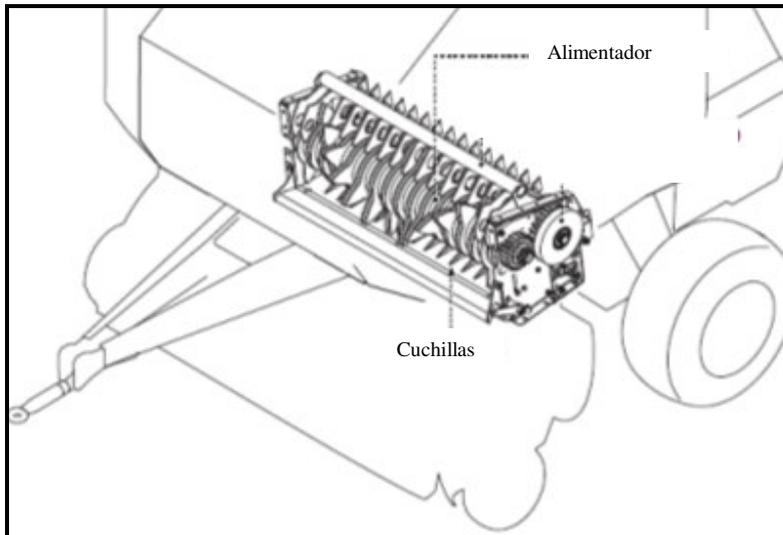


Figura 12: Sistema procesador de fibra. Rotor alimentador y cuchillas dispuestas en el piso.

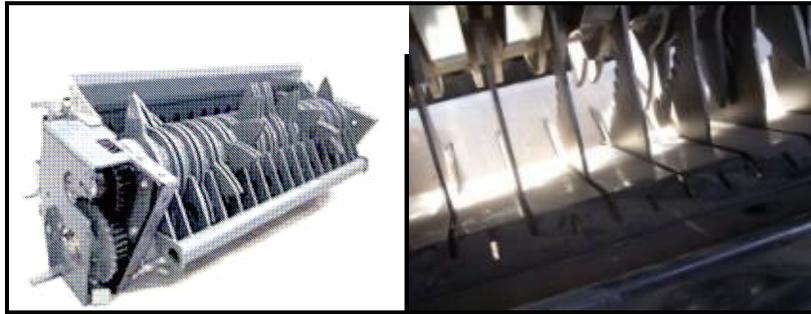


Imagen 9: Rotor alimentador compuesto por 14 pares de estrellas de distribución helicoidal y detalle de las cuchillas, vista desde atrás (derecha).

El Cutter ocupa un largo de 1 m en el cual se distribuyen las 14 cuchillas, dejando 11 cm en los laterales para ubicar en este sector fibra más larga que le brinde una mayor conformación cilíndrica al rollo.



Imagen 10: Detalle del piso del rotor donde se pueden colocar cuchillas cada 7 cm dejando 11 cm en los laterales.

Según datos del fabricante 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.



Imagen 11: Detalle de cuchilla dentada.

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.

En caso de querer trabajar con 7 cuchillas o el cutter totalmente desactivado, se puede retirar las cuchillas y colocar platos sustitutos con el fin de evitar la obstrucción o acumulación de broza en las ranuras donde van ubicadas las cuchillas.

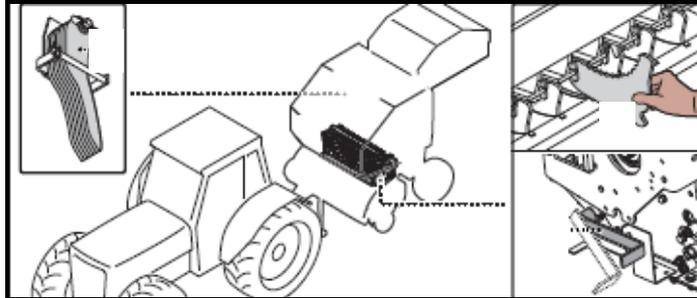


Figura 13: Falsos platos. (F), Cuchillas. (E), Palanca para bloquear/desbloquear cuchillas para su remoción. (D)

Posee un mecanismo denominado “Drop Floor”, el cual es un dispositivo hidráulico que se acciona desde el monitor y permite eliminar eventuales acumulaciones de material en la zona del rotor mediante el descenso de una chapa que conforma el fondo del canal de alimentación.

➤ Sistema de atado.

Esta máquina está equipada con el sistema atador por hilo y el sistema atador por malla o red, los cuales pueden utilizarse en forma alternada o conjunta.

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. 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.

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.

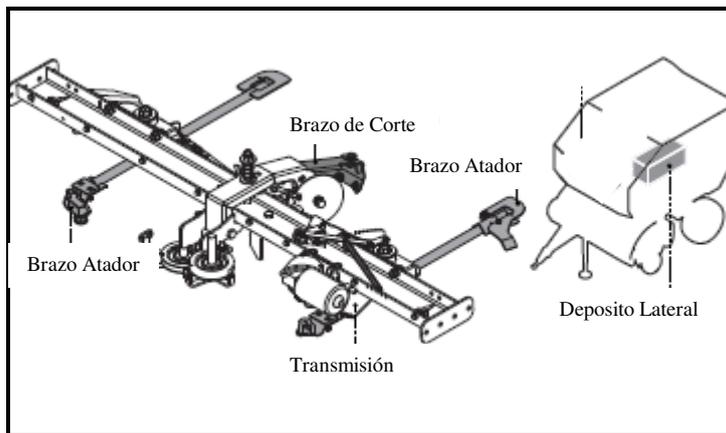


Figura 14: Componentes del sistema de atado por hilo: Brazos de distribución de hilo, Sistema de corte, transmisión del sistema de atado por hilo y Almacenamiento de bovinas de hilo.

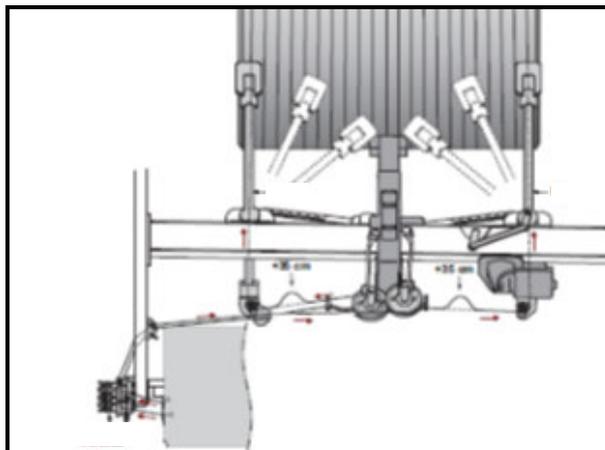


Figura 15: Detalle de sistema de doble brazo (con una aguja cada uno), los cuales comienzan a trabajar desde los extremos hacia el centro.

