



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación

heno de alfalfa de calidad

cosecha eficiente de nutrientes

Actualización Técnica N° 91 - Junio-2016

TECNO
FORRAJES

Programa Nacional Agroindustria
y Agregado de Valor

Integrador I - Proyecto Específico II - Módulo III

Triple prueba a campo



INTA Ediciones

Colección
DIVULGACIÓN

Introducción

La henificación es un método de conservación de forraje seco, producido por una rápida evaporación del agua contenida en los tejidos de la planta. Esta humedad debe estar siempre por debajo del 20% y se estabiliza alrededor del 15% durante el almaceñaje (Bragachini, M. 2013)

Si bien el heno de alfalfa es el recurso de conservación de forraje más antiguo y de mayor adopción en Argentina, históricamente fue considerado solo como una fuente de fibra, repercutiendo en la baja calidad obtenida. En la actualidad, al ser incluido como parte de la ración que se prepara dentro de los acoplados mixer, se revalorizó como un ingrediente que aporta proteína de alta calidad.

Al henificar la alfalfa con abundante hoja, se transforma en un insumo de alto valor proteico y alta digestibilidad, disminuyendo las cantidades de suplementos proteicos y energéticos que se necesitan aportar con otros alimentos más costosos al elaborar las raciones.

Es muy importante destacar que llevando a cabo mejoras en el proceso de producción de heno es posible cosechar al mismo costo mayor cantidad de nutrientes, sustituyendo una cantidad de suplementos energéticos y proteicos que se com-

pran tranquilas afuera, como los granos de maíz y el expeller de soja, logrando una importante reducción del costo de alimentación.

Debe quedar claro que la elaboración de un rollo de excelente calidad y la de un rollo de mala calidad poseen el mismo costo operativo, lo mismo ocurre con los megafardos, dado que para ambos casos hay que realizar las mismas operaciones de corte de la pastura de alfalfa, rastrillado y luego enrollado o enfardado para finalmente realizar su estivado.

Cuando suministramos a nuestros animales heno de baja calidad, solo les estamos brindando fibra; en cambio, cuando suministramos henos de alta calidad estamos brindando en el mismo alimento fibra, proteína y energía, y todo con el mismo costo de confección.

En base a estos conceptos, puede afirmarse que al confeccionar henos con un proceso mejorado, cuidando disminuir las pérdidas de hojas en cada momento, se obtiene un material de alta calidad con valores de proteína bruta (% PB) superiores al 20% y con niveles de energía metabolizable de 2,1 Mega Calorías por kilogramo de Materia Seca (Mcal EM/KgMS).

Esto no es lo que ocurre habitualmente en nuestro país, donde es común que se

cometan numerosos errores y descuidos al momento de elaborar el heno, con una calidad promedio muy baja que según datos de los Laboratorios de Forrajes de INTA Rafaela e INTA Manfredi, posee una concentración proteica de 13% PB y de 1,41 Mcal EM/Kg MS.

Para graficar esta situación, podemos tomar el ejemplo del tambo medio que tenemos en Argentina de 157 vacas en ordeño. Suponiendo que este rodeo consume en sus dietas al menos un 13% de heno, demanda a lo largo del año 171.342 Kg de este forraje.

Si esta demanda se cubre con heno de calidad, se está utilizando un alimento que a lo largo del año aporta 11.994 Kg PB y 118.226 Mcal EM/kg MS extras, respecto a que si se trata de un heno de baja calidad, lo que nos permiten reducir la necesidad de suplementos proteicos y energéticos, ahorrando por ejemplo 25.519 kg de grano de maíz y 93.726 kg de expeller de soja, al año.

La evolución del heno de alfalfa en Argentina:

La llegada de las rotoenfardadoras en el año 1984, revolucionó la forma de hacer reservas de forrajes, facilitando la mecanización de todo el sistema de confección,

almacenaje y suministro de heno. En el año 1996, con el desembarco de las megaenfardadoras al país, se generó otro suceso tecnológico en la henificación de alfalfa de alta calidad, pero a pesar del gran avance que demostraron no llegaron a instalarse fuertemente en el mercado por la situación económica de fines de los 90 que interrumpió su oferta.

La creciente adopción de los mixer verticales, a principio de la década del 2000, permitió aumentar la incorporación del heno dentro de la ración, reubicándolo como un ingrediente fundamental en las dietas.

Luego de una época de letargo por el que pasaron las megaenfardadoras, en el año 2008 regresan al mercado-principalmente por la instalación en nuestro país de empresas exportadoras de heno de alfalfa. Esta tecnología permitió demostrar los beneficios de utilizar heno de alfalfa de alta calidad y nació una fuerte demanda interna en tambos y feedlots de alta producción que buscan en este heno una fuente de fibra efectiva de calidad (18% PB, 45% FDN, 35% FDA). De esta forma, por primera vez se comenzó a pagar el heno en función de la calidad y no solamente del volumen. El dato relevante es que en la actualidad se exportan unas 40.000 toneladas/año de megafardos, pero la mayor demanda es del mercado interno.

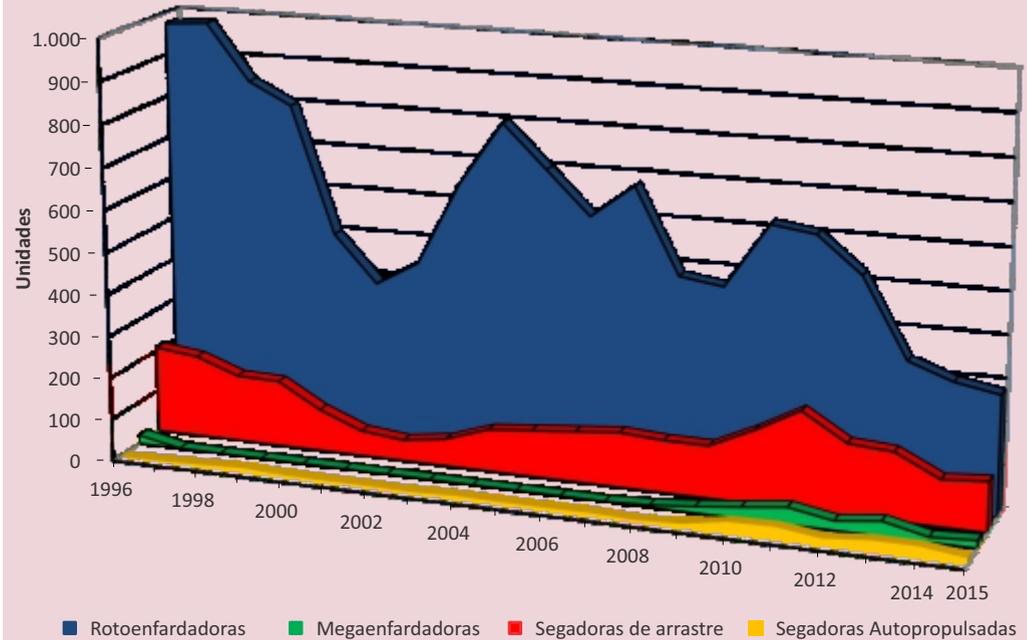


Figura 1: Evolución de ventas del mercado interno de megaenfardadoras, segadoras y rotoenfardadoras.

