

Ensayo comparativo de tecnologías de henificación

Evaluación de megaenfardadora con y sin procesador de fibra y rotoenfardadora de nueva generación

Resumen:

El objetivo de la evaluación fue evaluar la calidad de trabajo de dos sistemas de henificación comparando las prestaciones de una megaenfardadora New Holland BB9070 con una rotoenfardadora convencional New Holland 668. A su vez se evaluó en forma comparativa la megaenfardadora New Holland BB9070 actuando con el procesador de fibra henificada "CropCutter" y sin dicho procesador. La evaluación se realizó sobre un cultivo de alfalfa y la experiencia consistió en medir las pérdidas durante la confección del heno, la capacidad de trabajo y el consumo de combustible. Los resultados indican que la megaenfardadora posee una mayor capacidad de trabajo, menor consumo de combustible con un nivel de pérdidas inferior al de una rotoenfardadora. Al utilizar una megaenfardadora equipada con sistema de procesado de fibra se logran conformar henos con un largo de fibra menor comparado a enfardadoras que no cuentan con dicho sistema, pero con un aumento en el consumo de combustible, nivel de pérdidas en el proceso de elaboración y una disminución de la capacidad de trabajo.

Introducción:

En la última década la República Argentina, ha experimentado una marcada necesidad de producir forrajes de alta calidad, debido a la fuerte competencia que se ha producido con la agricultura por el recurso tierra, lo que obliga a la producción ganadera tanto de carne como de leche, a aumentar su eficiencia productiva. Esta realidad indica una necesaria adopción de tecnología relacionada a mejorar la cantidad y calidad de forrajes conservados, como una forma de lograr este aumento de la productividad, junto a un mayor uso de la suplementación en ganado de buena genética, a través del suministro de raciones en comederos.

En estos sistemas productivos, la herramienta más utilizada son los acoplados mixer, los cuales cumplen la función de mezclar, de manera homogénea cantidades controladas de distintos ingredientes, para obtener una dieta equilibrada que suministre los nutrientes requeridos por los animales.

En este camino, la tendencia es a crear patios de comidas donde se dispongan todos los ingredientes de la ración los cuales son cargados y mezclados en un mixer. Bajo estos lineamientos, la fracción de fibra de la ración que es aportada por el heno ya no puede ser suministradas colocando un rollo entero dentro de una aro metálico para que sea consumido ad libitum por los animales, sino que debe estar integrado dentro de la ración que se suministra con el mixer.

Frente al incremento en la adopción de megafardos que está experimentando nuestro país, el INTA PRECOP en convenio de asistencia técnica con New Holland, realizó un ensayo para conocer el desempeño de una megaenfardadora

Objetivo:

Conocer las prestaciones de una megaenfardadora New Holland 9070 CropCutter, una megaenfardadora New Holland 9070 sin CropCutter y una rotoenfardadora New Holland 668, en iguales condiciones de trabajo.

Objetivos específicos:

1. Conocer las pérdidas de cantidad y calidad de material en condiciones de ser henificado en los tres equipos, trabajando en condiciones similares.

2. Conocer el consumo de combustible, capacidad de trabajo, velocidad, densidad de los rollos y megafardos confeccionados y pérdidas que pueden ocurrir en iguales condiciones de almacenaje a campo.
3. Conocer la calidad de los rollos y de los fardos obtenidos de cada tratamiento durante el ensayo.

Materiales y métodos:

El ensayo se llevó a cabo en la localidad de Humberto 1° (Prov. de Santa Fe), en un lote de alfalfa pura variedad Trinidad 87 cuya superficie era de 10,8 ha. Esta pastura fue sembrada en forma convencional el 27 de marzo de 2012 con una densidad final de siembra de 24 kg/ha, la cual se logró implementado 2 siembras cruzadas 90°. 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). En la siguiente tabla se presentan los parámetros de calidad promedio del cultivo en pie:

Tabla 2: Calidad en pie del cultivo de alfalfa, sobre el cual se desarrolló el ensayo

Máquina	MS %	PB%	FDN%	FDA%	LDA%	EE%	Cz %
Planta en pie	26.31	23.62	38.22	23.29	7,52	2.48	9.82