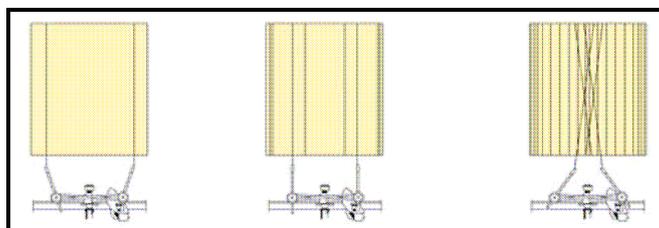


Figura 16: Esquema de atado.

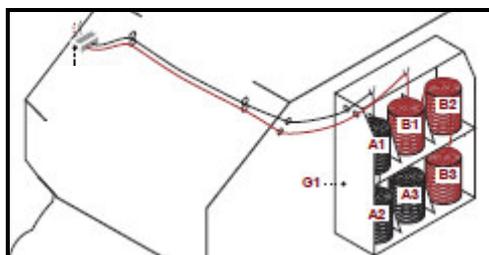


Figura 17: Ilustración del depósito de 6 bobinas de hilo (3 para cada brazo), las cuales están conectadas entre ellas para aumentar la autonomía. Se recomienda controlar cada 6 horas la cantidad de hilo para evitar que se agoten por completo y tener que repetir la operación de enhebrado.

A su vez, posee un sistema de atado con red el cual es una alternativa que ayuda a incrementar tanto la calidad del heno confeccionado como a la productividad de la maquinaria. Esto se debe a que con solo dos o tres vueltas de rollo dentro de la cámara de compactación, el mismo queda perfectamente atado y “protegido”.

La implementación de la red incrementa la productividad del equipo teniendo en cuenta que solo se necesitan para el atado 2-3 vueltas, respecto de las 16-18 que son necesarias para realizar el atado con hilo, con lo cual los tiempos muertos donde la máquina está parada se reducen notablemente aumentando la cantidad de rollos confeccionados en una jornada de trabajo. 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 se puede recalcar 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, un estudio realizado en la University of Michigan (Rotz et al 1993) 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.

En la siguiente imagen se muestra el sistema de atado 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 tensa la bobina durante el atado), rodillo de arrastre (insertan la red dentro de la cámara al momento de iniciar el atado), un rodillo que mantiene la presión del rodillo sobre el rodillo motorizado de goma, el cual realiza el acoplamiento adecuado de la red, Brush (limpia los rodillos de goma) y un dispositivo de corte que actual al final del ciclo de atado.

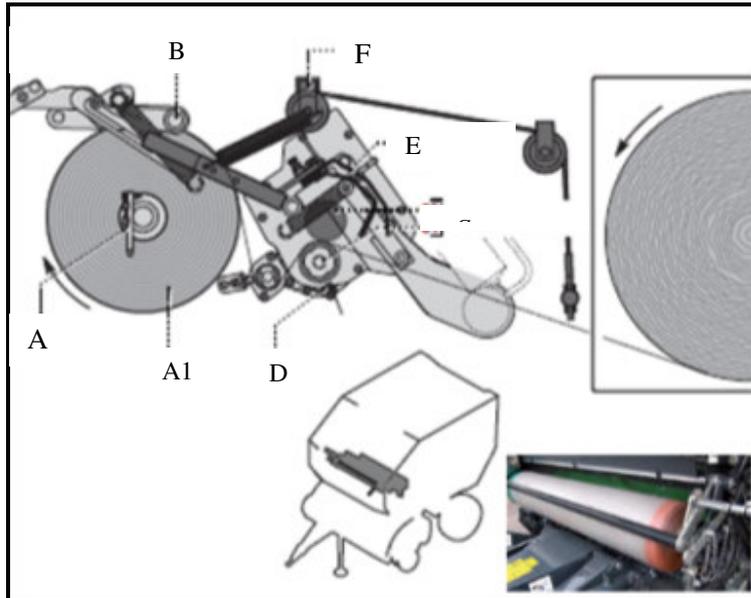


Figura 18: Sistema de atado con red de polipropileno. Componentes: Soporte de la bobina (A), Bobina (A1), dispositivo de frenado (B), Rodillo de arrastre (C), Rodillo de goma (C1), Rodillo de giro libre (C2), Limpia rodillo o Brush (D) y Dispositivo de corte (E).

Cabe aclarar que cuando se confeccionan rollos con fibra procesada debe atarse exclusivamente con red. A su vez hay otra opción que permite atar con red y con hilo simultáneamente.



Imagen 12: Rollo atado con red y detalle de la red de polipropileno.

➤ **Sistema de expulsión.**

Para la operación de descarga utiliza un sistema de bandeja de descarga, la cual se activa de forma mecánica en sincronismo con la puerta de la cámara de compactación.



Imagen 13: sistema de expulsión por bandeja de descarga.

➤ **Equipamiento complementario.**

La máquina posee sistema de lubricación automático de cadenas, que trabaja con una bomba tipo cigüeñal que envía aceite a unos cepillos que están colocados sobre las cadenas y poseen la función de limpiar la broza y colocar el aceite.

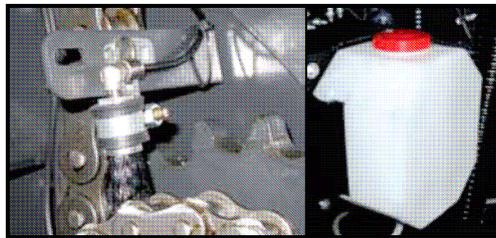


Imagen 14: Cepillos lubricantes y depósito de aceite de 4 litros del sistema de lubricación automático.

Este modelo viene equipado con neumáticos 500/50 R17 de alta flotación. Posee frenos hidráulicos. La toma de fuerza es de tipo homocinética con fusible. Luces reglamentarias.

Rotoenfardadora Montecor 8520E



Figura 19: rotoenfardadora Montecor 8520E

➤ **Recolector.**

El recolector de Montecor 8520E cuenta con un ancho de 1,20 m, el cual es igual al ancho de la cámara de compactación. Este fue diseñado con una rueda de barrido articulada a cada lado del recolector para ampliar el ancho de recolección y facilitar la carga sobre los costados de la cámara.