Fuente: INTA Manfredi

Por otra parte, el resurgimiento de las megaenfardadoras en el mercado impactó directamente en las ventas de las segadoras (ver figura 1), no solo en el número de unidades vendidas sino también en el ancho de trabajo de las mismas. Esto se explica por la necesidad de mayor capacidad de corte que abastezcan a las megaenfardadoras y la importancia de producir un heno de mayor calidad. Por esta misma razón crece en el mercado

segadoras autopropulsadas, que hasta ese momento se vendían en promedio unas 5 unidades/año.

Es importante destacar que la presencia de las megaenfardadoras no ha influido negativamente en las ventas de rotoenfardadoras, ya que ocupan distintos nichos del mercado de henificación, principalmente por diferentes costo de adquisición (U\$S 45.000 contra U\$S

200.000) y capacidades de trabajo (16 t Materia Seca/h vs 45 t/h).

Generalmente los usuarios de “las mega” son prestadores de servicios o grandes productores que se dedican a la comercialización y exportación de alfalfa, mientras “las roto” son utilizadas por contratistas pequeños o bien productores que le dan un uso doméstico.

El mercado de rotoenfardadoras demanda modelos equipados con recolectores de mayor ancho, canal de alimentación con acelerador, brazo de compactación con electroválvulas y sistema de atado automático con hilo doble aguja (doble brazo) o con red. Respecto al ancho de cámara, históricamente los usuarios preferían máquinas de 1,56 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. Desde hace 5 años la mitad de la demanda del mercado se inclina por máquinas con ancho de cámara de 1,2 m, por la posibilidad que brindan para poder ser transportados en camión, donde la carga no puede superar los 2,40 m de ancho.

Frente a este incremento en la adopción de heno de alfalfa de alta calidad que está experimentando nuestro país el INTA, a través del Módulo Nacional

Tecnologías de Forrajes Conservados - TecnoForrajes-, en convenio de asistencia técnica con Agco Argentina, realizó una prueba a campo representativa a las condiciones de trabajo de nuestro país, con el propósito de realizar una guía de buenas prácticas de henificación que brinde recomendaciones al usuario (productores, contratistas, asesores, etc.) para poder lograr rollos y megafardos de alfalfa de alta calidad, que puedan ser integrados dentro de una ración como fuente de fibra y proteína.

Triple prueba a campo de tecnologías de henificación de alfalfa de alta calidad

La finalidad de esta prueba fue evaluar las reales prestaciones de una megaenfardadora Massey Ferguson 2160 en su versión Estándar y Cutter y una Rotoenfardadora Massey Ferguson Hesston 2846A, teniendo como material alfalfa pura, cortada en momento óptimo con una segadora a discos y acondicionador.

Objetivos de la prueba a campo:

1. Determinar las pérdidas de material en cantidad y calidad que se producen durante la confección de los rollos o megafardos, en distintas condiciones de humedad de andana.

2. Establecer las pérdidas de material en cantidad y calidad que ocurren durante la confección de los rollos o megafardos, trabajando en condiciones similares de humedad de andana pero utilizando distintas configuraciones de presión de compactación.
3. Medir el consumo de combustible, capacidad de trabajo, velocidad de avance, densidad de los rollos o megafardos confeccionados, que pueden ocurrir bajo distintas configuraciones de presión de compactación.
4. Evaluar, mediante muestreo y análisis químico, la calidad obtenida de los distintos henos elaborados.

Materiales y métodos:

El ensayo se llevó a cabo en la localidad de Calchín (Prov. de Córdoba), en un lote de alfalfa pura Cordobesa INTA, variedad grupo 6 de reposo intermedio a corto. Al momento del corte, el lote presentaba en promedio 80 plantas/m², con valores promedios de 9.300 kg de materia verde/ha (2.446 kg MS/ha).

El corte fue realizado el día 18 de abril de 2014 a partir de las 10:00 hs. Al momento de efectuar el mismo, la pastura presentaba un rebrote basal de 5 cm de altura.

El mismo se efectuó con una segadora autopropulsada Massey Ferguson Hesston 9665 (190 hp y plataforma de 4,72 m) a una altura promedio de 6 cm y 19 km/h de velocidad de avance, conformado una andana de 2,30 m (Figura 2).

El Rastrillado se realizó el 23 de abril cuando la andana presentaba 35% de humedad. Para este se utilizó un rastrillo estelar de entrega central de 14 estrellas, captando un ancho de 10 m, transformando 2 andanas en una gavilla. La velocidad media de trabajo fue de 8 km/h. Para las tres máquinas se prepararon las mismas gavillas (Figura 3).

El proceso de henificación se realizó los días 25 y 26 de abril de 2014, utilizando una rotoenfardadora de cámara variable de última generación modelo Massey Ferguson Hesston 2846A, una megaenfar-



Figura 2: andanas efectuadas por la Segadora Massey Ferguson Hesston 9665.

dadora prismática Massey Ferguson 2160 Cutter y otra similar en versión Standard.

La rotoenfardadora fue traccionada por un tractor MF 292 Advance, potencia a la TDP de 112 hp, mientras las megaenfardadoras trabajaron con un tractor

Massey Ferguson 6475 de 135hp a la TDP.

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. Esto se realizó en tres sectores diferentes de 3 m de largo por 1 m de ancho, en cada una de las gavillas correspondientes a cada máquina.

Estas secciones fueron marcadas con estacas, dado que una vez recolectado el forraje de la gavilla se procedió a juntar el material que no fue captado por los recolectores o bien desprendido al pasar la máquina, para luego determinar el por-



Figura 3: Equipo de rastrillos estelares de entrega central

centaje de material perdido. En forma paralela se tomaron el peso correspondiente a 2 m de gavilla en condiciones de ser henificada, para de esta forma, conocer las condiciones de trabajo y expresar las pérdidas de recolector como porcentaje del material recolectado.

Para evaluar las pérdidas por las cámaras de compactación, se colocaron bandejas estructurales de lona que cubrían desde el recolector hasta 30 cm por detrás de la cámara de compactación de cada máquina (Figura 4).

El material caído de ambas cámaras fue recolectado por las bandejas, para ser posteriormente pesado, llevado a materia seca y referida a porcentaje total de pérdidas, al igual que la metodología seguida para las pérdidas por recolector.



Figura 5: Medición de consumo de combustible



Figura 4: Medición de pérdidas en cámara de compactación en Megaenfardadora y Rotoenfardadora.

Otras determinaciones:

La capacidad de trabajo de los diferentes equipos fue evaluada cronometrando el tiempo que demora cada máquina en confeccionar un rollo y un megafardo con las distintas configuraciones preestablecidas.