El corte fue realizado el día 12 de diciembre de 2012 a partir de las 8:30 hs. El mismo se realizó cortando en forma casi de espiral, generando rincones con curvas amplias, para poder trabajar en andanas continuas con las máquinas henificadoras , evitando interrupciones en la alimentación durante el ensayo. Es importante aclarar que entre este corte y el anterior trascurrieron 28 días, debido a precipitaciones que lo postergaron dos o tres días; lo cual hizo que al momento de efectuar el mismo, el lote se presentara con un 40% de floración. Debido a ello, el cultivo poseía una mayor proporción de materia seca con menor digestibilidad, afectando el valor nutritivo del forraje.

El corte se efectuó con una segadora de arrastre New Holland H7450 (Figura 1) traccionada por un tractor John Deere 6414. El ancho de corte fue de 4,5 m, a una altura promedio de 7 cm, formando una andana de 2,30 m y su velocidad de trabajo fue de 21 km/h.

0



El Rastrillado se realizó el 14 de diciembre de 2012 desde las 8:15 a las 9:00 hs. Para este se utilizó un rastrillo estelar de entrega central autopropulsado desarrollado por Hijos de Daniel Tomatis S.A. (Figura 2). El mismo poseía un total de 20 estrellas, captando un ancho de 15 m, transformando tres andanas en una gavilla. La velocidad media de trabajo fue de 14 km/h, alcanzando una máxima de 17,9 km/h. En las

10,8 ha se formaron 9 lineales de gavilla, con un ancho promedio de 1,60 m. Para las tres máquinas se prepararon las mismas gavillas.

0



Figura 2: Rastrillo estelar de entrega lateral autopropulsado

El ensayo de henificación fue realizado el día 16 de diciembre del 2012, utilizando una rotoenfardadora de cámara variable New Holland 668, una megaenfardadora prismática New Holland BB9070 con CropCutter (configurada con 21 cuchillas de las 33 posible) y otra idéntica sin el CropCutter. Ambos modelos de enfardadoras prismáticas estaban provistos para mejorar su rodadura sobre el suelo, de un sistema con dos ejes independientes.

La rotoenfardadora New Holland BR780 fue traccionada por un tractor New Holland 7630; potencia a la TDP de 103 CV con 540 rpm; caja de cambios con 18 velocidades. Durante el ensayo se trabajó en C2 (marcha 14) a 1.900 rpm el motor.

La megaenfardadora BB9070 sin cropcutter trabajó con un tractor Pauny 280 A Evo; potencia a la TDP de 180 CV con 1000 rpm; caja de cambios con 5 velocidades de avance y 1 de retroceso que combinados con rango de alta y baja totalizan 10 velocidades de avance y 2 de retroceso. Durante el ensayo se trabajó en 1^{ra} en alta a 2.050 rpm.

La megaenfardadora BB9070 con cropcutter trabajó con un tractor Pauny 280 A Evo, similar al utilizado en la megaenfardadora sin procesador de fibra, que durante el ensayo trabajó en 1^{ra} en alta a 2050 rpm.

- **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.

Posterior al recolector de las megas enfardadoras y rotoenfardadora, se construyeron bandejas de lona con las dimensiones de los pisos, hasta 50 cm por detrás del final de las cámaras de compactación de cada henificadora. Por ello las pérdidas recolectadas en la mega enfardadora con CropCutter, se consideraron junto a las del resto de la cámara de compactación. Dichas perdidas 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 o fardos realizados.

- **Otras determinaciones:**

. En cada uno de los casos se tomó el tiempo que necesitó cada una de las máquinas para henificar 3000 m de gavilla, lo que luego se refirió a la cantidad de rollos o megafardos elaborados por cada máquina en esa distancia. A su vez se fueron tomando los tiempos parciales que requería cada máquina, para la elaboración de cada uno de los rollos y megafardos henificados.