Si bien este mecanismo realiza un trabajo similar al de recolectores más anchos, suma un impacto más en el flujo del heno, que en el caso particular de la alfalfa, puede aumentar la pérdida de la fracción más frágil como la hoja.



Imagen 15: Recolector flotante con deflector superior y ruedas de alimentación lateral.

El recolector es flotante y poseen ruedas de copiado. A su vez cuenta con un diseño de 4 barras portapúas donde se ubican en cada una de ellas 9 dientes distanciados a 60mm, los cuales están suspendidos por dos resortes.



Imagen 16: La máquina cuenta con recolector flotante con ruedas pivotantes de copiado.

Figura 20: Detalle del recolector con dientes suspendidos por dos resortes.

La altura de recolección se regula mediante un cilindro hidráulico que a su vez, se puede colocar en posición de transporte. Al igual que en el caso de Galignani, en esta evaluación se regula 2 cm por debajo de altura de corte. Las ruedas de copiado presentan regulación independiente por medio de unas correderas en las que están montadas dichas ruedas.

➤ **Cámara de compactación.**

Posee un diseño del canal de alimentación tipo garganta abierta vertical, lo cual produce que el forraje que es captado por el recolector ingrese directamente a la cámara de compactación. Este recolector es de bajo perfil y se encuentra ubicado debajo de dicha garganta y delante de la línea de los neumáticos, montado sobre el eje de las ruedas. Este diseño hace que el flujo del material captado por el recolector recorra una distancia muy pequeña hasta llegar a la cámara de compactación. Una vez que el material ingresa a la cámara, la formación inicial del rollo (núcleo) es llevada a cabo por un único rolo comenzado, continuando posteriormente el progreso de henificación por un conjunto de 6 correas. Estas son de filamentos de nylon y poliéster (3 telas), presentan un ancho de 17,8 cm y están empalmadas con grampas de acero inoxidable. El sistema de prensado se realiza con dos cilindros hidráulicos que trabajan sobre un brazo tensor de correas, el cual se regula mediante una válvula reguladora de presión.

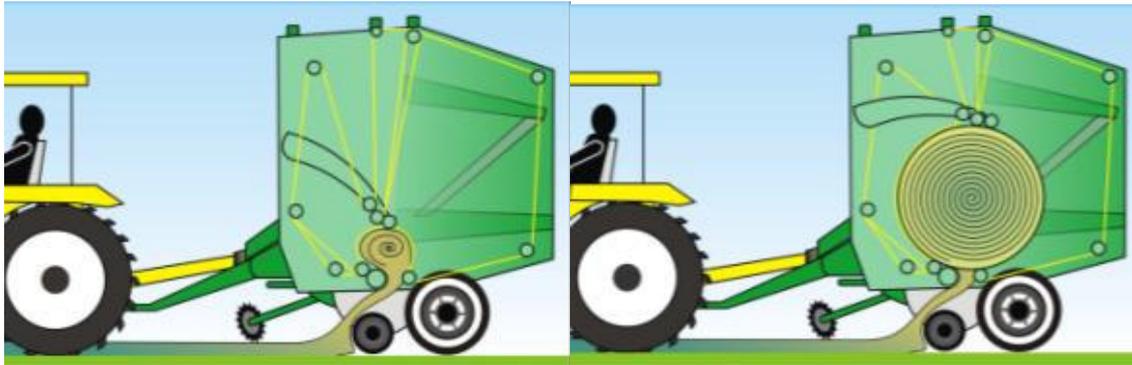


Figura 21: diagrama de sistema de trabajo garganta vertical abierta y cámara variable.

➤ **Monitor.**

El monitor trabaja mediante palpadores de la tensión de las correas, los cuales envían información sobre la cantidad de pasto que ingresa en cada lateral, guiando al operador sobre cuál lateral de la máquina debe cargar para realizar un llenado parejo y homogéneo. A su vez brinda la posibilidad de variar regulaciones del rollo como diámetro, cantidad de hilo, distancia entre pasadas de hilo, distancia entre hilos al borde del rollo, etc. En esta pantalla se puede visualizar el llenado en cada sector de la cámara, el contador de rollo y la presión ejercida por el brazo sobre las correas. Cuenta con sistemas de alarma visual y sonora que indican diámetro deseado, sobre tamaño, compuerta laterales abiertas, hilo cortado, inicio de atado, expulsión.



Imagen 17: Consola de Monitor Montecor 8520E.

A su vez cuenta con señalización visual en la máquina de diámetro del rollo y manómetro indicador de la presión de compactación para poder trabajar sin el monitor.



Imagen 18: Señales mecánicas en la rotoenfardadora.

➤ **Sistema de atado.**

El sistema de atado está 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 espaciamiento del hilo, resulta apropiado establecer la misma separación entre las agujas del atador.



Imagen 19: Brazo de atado con doble aguja.



Imagen 20: Rollo atado con hilo. Detalle de hilo de polipropileno.

En cuanto al almacenamiento de hilo, en cada lateral cuenta con un compartimiento para la colocación de cuatro bobinas de hilos, acopiando un total de ocho unidades.



Imagen 21: Almacenamiento para 8 bobinas de rollo.

➤ **Sistema de expulsión.**

Para la operación de descarga utiliza un sistema de bandeja de descarga, sobre la cual una vez terminado el atado, al abrir la compuerta trasera, sobre ella se desliza el rollo y un sistema de resortes ubicados en la parte inferior se encargan de alejarlo de la zona de trabajo para reiniciar el ciclo de llenado.



Imagen 22: Sistema de expulsión por bandeja de descarga.

➤ **Equipamiento complementario.**

La máquina posee sistema de lubricación centralizado de cadenas. Su funcionamiento es manual y posee acceso a las distintas cadenas de funcionamiento.



Imagen 23: Depósito de aceite del sistema de lubricación centralizado.

Viene equipada con neumáticos 12.5 L16 (12 telas). TDP de 540 rpm. Protección de mandos con embrague de seguridad a discos. Barra de mando conjunta homocinética. Luces reglamentarias, traseras e interiores para reposición de bovinas de hilo.

Posee la alternativa de equipar un conjunto de celdas de cargas que van colocadas en la punta de eje y la lanza, que permite conocer de forma precisa el peso de cada uno de los rollos confeccionados. Con este equipamiento se puede conocer la productividad lograda en cada sector del lote, además de contar con información más detallada de la producción de materia seca lograda en cada corte y en cada campaña.



Imagen 24: Rotoenfardadora equipada con sistema de pesaje de rollos.

Evaluación a campo de equipo de henificación Montecor.