Para determinar el consumo de combustible en cada unidad de muestreo se realizó la partida con el tanque lleno realizando 3 rollos y 3 megafardos. Luego se llenaron los tanques de cada tractor, determinándose la cantidad de gasoil consumido por cada equipo (Figura 5).

Para el cálculo de la velocidad real de trabajo, se midió (por unidad de muestreo) una distancia de 600 m de andana en el campo. A continuación, se cronometró el tiempo que demora cada equipo, a ritmo normal de trabajo, en recolectar los 600

m señalados, expresando el dato luego en km/h. Todos estos datos fueron registrados con GPS en cada uno de los equipos.

Para determinar la densidad de trabajo de cada máquina, se midieron 3 rollos y 3 megafardos elaborados con cada una de las configuraciones, para luego proceder a promediarlos y así establecer una medida representativa para el cálculo del volumen. Luego, utilizando una báscula se pesaron dichos rollos y megafardos identificados, obteniéndose el peso promedio de cada rollo y de cada fardo. Luego por fórmula se establece la densidad de trabajo (Figura 6).

Calidad del material confeccionado:

Por cada configuración realizada se reali-



Figura 6: Retiro del lote de megafardos identificados para su posterior pesado

4 barras porta dientes, 52 dientes dobles separados a 6,6 cm (controlados por un riel de levas), un protector antiviento y 2 ruedas pivotantes de copiado que facilita la recolección al trabajar en terrenos desparejos.

El sistema de elevación es hidráulico. Es recomendable siempre 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. En base

zó el muestreo de 3 henos, lo mismo que de las pérdidas por cámara de cada equipo, material que fue enviado a laboratorio para establecer materia seca (MS), fibra detergente ácido (FDA), fibra de detergente neutro (FDN), proteína bruta (PB) y Cenizas (Cz) de cada muestra.

Rotoenfardadora:

Este modelo de rotoenfardadora posee un recolector de 1,97 m, el cual 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 aumentando la densidad lateral del rollo (Figura 10).

El recolector de esta máquina es de tipo flotante y está compuesto por un eje con

Rotoenfardadora Massey Ferguson Hesston 2846A :



Figura 7: Rotoenfardadora Massey Ferguson Hesston 2846A



Figura 8: Rotoenfardadora Massey Ferguson Hesston 2846A

a esto, se recomienda iniciar la tarea de enrollado colocando el recolector alrededor de 2 cm por debajo de la altura de corte, colocando la rueda de copiado 1,5 cm por debajo de la altura de recolección, para evitar cualquier impacto durante el trabajo.

Las ruedas limitadoras de altura de recolección no deben soportar todo el peso del recolector, 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, 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 (Figura 12).

El material hilerado es ingresado a la máquina por el cabezal pickup. Detrás del recolector se ubican dos sinfines, uno del lado izquierdo y otro del lado derecho, que trasladan el material hacia la abertura de la cámara. En el mismo eje sobre el cual se montan estos sinfines, se disponen un rotor que tiene por función acelerar el flujo de material que ingresa por la abertura de la cámara (Figura 13).

Este acelerador de forraje interno, tal como su nombre lo indica, acelera el material hacia el interior de la cámara de compactación, permitiendo un flujo de material más limpio y mayor velocidad de avance con menor riesgo de atascamientos, lo cual es muy importante para poder trabajar sobre gavillas voluminosas.

Esta rotoenfardadora posee un diseño de

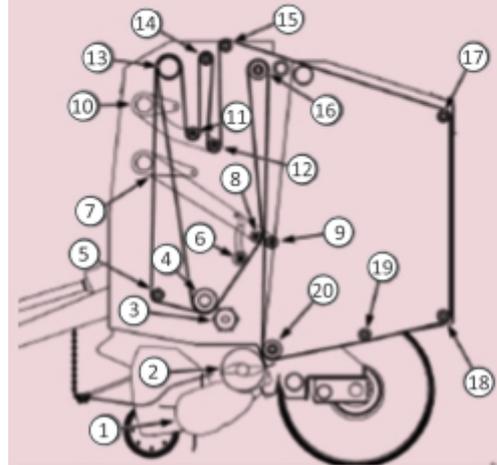


Figura 9: esquema rotoenfardadora. Vista lateral izquierdo: (1) Conjunto del cabezal pickup (2) Sinfin y embudidor (3) Rodillo de inicio (4) Rodillo de mando inferior (5) Rodillo escalonado (6) Conjunto de rueda formadora del rollo (7) Brazo de densidad del rollo (8) Rodillo frontal de densidad del rollo (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.

tipo garganta vertical abierta, dado que el flujo de material captado por el recolector recorre una distancia muy corta hasta llegar a la cámara de compactación, donde el forraje toma contacto con la superfi-



Figura 10: detalle de recolector Rotoenfardadora.



Figura 11: esquema de recolector Rotoenfardadora.
Fuente: AGCO Argentina SA, (2011).

cie rugosa de las correas formadoras del rollo, las cuales se desplazan hacia arriba y son conducidas por los rodillos de mando superior e inferior.

Una vez que el material ingresa a la cámara, la formación inicial del rollo (núcleo) es llevada a cabo contra un único rolo iniciador, continuando posteriormente el progreso de henificación con un conjunto de 6 correas. Estas son de filamentos de nylon y poliéster con reticulado romboidal (3 telas), presentan un ancho de 17,7cm y están empalmadas con grampas de acero inoxidable.

Una particularidad destacable de esta máquina es que posee 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 sobre los brazos tensores de correas, los cuales se regulan mediante una válvula reguladora de presión (Figura 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. 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 heno de alfalfa que ingresa a la cámara.

Los rodillos de tensión de correa se van moviendo hacia arriba para mantener



Figura 12: a: resorte de flotación. b: reguación de altura del recolector. c: regulación de rueda limitadora de profundidad. Fuente: AGCO Argentina SA, (2011).

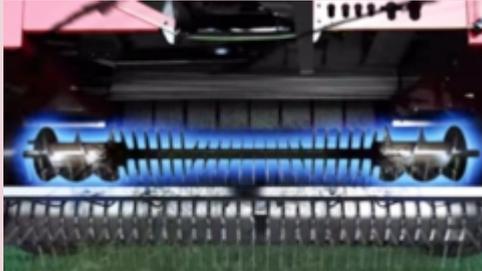


Figura 13: Rotor acelerador del forraje al interior de la cámara de compactación. Fuente: AGCO Corporation, 2011



Figura 14: detalle del los brazo de densidad del rollo y los brazos de tensión de correa. Fuente: AGCO Corporation, 2011.

estiradas las correas formadoras a medida que se incrementa el tamaño del rollo en la cámara. Los brazos de densidad del rollo poseen unos sensores denominados ruedas de montaje, 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 (Figura 15).