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

En todos los casos para determinar el consumo de combustible, se partió con el tanque lleno y se trabajó henificando 3000 m de gavilla sin interrupciones. Posteriormente se llenaron los tanques de los tractores, determinándose la cantidad de gasoil consumido por cada equipo. Se debe hacer la observación que en el comparativo entre la rotoenfardadora y la megaenfardadora no se aporta un dato preciso de consumo energético, ya que los tractores utilizados durante la experiencia eran diferentes, con rodados distintos.

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 verificaron las distancias.

Por último, para determinar la densidad promedio del material compactado de cada máquina, se midieron y pesaron sobre una báscula cuatro rollos y cuatro megafardos con fibra sin procesar y cuatro con fibra procesada. Posteriormente se estableció por fórmula la densidad de trabajo.

- **Calidad del material confeccionado:**

Se determina por análisis de laboratorio, a través un muestreo de cada rollo y megafardo con o sin procesar su fibra. También se muestrearon las pérdidas por cámara de compactación de cada equipo, para establecer: materia seca (MS), fibra detergente ácido (FDA), fibra de detergente neutro (FDN), proteína bruta (PB) y Cenizas (Cz) de cada muestra.

Resultados:

Perdidas por recolector:

Las pérdidas, medidas en cada una de las clausuras de 3 m de largo, de las respectivas gavillas en las que se trabajaron las máquinas, arrojaron un promedio para la rotoenfardadora de 159 gr de MS, con lo cual si referimos ese dato a cada metro lineal de gavilla, podemos afirmar que las pérdidas promedios medidas a nivel de recolector fueron de 53 gr MS/m.

Las pérdidas ocurridas a nivel de recolector durante el trabajo de las megaenfardadoras BB9070, ascendieron en promedio a 104 gr MS por cada 3 metros lineales de gavilla. Estos valores indican que las pérdidas por metro de gavilla fue de 34,6 gr/m. Estos valores fueron idénticos tanto para la versión estándar como para la con CropCutter.

En forma paralela se tomó el peso de varias muestras de 2 m de andana 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 7,97 kg /MS como peso final, con un contenido promedio de materia seca del 87%. A modo de referencia se expresa este valor como 3,98 kg MS/m lineal de andana.

Las pérdidas a nivel de recolector en la rotoenfardadora, expresado como un porcentaje del total de material henificado, significan el 1,33% del total de la materia seca recolectada para la confección de un rollo, dado que este pesó en promedio 595,2 kg MS.

Las pérdidas del recolector para ambas versiones de la Megaenfardadora, expresado como porcentaje del material recolectado, indican un 0,87%, de pérdida de materia seca recolectada para confección de fardos de 497,5 kg MS.

Pérdidas en cámara de compactación:

En el siguiente cuadro se muestran los valores promedios obtenidos en la recolección de pérdidas, realizadas en dichas cámaras durante la confección de 4 rollos (NH 668), 4 megafardos sin procesador de fibra (BB9070) y 4 megafardos con procesador de fibra (BB9070 CropCutter).

Tabla 3: Pérdidas a nivel de cámara de compactación.

Máquina	Peso húmedo (kg)	%MS	Peso Final (kg MS)
Rotoenfardadora 668	4,28	90,84	3,88
Mega BB9070	3,00	95,79	2,87
Mega BB9070 CropCutter	4,61	93,86	4,32

Es importante aclarar que en el caso de la medición de pérdidas en las megaenfardadoras, a pesar de estar totalmente forradas, el material que constituían las pérdidas no afectaba el normal desempeño de las máquinas (Figura 3). Del material recolectado se tomó una sola muestra una vez finalizada la confección de los 4 megafardos. El peso de la muestra única fue dividido por cuatro para estimar la pérdida promedio de los megafardos elaborados. En el caso de la rotoenfardadora, debido a que posee menor despeje del suelo la cámara de compactación, respecto de las megaenfardadoras; luego del atado de cada rollo, se procedía a la extracción del material captado por la bandeja diseñada para tal fin (foto 4).

El porcentaje de pérdida promedio originado por la cámara de compactación de la rotoenfardadora fue de 0,65%, respecto de un peso promedio de 595,2 kg MS en sus rollos; mientras que en la megaenfardadora sin procesador de fibra, su pérdida fue de 0,57%, para un peso promedio de 497,5 kg MS de sus prismas. Por último, la megaenfardadora equipada con CropCutter, su pérdida promedio fue del 0,92%, respecto de un peso promedio de 465 kg MS.