La rotoenfardadora Montecor Galligniani MG6 Industry fue traccionada por un tractor John Deere 4730; de 140HP con toma de potencia 540 RPM. La rotoenfardadora Montecor 8520E fue traccionada por un tractor John Deere 3530 de 100 HP.

Los rollos confeccionados con Montecor Galligniani, tanto en la configuración sin cutter como cuando se procesó fibra con 14 cuchillas, fueron elaborados con una presión de 120 Bar y poseían un diámetro exterior de 152 cm. con un núcleo de 70 cm. Montecor 8520E formó rollos con un diámetro exterior de 152 cm elaborados con una presión de 100 Bar.

- **Evaluación de pérdidas.**

Para la determinación de las pérdidas por recolector se procedió a limpiar el suelo para dejarlo libre de broza y hojas provenientes de cortes anteriores. Para ello se marcó con estacas tres sectores diferentes (clausuras) de 3 m de largo por el ancho de las gavilla, en cada uno de los tratamientos, procediendo a juntar el material no captado por los recolectores al pasar la máquina, determinándose luego el porcentaje de material perdido.

Posteriormente a los recolectores de las rotoenfardadoras, se les construyó una bandeja de lona con las dimensiones del piso correspondientes a cada una de las máquinas, hasta 50 cm por detrás del final de la cámara de compactación. Dichas pérdidas recolectadas en cada tratamiento se pesaron y muestrearon, realizándose los mismos análisis que a las del recolector.

Para establecer las pérdidas totales de cada tratamiento, se las refirió en porcentaje del peso en MS henificada, de los rollos realizados.



Figura 25: A la izquierda rotoenfardadora Montecor 8520 con bandeja de lona. A la derecha rotoenfardadora Galligniani con bandeja de lona.



Figura 26: Detalle de bandeja recolectora de pérdidas en cámara de compactación en rotoenfardadora Montecor (izquierda) y Galigniani (derecha).

- **Otras determinaciones.**

En cada uno de los casos se tomó el tiempo que necesitó la máquina con cada una de las configuraciones antes descritas para henificar 1300 m de gavilla, lo que luego se refirió a la cantidad de rollos elaborados por cada máquina en esa distancia. A su vez se fueron tomando los tiempos parciales que requería la máquina, para la elaboración de cada uno de los rollos henificados.

La capacidad de trabajo de los diferentes equipos, fue evaluada por las toneladas de fibra henificada por minuto de trabajo.

En todos los casos para determinar el consumo de combustible, se partió con el tanque lleno y se trabajó henificando 1300 m de gavilla sin interrupciones. Posteriormente se llenaron los tanques del tractor, determinándose la cantidad de gasoil consumido por cada equipo.

Para el cálculo de la velocidad de avance, se cronometró el tiempo transcurrido en una distancia de 200 m de andana a ritmo normal de trabajo, expresando el dato luego en km/h. A su vez se registró con un GPS de mano las velocidades promedio, velocidades máximas y se identificaron las distancias.

Por último, para determinar la densidad promedio del material compactado de cada máquina, se midieron y pesaron sobre una báscula tres rollos de cada tratamiento. Posteriormente se estableció por fórmula la densidad de trabajo.

- **Calidad del material confeccionado.**

Se determina por análisis de laboratorio, a través de un muestreo de los rollos elaborados en cada tratamiento. También se muestrearon las pérdidas por cámara de compactación con cada configuración, para establecer: materia seca (MS), fibra detergente ácido (FDA), fibra de detergente neutro (FDN), proteína bruta (PB) y Cenizas (Cz) de cada muestra.

Resultados de equipo de henificación Montecor.

- **Pérdidas por recolector.**

Las pérdidas, medidas en cada una de las clausuras de 1 m de largo, de las respectivas gavillas en las que se trabajaron las máquinas, arrojaron un promedio de 21 gr de MS/m para los tratamientos realizados con Montecor Galigniani y 30,5 gr MS/m para la rotoenfardadora Montecor 8520E.

En forma paralela se tomó el peso de varias muestras de 2 m de la gavilla en condiciones de ser henificada, para conocer las condiciones de trabajo y expresar las pérdidas de recolector como porcentaje del material procesado. Los valores promedios obtenidos fueron del 1,76 kg MS como peso final, con un contenido promedio de materia seca del 83%. A modo de referencia se expresa este valor como 0,88 kg MS/m lineal de andana. Este valor es muy bajo si lo comparamos con los 5-6 kg MS/m lineal recomendados para el correcto trabajo de rotoenfardadoras (Bragachini, 2008).

- **Pérdidas en cámara de compactación.**

En el siguiente cuadro se muestran los valores promedios obtenidos en la recolección de pérdidas. El material captado por la bandeja fue extraído luego del atado de cada rollo y se midió durante la confección de 3 rollos con cada una de las configuraciones antes descritas.

Tabla 3: Pérdidas a nivel de cámara de compactación.

Tratamiento	Peso húmedo (kg)	%MS	Peso Final (kg MS)
Montecor 8520E	7,75	84,21	6,53
Galignani sin Cutter	11,57	83,55	9,66
Galignani con Cutter	18,12	84,18	15,25



Figura 27: medición de pérdidas en cámara de compactación. Rotoenfardadora Montecor. (izquierda), Galligniani (derecha).

El forraje recolectado por las bandejas en cada tratamiento, fue muestreado representativamente formando en cada caso dos muestras complejas. A continuación se presentan los resultados de laboratorio de las diferentes muestras:

Tabla 3: Análisis de calidad de las pérdidas a nivel de cámara de compactación.

Máquina	MS %	PB%	FDN%	FDA%	LDA%	C.E	Cz %
Montecor 8520	84,21	22,19	57,10	35,84	61,01	2,2	22,69
Gallignani sin Cutter	84,18	24,10	56,48	35,09	61,60	2,22	19,09
Gallignani con Cutter	83,55	23,61	57,51	35,00	61,67	2,22	19,88

La totalidad del material recolectado como pérdida de cada tratamiento fue zarandeado con un tamiz tipo maya de alambre, con orificios cuadrados de 2mm x 2mm. De ésta forma, se separaron la fracción tierra, de la vegetal; siendo pesadas y analizadas en forma individual. Los datos obtenidos de la fracción tierra fueron de 1,11 kg para el tratamiento de Montecor 8520E, 1,94 kg para el tratamiento de Gallignani sin cutter y 2,76 kg para el tratamiento Gallignani con cutter. Luego se tomaron 3 muestras de la fracción tierra de cada tratamiento, las cuales se llevaron a estufa a una temperatura de 36°C, durante 48hs para secar las muestras, posteriormente se colocaron en crisoles para ser incineradas en muflas a 600°C, obteniendo como resultado % Cz (cenizas) que poseía dicha fracción separada con los tamices. Los resultados conseguidos fueron de 55,7% Cz para el caso de Montecor 8520E, 40,4% para el caso de Gallignani sin cutter, y 51,6% para Gallignani con cutter.