Posee un sistema hidráulico que controla el embrague de mando principal, el funcionamiento de la compuerta trasera, el

sistema expulsor de rollo y que, a su vez, ejerce presión sobre las correas formadoras y sobre el rollo. La válvula de control principal está ubicada sobre el lado derecho de la máquina. El cabezal pickup y el sistema de compactación están protegidos de cualquier sobrecarga por un embrague de perno radial, el cual brinda protección a todos los componentes mecánicos cuando el límite de torque es alcanzado, patinando para detener la máquina (Figura 16).

El sistema de atado está compuesto por un brazo con doble alimentación de hilo accionado eléctricamente y comandado electrónicamente desde el monitor. El brazo se encuentra ubicado en su punto muerto, al momento de iniciar el atado se dirige hacia el extremo derecho, y comienza el mismo hacia el extremo izquierdo.



Figura 15: Esquema que muestra el proceso de alimentación y formación del rollo. Fuente: AGCO Corporation, 2011.



Figura 16: embrague de perno radial.



Figura 17: Rollo confeccionado a 180 Bar de presión.

Según las vueltas de rollo programadas son las cantidades de ciclos que realiza el atador desde el extremo derecho al izquierdo. Cuando se completa el ciclo de atado, el hilo es cortado por una cuchilla. La regulación puede ser manual o automática. La velocidad de atado y la cantidad de hilo (número de vuelta al rollo), es calibrable a través de un motor eléctrico de paso variable.

Cuando se modifica desde el monitor el paso o espaciamento del hilo, resulta apropiado establecer la misma separación entre las agujas del atador. En cuanto al almacenamiento de hilo, en cada lateral cuenta con un compartimiento para la colocación de seis bobinas de hilos (plástico o sisal), acopiando un total de doce unidades.

El sistema de expulsión de rollo está compuesto por una barra de empuje y dos cilindros hidráulicos y este puede funcionar manualmente o automáticamente cuando la configuración de Auto expulsión es activada en la consola.

Luego que la compuerta trasera está completamente elevada, la presión hidráulica se aplica sobre el extremo base de los cilindros hidráulicos del expulsor. La barra de empuje del rollo se mueve hacia arriba y hacia abajo manteniendo al rollo alejado de la compuerta mientras se cierra la misma. Posee un monitor C1000, que permite visualizar desde la pantalla diversos parámetros como tamaño del rollo (se muestra el tamaño actual del mismo), grá-

fico de barras que indica que lateral hay que llenar o si el rollo esta completo, un contador de rollos instantáneo y otro total por lote, un icono de conducción/detención, vista lateral de la enfardadora (muestra la posición de la compuerta trasera y del eyector), icono de descarga automática, icono de atado, tamaño establecido del rollo, entre otros. A su vez permite realizar diversas configuraciones y programaciones (modo manual o automático) del sistema de atado, sistema de expulsión, etc.

Esta máquina requiere un tractor de 80 hp con una velocidad en la toma de potencia de 540 ó 1.000 rpm, con un peso mínimo de 2.721 kg

Megaenfardadora Massey Ferguson 2160



Figura 18: Megaenfardadora Massey Ferguson 2160

Megaenfardadora

En estos equipos la andana es recolectada por un cabezal pickup de 2,597 m compuesto por un eje, 4 barras porta dientes, 64 dientes dobles separados entre sí a 6,6 cm y un protector antiviento. Este recolector también es de tipo flotante y posee 2 ruedas pivotantes de copiado lo que facilita la recolección al trabajar en terrenos desparejos.

El sistema de elevación es hidráulico (Figura 21). 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 sea tomado por un rotor alimentador de forraje, que tiene la función de acelerar el mate-

rial hacia el interior de la pre-cámara, disminuyendo los riesgos de atascamientos cuando se trabaja sobre gavillas rastrilladas con alta humedad y que presenta el material en forma de bollos.

En el caso de la versión Cutter, este rotor monta pares de estrellas de distribución helicoidal que hace pasar el material por las cuchillas semicirculares de zafe independiente dispuestas en el piso, originando un corte cizalla de la fibra de distintos tamaños de corte según la regulación (Figura 22). Posteriormente el material es tomado por un alimentador de tipo alter-



Figura 19: Megaenfardadora Massey Ferguson 2160.



Figura 20: Detalle organos internos Megaenfardadora Massey Ferguson 2160



Figura 21 : detalle de recolector de Megaenfardadora.



Figura 22: detalle de rotor alimentador de forraje, su función es acelerar el material hacia el interior de la pre-cámara

nativo, que consiste en una horquilla que se encarga de alimentar la cámara de pre-compresión. Luego, el material es tomado por la horquilla de llenado que lo traslada desde la cámara de pre-compresión a la de empacado, y que sólo 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 o panes (Figura 23 y Figura 24).

Una vez que la capa ingresa a la cámara de enfardado recibe el trabajo de prensado del pistón, el cual está construido en acero y es conducido directamente desde la caja de transmisión principal, entregando 47 golpes por minutos con un largo de cursor de 740mm (Figura 25).

El pistón es impulsado por un enorme grupo de transmisión cuya potencia se transmite mediante dos bielas de alto rendimiento. Estas bielas incorporan cédulas de carga, que miden la carga en la superficie del pistón, información que se usa para revisar el sistema de control automático de la densidad y proporciona al operador una guía de conducción en forma de flechas en caso de encontrar hileras no uniformes.

El control de densidad, cuyos ajustes se

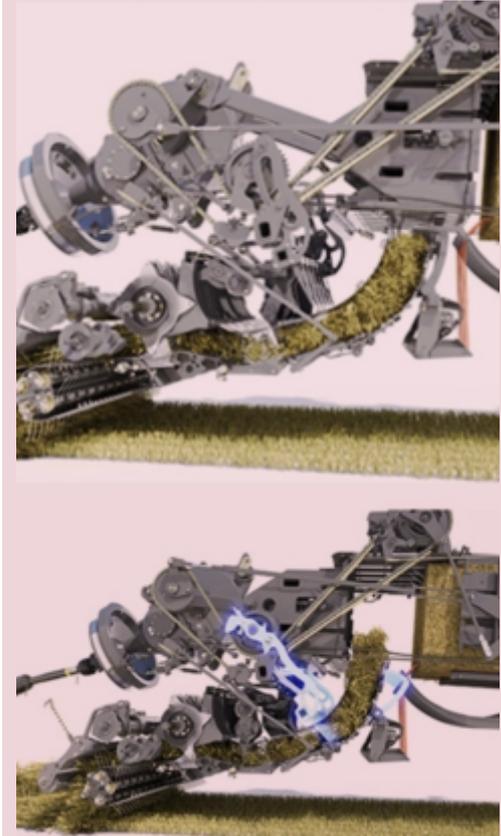


Figura 23: detalle de sistema de cámara de pre-compresión y cámara de compactación

realizan a través del monitor, mide la carga de los sensores del pistón. Cualquier variación en la carga o en la densidad, activa el sistema de ajuste automático de pre-