Como conclusión de esta tarea, se puede decir de Montecor Gallignani sin cutter, donde las pérdidas de cámara recolectadas fueron en promedio de 9,66kg de MS/rollo, 0,78kg correspondían a la fracción tierra, la cual no debe ser contemplada en el resultado pérdida. En el tratamiento con el cutter activado de los 15,25kg de MS/rollo, 1,42kg correspondían a la fracción tierra. En el caso de Montecor 8520E las pérdidas de 6,53kg de MS/rollo contenían 0,61kg de fracción tierra.

Tabla 4: Pérdidas a nivel de cámara de compactación.

Tratamiento	Perdidas/rollo (kg MS)	Fracción tierra (kg)	Fracción vegetal (kg)	Peso Rollo (Kg MS)	% Perdida de hoja
Montecor 8520E	6,53	0,61	5,92	317,2	1,86
Gallignani sin Cutter	9,66	0,78	8,88	326,8	2,71
Gallignani con Cutter	15,25	1,42	13,83	329,9	4,19

El porcentaje de pérdida de la fracción hoja promedio originado por la cámara de compactación de la rotoenfardadora Montecor 8520E fue de 1,86%, respecto de un peso promedio del rollo de 317,2 kg MS. En el caso de Montecor Gallignani, al trabajar con el sistema procesador de fibra

desactivado, las pérdidas fueron del 2,71% (rollo de 326,8 kg MS), mientras que cuando el sistema procesador de fibra estaba activado con las 14 cuchillas las pérdidas medidas fueron de 4,19% para un peso promedio de 329,9 kg MS.



Imagen 28: Separación de fracción tierra con tamiz de 2x2 mm.

NOTA: Se aclara que, durante la prueba las máquinas no trabajaron en forma simultánea. La rotoenfardadora Montecor Gallignani con el cutter 14 cuchillas comenzó a trabajar a las 19:30 hs sobre una gavilla que poseía en promedio 82% MS. Luego, a las 20:47 hs, henificó la rotoenfardadora configurada sin el cutter sobre un material con 82 % de MS. El último turno fue para la rotoenfardadora Montecor 8520E, la cual inició su tarea a la 22:00 hs en una gavilla con 82% de MS.

Estos datos deben considerarse dado que bajo estas circunstancias los tres tratamientos se efectuaron sobre gavillas con 18% de humedad, valor muy cercano al óptimo de henificación.

- **Pérdidas totales por tonelada de materia seca henificada.**

Para estimar la cantidad total de material perdido, fueron sumadas las pérdidas por recolector y las de cámara de compactación.

Si se tiene en cuenta que las pérdidas producidas por el trabajo del recolector están relacionadas al metro lineal de andana y sabiendo que fueron necesarios en promedio 1136,36m para la henificación de una tn de MS, y las perdidas por recolector en la rotoenfardadora Montecor 8520E fueron de 30,5g/m lineal; ello equivale a un 3,46% del material henificado. Si a este dato le sumamos las pérdidas por cámara, la cuales representan un 1,86% de material henificado por rollo, las pérdidas totales representan un 5,32% de material de excelente calidad que no logra henificarse.

Para los tratamientos realizados con Montecor Gallignani las pérdidas del recolector fueron de 2,38% por tonelada de MS henificada. Si a este valor le sumamos las pérdidas por cámara que fueron de 2,71% (cutter desactivado) y 4,19% (cutter activado), las pérdidas totales representan un 5,09% con la configuración cutter desactivado, y de 6,57% procesando fibra.

Tabla 5: Pérdidas por tonelada de materia seca henificada.

Tratamiento	Pérdidas recolector (%)	Pérdida de cámara (%)	Pérdida total (%)
Montecor 8520E	3,46	1,86	5,32
Gallignani sin Cutter	2,38	2,71	5,09
Gallignani con Cutter	2,38	4,19	6,57

- **Capacidad de trabajo.**

La capacidad de trabajo se determinó cronometrando los tiempos parciales que requería cada máquina para la elaboración de cada uno de los rollos henificados. Estos valores luego se refirieron a la cantidad rollos y megafardos elaborados por cada máquina en esa distancia. Dicho datos y parámetros generados se encuentran resumidos en la tabla 4.

Tabla 6: Registro de promedios de distancias, tiempos en los distintos tratamientos. Capacidad de trabajo expresada en unidades elaboradas en Toneladas de MS por hora.

Tratamiento	Distancia (m)	Tiempo de trabajo (min)	MS henificada (kg)	Tn MS/h
Montecor 8520E	409	3 min. 5 seg.	317,2	6,18
Gallignani sin Cutter	455	2 min. 25 seg	326,76	8,10
Gallignani con Cutter	480	2 min. 31 seg	329,83	7,86

- **Velocidad de trabajo promedio.**

La rotoenfardadora Montecor 8520E transitó el lote a una velocidad de trabajo de 14,8 km/h para producir el llenado de su cámara, pero es importante aclarar que también estuvo detenida a 0km/h para realizar el atado y expulsión de cada uno de los rollos confeccionados. Para éste ensayo, el tiempo promedio para producir el llenado de la cámara fue de 1 min 39 seg/rollo, el atado en 1 min. 10 seg. y para su expulsión de 16 segundos. En el tratamiento Montecor Gallignani sin procesador de fibra se circuló a 13,70 km/h, lo que le demandó 1 min. 59 seg. para el llenado, estando detenida 12 segundos para el atado y 14 segundos para la expulsión. Cuando se procesó fibra se produjo el llenado de cámara en 2 min 5 seg trabajando a 13,72 km/h. Los tiempos de atado y expulsión fueron similares al trabajo realizado sin cutter.

- **Consumo de combustible.**

Para conocer la demanda de energía que se requiere para procesar la fibra, se determinó en forma ininterrumpida el consumo producido por la rotoenfardadora Montecor Gallignani para henificar las distancias necesarias para elaborar 3 rollos. Se corroboró la cantidad de MS henificada en esos trayectos y se completaron los tanques de gasoil, para determinar el consumo producido. Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 7: Registro de consumo de combustible y materia seca henificada.

Tratamiento	Dísel Oil (l)	MS henificada (kg)	Consumo Dísel l/tn MS
Gallignani sin Cutter	4,00	980,28	4,08
Gallignani con Cutter	7,43	989,49	7,51

NOTA: Se aclara que los datos de consumo son estimativos. Tener en cuenta que para los dos tratamientos realizados sobre la rotoenfardadora Galligniani se utilizó el mismo tractor, el cual posee un motor de 245HP, que es una potencia superior a los 120 HP recomendados para utilizar con esta máquina, y que pueden haber generado un consumo superior al necesario.

- **Densidad de compactación.**

La densidad lograda con Montecor 8520E trabajando a 100 Bar de presión fue de 145,50 kgMS/m³, mientras que en los rollos elaborados por Montecor Gallignani (120 Bar) fue de 151,26 kgMS/m³. Cuando se enrolló fibra procesada se henificó 151,29 kg MS por unidad métrica de volumen.

Tabla 8: registro de medidas, volumen y peso de los henos elaborados.

Tratamiento	Medidas (m)	Volumen (m ³)	Peso Seco (kg)	Densidad (kg/m ³)
Montecor 8520	1,52 diámetro x 1,20 ancho	2,18	317,2	145,50
Gallignani sin Cutter	1,52 diámetro x 1,20 ancho	2,18	326,76	151,26
Gallignani con Cutter	1,52 diámetro x 1,20 ancho	2,18	329,83	151,29

• **Análisis de calidad nutritiva.**

A continuación se presentan en la Tabla 8, los resultados de laboratorio de análisis de calidad de los rollos confeccionados, los cuales fueron muestreados representativamente.

Tabla 9: resultados de análisis de calidad.

Tratamiento	MS%	PB%	FDN%	FDA%	Dig.%	CE%	Cz %
Montecor 8520	81,35	17,12	63,46	38,01	59,33	2,14	
Gallignani sin Cutter	81,69	17,41	62,33	39,43	58,22	2,10	
Gallignani con Cutter	78,53	21,44	57,56	35,81	61,04	2,20	

También se analizó con el separador de partículas “Penn States”, los largos de fibra obtenidos en muestras, de los henos de cada tratamiento. Sus resultados están resumidos en la Tabla 9.



Figura 7: Separador de partículas Penn States.

Tabla 10: Resumen de resultados de separador de partículas de los distintos henos elaborados.

Tratamiento	Montecor 8520H	Montecor Galliganani sin Cutter	Montecor Galliganani con Cutter
% FRACCIÓN > 19 mm	91,8	93,7	82
% FRACCIÓN > 8mm	4,8	3,2	10,4
% BANDEJA CIEGA	3,4	3,1	7,6
Long hebra prom. (cm.)	19-30	19-30	8 - 20

Conclusiones de equipo de henificación Montecor.

Tabla 11: Resumen de parámetros evaluados con y sin procesador de fibra. (Referencias: verde: muy bueno, amarillo: bueno y rojo regular)

INTA	MONTECOR	Montecor 8520E	Montecor Gallignani GAV6 Industry sin cutter	Montecor Gallignani GAV6 Industry con cutter
Pérdidas por recolector		3,46%	2,38%	
Se trabajó sobre gavillas de 1 kg MS/KG				
Pérdidas por cámara		1,86%	1,71%	4,19%
Estas pérdidas corresponden 100% a la fracción vegetal (23 % PB, 55% FDN, 35%FDA)				

Capacidad de trabajo	6,18 t MS/h		8,10 t MS/h		7,86 t MS/h	
<p>8520 efectuó el llenado de cámara a 14,8 km/h durante 1 min 39seg/rollo. El atado demoró 1 min 10 seg (32 vtas de hilo con doble aguja) y la expulsión 16 seg/rollo. Gallignani transitó en ambos tratamientos a 13,7 km/h durante 1 min 59seg/rollo para llenar la cámara. El atado demoró 12 seg (3 vtas de red) y la expulsión 14 seg/rollo. Debido al bajísimo volumen de las gavillas, la capacidad de trabajo fue similar en ambos tratamientos. Si se hubiese trabajado sobre 4 ó 5 kg MS/m, el procesado de la fibra hubiera demandado transitar a menor velocidad.</p>						
Consumo combustible	Sin dato		4,08 l/t MS		7,51 l/t MS	
<p>Se utilizó un tractor John Deere 4730 de 140 hp (Se recomienda tractor de 120 hp)</p>						
Densidad del heno	145 kg MS/m ³		151,26 kg MS/m ³		151,29kg MS/m ³	
<p>8520 henfició con una presión de 100 Bar Gallignani GAV6 trabajó en ambos tratamientos con 120 Bar</p>						
Calidad del heno	<p>Similar en los tres tipos de rollos confeccionados El incremento de las pérdidas que se producen con el cutter no ve ven reflejados en una disminución en la calidad de los rollos (17% PB, 57% FDN, 35% FDA, 60% Dig, 11% Cz)</p>					
Presentación de la fibra	19-30 cm		19-30 cm		8-20 cm	
Consumo de hp en mixer	90		90		65	

• **Pérdidas por recolector.**

Las gavillas sobre las cuales se realizó el ensayo poseían muy bajo volumen debido al menor rendimiento de MS del lote y a que fue confeccionada con solo dos andanas, por lo que se notó claramente la diferencia de diseño de ambos recolectores. Si se hubiese trabajado sobre gavillas anchas (1,40 m) y de mayor rendimiento, como por ejemplo 5 kg MS/m, el 1,08% que existe como diferencia de eficiencia de recolección se hubiera incrementado. Esto se debe a que Montecor Gallignani posee un recolector de 5 barras portadientes que permite un flujo homogéneo de ingreso de material por una mejor distribución de los dientes. Además se destaca por tener un ancho superior al de la cámara de compactación y poseer un rodillo seguido de un deflector que facilita el ingreso del material.

Debe señalarse que como consecuencia de trabajar sobre gavillas menores a 1 kg MS/m, las maquinas tuvieron que recorrer muchos metros lineales para elaborar un rollo, con lo cual las pérdidas del recolector influyeron notablemente sobre la cuantificación de material no recolectado. Al trabajar sobre andanas de mayor rendimiento, las maquinas hubiesen henficado con un flujo importante y constante de material, con lo cual tendría que haber sido necesario recorrer un tercio menos de metros para confeccionar un rollo, sin que esto signifique elevar el nivel cuantitativo de perdida, dado el flujo de material óptimo que se genera. De esta manera el valor de pérdidas por recolector no hubiese influido tanto como lo hizo en esta prueba.