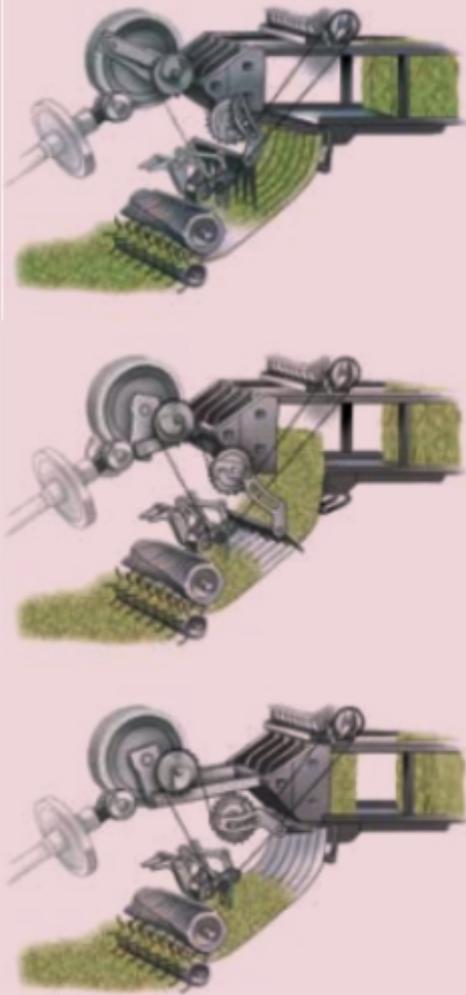


Figura 24: esquema de alimentación y formación de megafardo. AGCO Corporation, 2011.

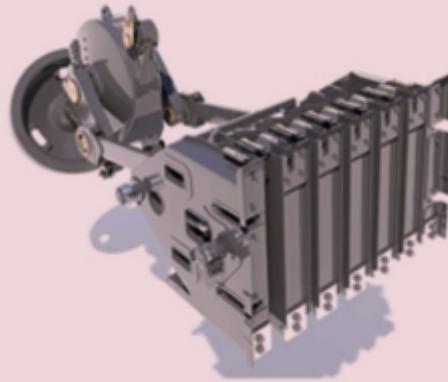


Figura 25: detalle de pistón de acero. AGCO Corpor., 2011.

sión hidráulica que actúa sobre los laterales y la parte superior de la cámara para que el megafardo logre la densidad deseada (Figura 26).

El sistema de atado cuenta con 6 hilos y utiliza doble nudo (Figura 27). En el anu-

dador 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.

Los anudadores están asistidos por una turbina que produce un flujo de aire que permiten mantenerlos limpios de la broza que se produce al enfardar.

El compartimento donde se almacenan los hilos del sistema de atado permite almacenar hasta 30 carreteles (Figura 27).

Estas máquinas cuentan con un sistema mecánico que indican la longitud que va tomando el megafardo, dato útil para activar los anudadores. Para esto cuenta con



Figura 26: 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 pacas una densidad homogénea, todo ello controlado de forma automática a través del monitor de empacadora C1000.

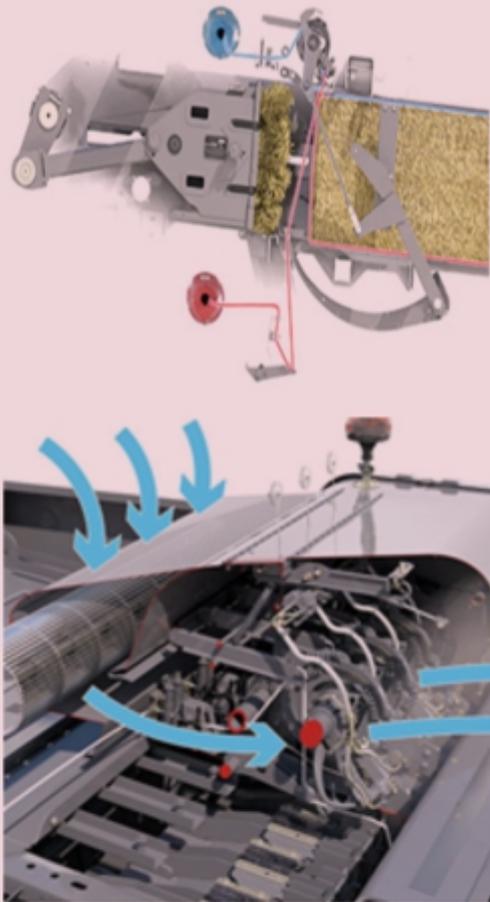


Figura 27: ventilador de atadores propulsado por una bomba hidráulica montada en la propia empacadora, que mantiene un flujo constante de aire a 140 km/h a través del conjunto de atadores para eliminar al instante cualquier suciedad que penetre en la zona del atador

una rueda dentada que va midiendo los movimientos del megafardo dentro de la cámara de enfardado y que permite a su vez modificar la longitud del mismo.

La rampa de descarga trabaja con rodillos, de los cuales los dos últimos están montados sobre rodamientos para amortiguar mejor la expulsión del megafardo.

Está equipada con un monitor GTA o C1000, el cual muestra el funcionamiento de la megaenfardadora. 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 puede 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. Posee 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.

Esta máquina requiere un tractor de 160 hp en su versión Standard y 180 hp en su versión Cutter, que entregue una velocidad en la toma de potencia de 1000 rpm.

Rotoenfardadora: Resultados, análisis y conclusiones

Las pérdidas de materia seca 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 almacenamiento.

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.

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 materia seca 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 carbohidra-

tos 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 descende, las pérdidas en cámara aumentan progresivamente (Figura 28). Cuando la humedad de la andana es inferior al 13%, las pérdidas superan el límite de tolerancia aconsejado por INTA para obtener rollos de alfalfa de calidad (Tabla 1).

En cuanto a las pérdidas que se ocasionaron durante la confección de los rollos a distintas humedades de andana, se debe destacar que la fracción vegetal recogida estaba constituida por brotes y hojas de alto valor nutritivo, dado que dicho valor

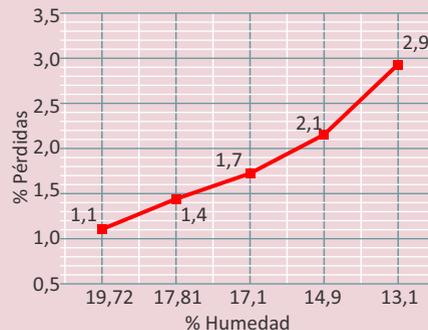


Figura 28: Pérdidas por cámara en Rotoenfardadoras, en función de la humedad de la andana

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 (Figura 29).

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 valores de las pérdidas medidas en kilo-

gramos 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.

Los altos valores de Cenizas (Cz) que indican los análisis de calidad de las pérdidas recolectadas, demuestra el importante volumen de material indeseable (tierra) que está presente en la gavilla al momento

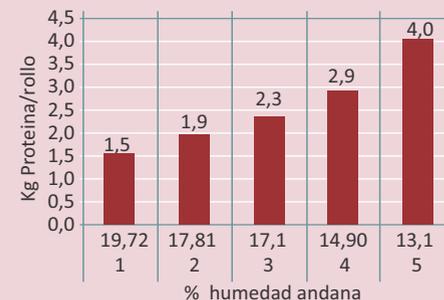


Figura 29: pérdidas de proteína por rollo según humedad de la andana

Tabla 1: Análisis de las pérdidas a nivel de cámara de compactación

Muestra	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	Dig (%)	C.E	Cz (%)
Rollo 13% Humedad	88	25,21	52,81	33,8	64,31	2,32	23,57
Rollo 15% Humedad	85,74	25,17	52,01	32,33	65,33	2,35	19,45
Rollo 18% Humedad	80,71	27,86	50,39	26,68	69,25	2,49	21,39
Rollo 19% Humedad	79,46	32,45	48,69	25,53	70,05	2,52	18,08

de la confección del rollo, a causa del trabajo que realizan los rastrillos estelares.

Es importante destacar que gran parte de esta tierra presente en la gavilla se pierde en el momento de la henificación, dado que todos los henos poseen la mitad del porcentaje de cenizas que el que se observa en los análisis de laboratorio de las pérdidas recolectadas. Esto indica que cuando el material ingresa al circuito de la rotoenfardadora, sufre un movimiento en el cual se libera gran parte de la fracción tierra con el que está contaminado en la gavilla.

Analizando la tabla 2, se puede inferir que la digestibilidad obtenida a 19% de humedad es del 65%, mientras que la obtenida a 13% de humedad es del 59%. Esto indica que los rollos logrados de una misma alfalfa, en el mismo corte y al mismo momento de confección, pueden presentar una diferencia de un 10% más de calidad solo por confeccionarlos en distintos momentos.

Otro parámetro a considerar es la proteína bruta, ya que en los rollos elaborados con 19% de humedad es un 20% superior a cuando se confecciona con 13%. Esto es lógico, debido a que la parte de mayor valor nutritivo de la planta es la hoja y es la fracción que más se pierde en el trabajo.

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 Materia Seca 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 3).

Por ejemplo, cuando la rotoenfardadora se configuró a 180 Bar de presión, trabajó henificando 24 kg/m³ más de densidad que cuando lo hizo con 110 Bar, permitiendo henificar 14% más de forraje en la misma unidad de volumen.

De esta forma, cada 9 rollos que realicemos a 110 Bar, necesitamos hacer 8 a 180

Tabla 2: Resultados de análisis de calidad de rollos

Muestra	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	Dig (%)	C.E	Cz (%)
Rollo 13% Humedad	87,2	15,93	58,99	41,27	59,12	2,13	9,93
Rollo 15% Humedad	84,9	18,14	57,79	39,39	60,42	2,18	10,59
Rollo 18% Humedad	82,7	19,02	52,86	34,93	63,52	2,29	10,24
Rollo 19% Humedad	81,1	19,19	51,5	32,12	65,47	2,36	10,11

Tabla 3: Registros de peso, medidas, volúmenes y densidades de la materia seca henificada a distintas presiones de compactación

Presión (Bar)	Peso (Kg)	Medidas (m)	Volumen (m³)	Densidad (Kg/m³)
110	473	1,71 x 1,2	2,76	171,64
140	483	1,71 x 1,2	2,76	175,27
170	523	1,71 x 1,2	2,76	189,78
180	533	1,70 x 1,2	2,72	195,69

Bar, lo que permite afirmar que al incrementar la cantidad de pasto por unidad de volumen (kg/m³), 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 momento de la confección (Figura 30), sino que influye sobre su hermeticidad a las lluvias durante la etapa de almacenamiento.

Tal como puede observarse en la figura 30, 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/m³), se disminuye la pérdida de hoja por un menor sobre amasa-

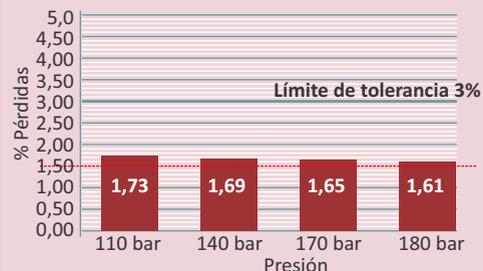


Figura 30: Pérdidas por cámara en Rotoenfardadora, en función de la presión de compactación

do 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%, esta 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 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. (Figura 31).

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 confeccionaron 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

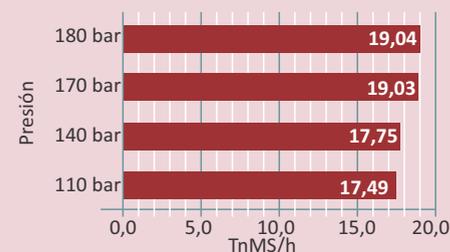


Figura 31: Capacidad de trabajo de la rotoenfardadora a distintas presiones de compactación

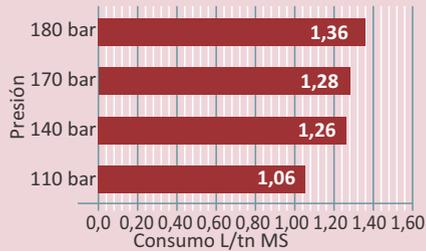


Figura 32: Consumo de combustible en Rotoenfardadora a distintas presiones de compactación

cada heno, logrando mayor capacidad de trabajo y menor pérdida de hoja en la periferia, que se produce cada vez que estas 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 materia seca de heno. Tomando de referencia el consumo efectuado al trabajar a 110 Bar, este se incrementó en 0,2 L/Tn. MS cuando trabajó a 140 Bar, 0,22 cuando lo hizo a 170 y 0,3 cuando lo realizó con la máxima presión. (Figura 32).

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.

Evaluación económica de productividad con dos condiciones de enrollado en la producción de carne

Productividad anual de la rotoenfardadora bajo diferentes condiciones de uso	
Trabajando con una presión de compactación (170Bar) y humedad de andana (18%)	Trabajando 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 kgMSD/h	MS Dig enrollada: 10.240 kgMSD/h
EM Rollos: 2,36 Mcal/kgMSD	EM Rollos: 2,10 Mcal/kgMSD
Mcal enrolladas/hora: 29469	Mcal enrolladas/hora: 21.504
Equivalente Carne: 1461 kg/h	Equivalente Carne: 1066 kg/h
Dif Productividad: 395 Kg carne/h	

Megaenfardadora: resultados, análisis y conclusiones

Humedad del forraje:

Los datos obtenidos demuestran que la megaenfardadora 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 tolerancia establecido por INTA Tecnoforrajés) cuando se trabajó con 13% de humedad.