Con estos rendimientos de gavillas, las máquinas trabajaron con niveles de sub-alimentación, lo cual produce que se incremente el nivel de pérdidas. En gavillas de mayor rendimientos y que pudieran provocar una sobrealimentación de las máquinas, por exceso de material, el recolector Montecor Gallignani hubiese obtenido una mejor performance.

Por experiencias previas, se debe aclarar, que cuando se trabaja con rotoenfardadoras con procesador de fibra, se debe rastrillar con valores de humedad no superiores al 35% para evitar la formación de bollos, que se generan al rastrillar con mayor humedad dado que estos dificultan la alimentación de las máquinas. Estos inconvenientes se presentan normalmente cuando se utilizan rastrillos estelares para juntar andanas, dada su particular manera de trabajar enrollando el

material contra el suelo durante su desplazamiento lateral. Distinto es el accionar de un rastrillo giroscópico que peina verticalmente la andana, permitiendo engavillar con mayor humedad sin generar las puntuales sobrecargas de pasto.

- **Pérdidas en cámara de compactación.**

El porcentaje de pérdida promedio originado por la cámara de compactación de la rotoenfardadora Montecor 8520E fue de 1,86%. Es un excelente valor dado la buena adaptación que tienen esta máquina para trabajar sobre gavillas de menor volumen (ej: 2 kg MS/ m) debido a su sistema de garganta vertical abierta, donde el material recorre un corto trayecto desde que es tomado por el recolector hasta depositarse en la cámara de compactación.

En el caso de Montecor Galignani, al trabajar sin el procesador de fibra activado, se obtuvieron valores de pérdidas de 2,71% el cual es un valor que indica las alta performance de prestaciones que tiene esta máquina. Por su diseño en donde luego de ser tomada por el recolector para por un canal donde es impulsado por un rotor alimentador hacia la cámara, esta máquina obtendría muy buenas prestaciones al trabajar sobre gavillas de alto volumen (ej:5 kg MS/m)

Al trabajar con el sistema procesador de fibra activado con 14 cuchillas los niveles de pérdidas se incrementaron en un 1,48% respecto a cuándo se henifica fibra tal cual. Si bien hay que asumir que se genera una merma en la cantidad de hoja, esta no sería significante si se tiene en cuenta que se está enrollando fibra cortada, la cual queda disponible para utilizar en un mixer horizontal liso. Si bien al henificar fibra larga, el nivel de pérdidas se reduce, luego al trozar ese rollo tanto en una desmenuzadora o en un mixer vertical, se generan pérdidas de hoja las cuales deben ser tenidas en cuenta.

En cuanto a los análisis de calidad de los distintos rollos elaborados no se observa diferencias significativas de calidad entre los resultados del análisis de laboratorio de las muestras obtenidas en los distintos tratamientos, lo cual indica que el incremento de pérdidas que se produce al utilizar el procesador de fibra no se ve reflejado en una pérdida de calidad del heno elaborado.

Respecto al análisis de laboratorio de las muestras de las pérdidas que se ocasionaron durante la confección, en los tres tratamientos evaluados, la fracción vegetal recogida estaba constituida por brotes y hojas de alto valor nutritivo, dado que dicho material poseía en su composición valores de proteína bruta (PB) elevados. Los valores de Cenizas (Cz) que indican los análisis de calidad de las pérdidas recolectadas, superaron en todos los casos el 20%, lo que muestra el importante volumen de material indeseable que está presente en la gavilla al momento de la confección del heno, pero que a su vez parte se pierde en el momento de la henificación, dado que todos los henos elaborados poseen la mitad del % de Cz que el que se observa en las pérdidas recolectadas. Esto indica que cuando el material ingresa al circuito de la máquina henificadora sufre un movimiento en el cual libera gran parte de la fracción tierra con el que está contaminado desde la gavilla.

- **Capacidad de trabajo.**

En primero lugar hay que aclarar que se trabajó sobre una gavilla cuyo rendimiento era menor a 1 kg MS/m lineal, lo cual no genera un ingreso significativo del material a enrollar. En base a esto se establece que no se pudo conocer una performance que indique la máxima capacidad de trabajo que puede lograr cada máquina.

Bajo estas circunstancias, Montecor 8520E logró henificar 6,18 tn MS/h, lo cual es un valor muy interesante si se tiene en cuenta que transitó para el llenado de cámara a una velocidad de 14,8 km/h, con lo cual se ve reflejado los beneficios de su sistema de alimentación por garganta vertical abierta para trabajar en condiciones de bajo rendimiento. Esta alta velocidad de llenado de cámara se ve penada por el tiempo detenida en el cual se produce el atado y expulsión de los rollos. El sistema de atado de doble aguja pero con un solo brazo hizo que las 32 vueltas de hilo se efectuaran en 16 vueltas de rollo, pero demandando 1 min 10 seg para efectuarse. La expulsión fue adecuada requiriendo 16 segundos para llevarse a cabo.

Montecor Galignani no presentó diferencias en cuanto a capacidad de trabajo cuando trabajó tanto henificando fibra larga (cutter desactivado) como fibra procesada (cutter activado 14 cuchillas). En

ambas configuraciones transitó el lote a 13,7 km/h, demandando para el atado 12 segundo (3,5 vueltas de red) y 16 segundos para la expulsión. De estos parámetros se observa claramente los beneficios que otorga el atado con red para incrementar la capacidad de trabajo, dado que transitando a menor velocidad que Montecor 8520E, logro procesar valores cercanos a 8 tn MS/h. Esto se debe a que se redujeron en 58 segundos/rollo el tiempo que la máquina está realizando el atado sin poder avanzar.

Es importante destacar que distinto hubiese sido trabajar sobre una gavilla de mayor volumen de alfalfa (ej. 4 o 5 kg MS/m lineal) donde el procesado de la fibra demanda transitar a menor velocidad al momento de llenar la cámara de compactación para poder ir procesando la fibra. Se sugiere repetir esta prueba en un lote de alfalfa de mayor rendimiento.

- **Consumo de combustible.**

La diferencia de consumo de Diésel a favor de la rotoenfardadora con cutter desactivado fue de 3,43 litros/ tn MS henificada, en relación a la máquina configurada con el cutter 14 cuchillas. Este valor expresado en porcentaje indica que cuando se procesa la fibra a 7 cm se incrementa el consumo de combustible un 84% más. En este punto se debe aclarar que si bien, henificar un rollo con fibra procesada requiere un mayor consumo de combustible, este se ve compensado a la hora de utilizar esa fibra, dado que no requiere un mayor gasto de energía para trozarla.