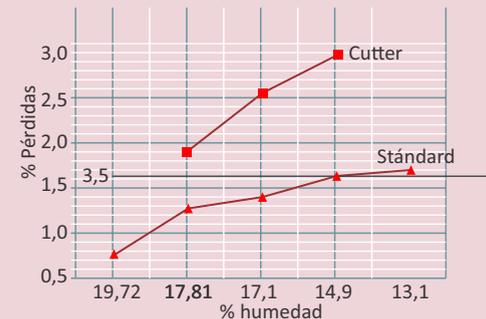


Figura 33: Pérdidas por cámara en Megaenfardadoras, en función de la humedad de la andana

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 incremen-

te 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 (Tabla 4).

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 (Figura 34).

Analizando las pérdidas al momento de confeccionar los megafardos a distintas humedades de andana, se puede afirmar que trabajando entre en un rango de humedad entre 18 y 13%, prácticamente no hay diferencias significativas en cuanto a los kilogramos de proteína bruta que se pierde por mega henificado. (Figura 35).

En el caso de la versión Cutter, se observa que a medida que se trabajó con andanas

con humedades cercanas al 13%, las pérdidas medidas en kilogramos de proteína bruta por mega henificado se incrementaron en 1,5% respecto a cuándo se henificó con valores cercanos al 17%.

Analizando la tabla 5, se observa que la digestibilidad obtenida a 16% humedad es del 62,6%, mientras que la obtenida a 13% de humedad es del 62,5%, por lo que los megafardos logrados dentro de esta ventana de confección no varían tanto en cuanto a su calidad. El mismo análisis

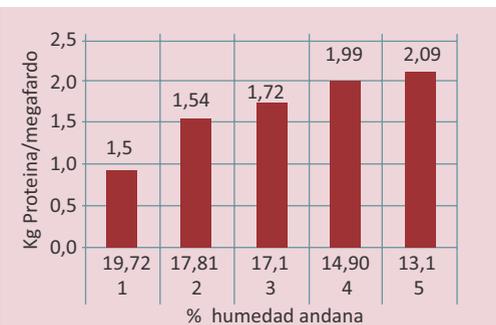


Figura 34: pérdidas de proteína por megafardo standard (Kg) según humedad de la andana

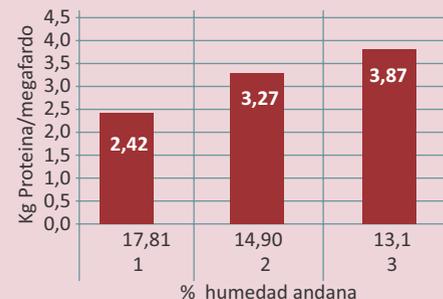


Figura 35: pérdidas de proteína por Megafardo Cutter (Kg) de fibra procesada según humedad de la andana

corresponde para la versión Cutter, la cual henificó en ambos casos forraje con 62% de digestibilidad.

Presión de trabajo

La megaenfardadora Standard a 250 Bar de presión trabajó con 16 kg/m³ más de densidad que cuando lo hizo a 190 Bar, permitiendo henificar el 6% más de forraje por unidad de volumen. En el caso de la versión Cutter, a 250 Bar henificó 15 kg/m³ 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, a 250 Bar de presión la primera logró henificar 5,15 kg/ m³ más (2% más por unidad de volumen) y a 190 Bar 6,75 kg/ m³ (3% más)(Tabla 6).

Tabla 4: Análisis de las pérdidas a nivel de cámara de compactación.

Muestra	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	Dig (%)	C.E	Cz (%)
Stándard 16% Humedad	84,5	14,97	51,5	32,12	65,47	2,36	25,28
Stándard 13% Humedad	84,1	25,39	52,94	32,82	64,98	2,34	24,51
Cutter 16% Humedad 87,08	25,11	52,6	29,34	67,40	2,43	24,62	
Cutter 13% Humedad 87,42	26,25	50,59	29,58	67,23	2,42	24,33	

Tabla 5: Resultados de análisis de calidad de megafardos

Muestra	MS(%)	PB(%)	FDN(%)	FDA(%)	Dig(%)	C.E	Cz (%)
Stándard 16 % Humedad	84,5	21,15	56,09	36,27	62,59	2,25	11,18
Stándard 13 % Humedad	84,1	19,89	55,44	36,35	62,53	2,25	9,73
Cutter 16 % Humedad 87,08	19,98	55,03	36,49	62,44	2,25	11,35	
Cutter 13 % Humedad 87,42	18,1	54,35	37,32	61,86	2,23	10,39	

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.

En las megaenfardadora, tanto Standard como Cutter, al incrementar la presión de compactación no existen diferencias sig-

nificativas en cuanto a un incremento en la capacidad de trabajo pero si 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 (Figura 36).

En cuanto el consumo de combustible, cuando la megaenfardadora trabajó a 190 Bar con el procesador de fibra activado gastó 0,28 litros/tn MS más de gasoil que cuando no proceso la fibra, y a 250 Bar consumió 0,4 l/tn MS más por henificar con el Cutter activado. Si a estos datos los expre-

Tabla 6: Registros de peso, medidas, volúmenes y densidades de la materia seca henificada a distintas presiones de compactación

Máquina	Presión (Bar)	Peso (Kg)	Medidas (m)	Volumen (m³)	Densidad (Kg/m³)
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

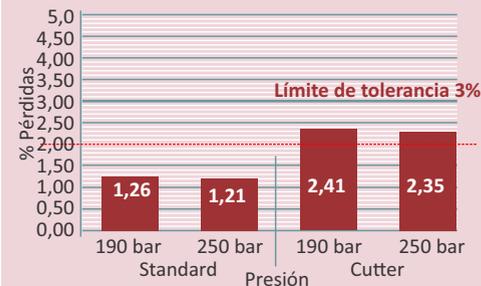


Figura 35: Pérdidas por cámara en función de la presión de compactación.

samos en porcentaje, se puede indicar que la megaenfardadora Cutter consumió un 27% más de gasoil (Figura 37).

Debe destacarse que en este comparativo de la megaenfardadora Standard y Cutter, se registró el dato de consumo con el mismo tractor.

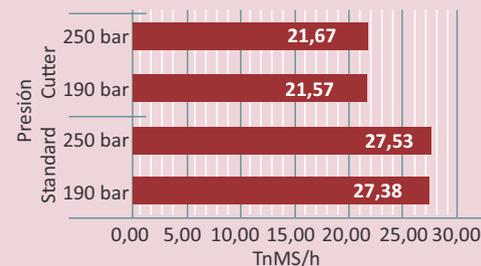


Figura 36: Capacidad de trabajo de megaenfardadoras standard y Cutter a distintas presiones de trabajo

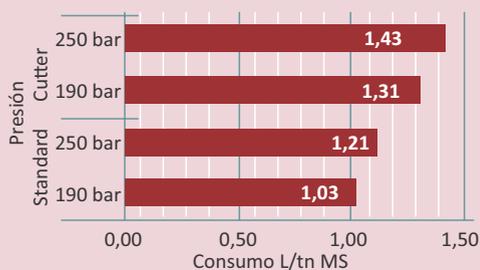


Figura 37: Consumo de combustible de megaenfundadoras standard y Cutter a distintas presiones de trabajo

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%.

Uso de la fibra

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 debe 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.

El largo promedio del material varía entre 7 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 250 kg), llegando a obstruirlo.

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.

Pérdidas por recolector:

Se destaca que las tres máquinas trabajaron con un nivel de pérdidas por recolector inferior al 1%, lo cual indica que al henificar con una regulación correcta de este órgano no se influyó significativamente el nivel de pérdidas.

Bibliografía:

- AGCO Argentina SA. (2011). Manual del operador rotoenfundadoras. Publicaciones técnicas AGCO Argentina SA. Buenos Aires, Argentina.
- AGCO Argentina SA. (2011). Manual del opera-

dor enfardadoras prismáticas gigantes. Publicaciones técnicas AGCO Argentina SA. Buenos Aires, Argentina.

AGCO Corporation. (2011). Challenger Product guide v2 2011. AGCO Corporation. River Green Parkway, USA.

AGCO Corporation. (2014). Challenger Product guide v2 2011. AGCO Corporation. River Green Parkway, USA.

Bragachini, M.; Cattani, P; Gallardo, M; Peiretti, J. (2008). Forrajes conservados de alta calidad y aspectos relacionados al manejo nutricional. EEA Manfredi.

Bragachini, M; Peiretti, J. Sánchez, F. (2013). Nuevas tecnologías de Henificación: Megaenfundadoras. INTA EEA Manfredi.

Bragachini, M; Cattani, P; Ramirez, E; Ruíz, S. (1996). Ensayo comparativo entre enfardadora prismática de fardos gigantes y una rotoenfundadora de última generación. INTA PROPEFO

Gaggiotti, M. (2008). Tabla de Composición Química de Alimentos para Rumiantes. INTA EEA Rafaela.

Juan, N; Romero, L; Bruno, O. (1995). La alfalfa en Argentina. INTA C.R. Cuyo, cap 9, pp 173-192.

Russell, J. R., S. J. Yoder y S. J. Marley. (1990). The Effects of Bale Density, Type of Binding and Storage Surface on the Chemical Composition, Nutrient Recovery and Digestibility of Large Round Hay Bales. Animal Feed Science and Technology. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. 29. pp: 131-145.



Participantes del Ensayo:

Ing. Agr. Federico Sánchez (INTA Manfredi), **Ing. Agr. Gastón Urrets Zavalía** (INTA Manfredi),
Ing. Agr. Juan Giordano (INTA Rafaela), **José Peiretti** (INTA Salta),
Julio Iñon Díaz (Agco Argentina S.A).
 Edición: **Mauro Bianco Gaido** (INTA Manfredi)

Base ejecutora:

INTA EEA Manfredi - Tel. 03572 - 493093
 eeamanfredi.cosecha@inta.gov.ar
 www.cosechaypostcosecha.org
 www.inta.gov.ar

Se agradece la colaboración de **Sergio E. Di Benedetto** (Gerente de ventas y marketing Massey Ferguson – Agco América del Sur), **Pablo Gallo** (Agromecánica Calchin S.A), **Gustavo Dealbera** (Alfacal S.A), **Jorge Bolatti** (Pellfood), **Santiago Abrate** (Unv. Nacional de Córdoba– FCA); **Sebastián Frutos** (Unv. Nacional de Villa María– FCBA); **Silvina Gassmann** (Unv. Nacional de Villa María– FCBA)

Este informe fue realizado gracias al trabajo en conjunto de:



Programa Nacional - AGROINDUSTRIA Y AGREGADO DE VALOR

Proyecto Integrador 1: Procesos Tecnológicos para Agregar Valor en Origen en forma Sustentable

Coord. Ing. Agr. M.Sc. Mario Bragachini

Proy. Específico 2: Tecnologías de agric. de precisión para mejorar la eficiencia de la producción agropecuaria

Coord. (Int) Ing. Agr. M.Sc. Fernando Scaramuzza

Modulo 3: Tecnologías para el manejo sustentable de los procesos de cosecha de granos, forrajes conservados y cultivos industriales

Coord. Ing. Agr. Federico Sánchez

Recomendaciones de manejo para lograr henos de alta calidad

1. Recordar que el objetivo es **secar rápidamente el material y cuidar la hoja a lo largo de todo el proceso de henificación**
2. **Pastura:** cuidar la calidad de semilla, genética, densidad de plantas, control de malezas, plagas y enfermedades.
3. **Momento óptimo de corte:** efectuar el mismo cuando el rebrote basal alcance los 5 cm de altura. Evitar cortar pasado dado que el **70%** de la calidad depende del momento fenológico de corte.
4. Cambiar definitivamente los sistemas de corte tipo hélice por el de **segadoras**, que ofrecen corte neto y con menor pérdida por repicado.
5. **Cortar el forraje** a una altura uniforme de **6 cm**, a la mañana temprano después de levantado el rocío, para aprovechar al máximo las horas de sol y acelerar su secado.
6. Trabajar con **cuchillas bien afiladas**, cortando solamente la cantidad de forraje que se pueda recolectar en óptimas condiciones de una jornada de trabajo.
7. Adoptar el **uso de los acondicionadores mecánicos** incorporados a las segadoras de discos para acelerar la pérdida de humedad, adelantar el momento de confección y lograr mayor calidad.
8. **Rastrillar** cuando el forraje contenga entre **35 y 40%** de humedad trabajando en la misma dirección del corte.
9. **Regular altura del rastrillo** evitando que los dientes aporten tierra y resto de broza del corte anterior a la andana, sin sobrepasar velocidades de avance de **8 km/h**.
10. Confeccionar **andanas en forma y volumen uniforme**, de entre 3 y 5 kg/m lineal.
11. **Rotoenfardadoras:** henificar el forraje con una humedad que nunca supere el **20%** pero que tampoco sea inferior al **13%**, determinando esos puntos con humidímetro.
12. **Megaenfardadoras:** henificar con humedades de entre **18% y 11%**.
13. Trabajar con la **máxima presión** de compactación permitida por la máquina.
14. **Almacenar** los rollos pegados por sus caras planas, formando filas orientadas en la misma dirección de los vientos predominantes, lejos de los árboles y separadas entre sí, categorizándolos por calidades. Siempre colocar sobre pallets o postes y cubrir con algún tipo de cobertura.
15. **Estibar los megafardos** bajo galpón o tinglado. En caso de cubrirlos con lona, hacerlo 4 días después que estos hayan sido confeccionados para evitar la condensación de la humedad alrededor del plástico.