Henos de fibra precortada pueden generar en un mixer vertical partículas adecuadas en 3 minutos (15 minutos con fibra larga) reduciendo el consumo en un 65% (Giordano et al, 2013). Además al iniciar la mezcla con los otros ingredientes evita tener que utilizar las trabas, requiriendo un tractor de 80 HP en lugar de 100 HP, lo que disminuye aún más el gasto de combustible al utilizar fibra procesada.

- **Densidad de compactación.**

Montecor 8520E, trabajando a 100 Bar de presión, logró enrollar 145,5 kg MS/m³. En el caso de Montecor Galignani, en ambas configuraciones se henificó a 120 Bar de presión. Con el cutter desactivado (fibra larga) se obtuvo una densidad de 151,26 kg MS/m³, mientras que cuando se procesó la fibra hubo un leve incremento pero no reflejo diferencias significativas.

Se recomienda realizar una contra prueba para estudiar el comportamiento de la densidad de compactación en rotoenfardadoras de cámara variable a distintas presiones (ejemplo 110 Bar, 130 Bar y 150 Bar), observando a su vez parámetros influyentes como la relación hoja/tallos que presente la alfalfa.

- **Análisis del separador de partículas.**

Como principal diferencia que se observa en los datos arrojados por el separador de partículas, se debe mencionar que la rotoenfardadora Montecor Galignani con cutter 14 cuchillas el largo de las fibras está entre 7 y 20 cm, mientras que cuando se desactivo el sistema de procesado de fibra el largo fluctuó entre 19 y 30 cm. En similar condiciones a esta última configuración se encontró la Montecor 8520E que henificó la fibra tal cual (19 – 30 cm).

Otra diferencia, es la que se observa en la bandeja ciega del separador, donde se encuentran las partículas de menor tamaño (hojas y tallos) y componentes inorgánicos como tierra. Respecto de ello se encontró una diferencia del 4,5% del tratamiento 14 cuchillas activadas respecto a la configuración del procesador de fibra desactivado. Por otro parte, al comparar la muestra del tratamiento con procesador de fibra activado, con la de Montecor 8520E, se encontró una diferencia de 4,2% de partículas en la bandeja ciega. Estos resultados son debido a que el procesado de la fibra generó una mayor fragmentación del componente hoja y tallo, que se reflejó en la presencia de hojas finamente molidas en la bandeja ciega.

- **Uso de la fibra.**

Partiendo de la experiencia obtenida en el ensayo realizado por Giordano et al (INTA EEA Manfredi, 2011) quedó demostrado que los henos realizados con fibra precortada, pueden generar en un mixer vertical, partículas adecuadas en unos 3 minutos para iniciar luego la mezcla con los

otros ingredientes, para realizando una correcta ración para rodeos lecheros. Además no sería necesario durante la etapa de mezclado mantener sus placas de restricción colocados, mientras que con los rollos de fibra larga, sería aconsejable mantenerlas a fondo durante la etapa de mezclado, para terminar de reducir el largo máximo de las fibras obtenidas en la primera etapa de procesado.

Esta diferencia de trabajo es muy importante, pues los picos más altos de consumo de potencia se generan durante la etapa de mezclado del heno (Mediciones dinamométricas ensayo mixer Akron 2010) cuando están todos los ingredientes cargados. Por lo tanto es posible efectuar un buen trabajo con un tractor de 65 HP de potencia en la TPP, o sea unos 80 HP de motor.

Para realizar la misma operación pero con rollos tradicionales, quedan fibras más largas luego del proceso de trozado, siendo importante entonces realizar el mezclado con los frenos colocados, como consecuencia se necesitan 100 HP en el motor del tractor.

En base a estos antecedentes, en otro ensayo llevado a cabo en INTA Manfredi 2012, se evaluó el comportamiento de la fibra proveniente de los rollos con fibra procesada. Para ello se evaluó la facilidad del uso de esa fibra y su posterior comportamiento dentro de una ración.

En el caso de los rollos elaborados con el cutter con 14 cuchillas se observó una gran facilidad para el uso de esta fibra, dado que se debe cortar la red de atado, momento en que se desprende la capa más periférica del rollo, que luego al golpearlo suavemente con la pala conforma un montículo de fibra lista para incluir dentro de un mixer.

El largo promedio del material varía entre 8 y 20 cm, el cual se presenta en condiciones de ser mezclado con el resto de los ingredientes en un mixer con sinfines lisos. Cabe aclarar que la fibra de más de 15 cm, puede presentar un tamaño excesivo que podría traer inconvenientes mecánicos en el mixer cuando se incluyen grandes cantidades de heno (más de 200 kg) llegando a obstruirlo. La fibra de mayor longitud normalmente es la que se encuentra en los extremos de los rollos, donde la distancia entre la última cuchilla del cutter y la pared lateral es de 11 cm y no de 8 cm como sucede entre cuchillas. En este sector se acumula hebras de fibra que no son procesadas y presenta longitudes entre 15 y 25 cm.

Bibliografía

- Bragachini, M.; Sánchez, F; Peiretti, J. Evaluación de tecnología de henificación. INTA EEA Manfredi. 2013.
- Bragachini, M.; Cattani, P; Gallardo, M; Peiretti, J. Forrajes conservados de alta calidad y aspectos relacionados al manejo nutricional. EEA Manfredi. 2008.
- Bragachini, M; Cattani, P; Ramirez, E; Ruiz, S. Ensayo comparativo entre la enfardadora prismática de fardos gigantes CASE 8575 vs rotoenfardadora convencional de última generación. INTA EEA Manfredi. 1996.
- Giordano, J; Sánchez, F; Peiretti, J. Evaluación de Rotoenfardadora Yomel Zonda C155. INTA EEA Manfredi. 2011.
- Giordano, J. Mixer. Mecanización de la alimentación. Uso del mixer para formular dietas balanceadas (TMR) en base a forrajes conservados. 2010.

Informe de ensayo comparativo de tecnologías de henificación elaborado por INTA Modulo de Tecnología de Forraje Conservados en asistencia técnica con Industrias Montecor S.R.L

Participaron de este ensayo: Ing. Agr. M.Sc. Mario Bragachini (INTA Manfredi), Ing. Agr. José Peiretti (INTA Manfredi), Ing. Agr. Federico Sánchez (INTA Manfredi), Silvina Gassmann (UNVM FCBA), Sebastián Frutos (UNVM FCBA), Gastón Borgiani (Montecor S.A)

Informe elaborado por: Ing. Agr. Federico Sánchez (INTA Manfredi), Silvina Gassmann (UNVM FCBA), Sebastián Frutos (UNVM FCBA), Santiago Abrate (UNC – FCA).