Figura 3: medición de pérdidas en cámara de compactación en megaenfardadora BB9070 con y sin CropCutter.



Figura 4: medición de pérdidas en cámara de compactación en rotoenfardadora New Holland 664.

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

Máquina	MS %	PB%	FDN %	FDA %	LDA %	EE%	Cz %
Rotoenfardadora	90,84	21,08	35,95	24,43	10,03	1,85	21,84
Mega BB9070	95,79	20,41	27,59	20,61	11,29	1,71	25,65
Mega BB9070 CropCutter	93,86	21,31	32,31	22,51	9,31	2,26	20,83

En cuanto a las pérdidas que se ocasionaron durante la confección, en las tres máquinas evaluadas, la fracción vegetal recogida estaba constituida por brotes y hojas de alto valor nutritivo, dado que dicho material poseía en su composición valores que rondan el 21% de proteína bruta (PB), contrastando con los valores promedios de 18 -19 % que se obtuvieron en el muestreo de los rollos y megafardos confeccionados.

NOTA: Se aclara que, durante la prueba las máquinas no trabajaron en forma simultánea. La rotoenfardadora comenzó a trabajar a las 9 de la mañana sobre una gavilla que poseía en promedio 83,5% MS. Luego, a las 10 de la mañana, henificó la Megaenfardadora 9070 CropCutter sobre un material con 89,47 % de MS. El último turno fue para la Megaenfardadora 9070 sin procesador de fibra, la cual inició su tarea a las 12:00 en una gavilla con 91% de MS.

Estos datos deben considerarse dado que bajo estas circunstancias de trabajo, la rotoenfardadora trabajó con una humedad de confección de 16,5% (cerca de un óptimo del 18%); mientras que las megaenfardadoras trabajaron con una humedad cercana al 10 %, lo cual es un hecho relevante porque produce un incremento en las pérdidas de hojas, disminuyendo por consiguiente la calidad del material henificado.

Pérdidas totales:

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 149,54 m para la confección de un rollo y las pérdidas por recolector en la **rotoenfardadora** fueron un total de 7,92 kg de forraje; ello equivale a un 1,33% del total del material henificado por rollo. Si a este dato le sumamos las pérdidas por cámara, las cuales representan un 0,65% de material henificado por rollo, **las pérdidas totales representan un 1,98% de material de excelente calidad que no logra henificarse.**

En el caso de la **megaenfardadora, sin procesador de fibra**, para la confección de un fardo fueron necesarios 125 m de gavilla, lo que produjo un total de pérdidas por recolector de 4,33 kg (0,87% del total del material recolectado) para la confección de un fardo. Los valores de pérdidas por cámara para esta máquina fueron de 0,57%, lo que se traduce en un **1,44% de pérdidas totales.**

En la **megaenfardadora con CropCutter** (procesador de fibra), para la confección de un fardo fueron necesarios 116,83m de gavilla, lo que representa un total de pérdidas por recolector de 4,04kg MS (0,87%) del total del material recolectado para la confección de un fardo. Los valores de pérdidas por cámara para esta máquina fueron de 0,92%, lo que se traduce en un **1,79% de pérdidas totales.**

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 y megafardos 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 5.

Tabla 5: Registro de distancia, tiempos y cantidad de henos elaborados por cada máquina. Capacidad de trabajo expresada en unidades elaboradas por minuto y en Toneladas de MS por hora.

Máquina	Distancia (m)	Tiempo de trabajo (min)	Unidades henificadas	Tiempo/rollos o fardos	Tiempo/tn MS	Rollos o fardos /min.	Tn MS/hora
Rotoenf. 668	2550	39,87 min	16 rollos	2,49 min/rollo	4,2 min	0,4	14,3
Mega BB9070	3140	18,95 min	25 megafardos	0,76 min/megafardo	1,5 min	1,3	40
Mega BB9070 CropCutter	3090	22,7 min	22 megafardos	1,03 min/megafardo	2,2 min	1	27,3

Comparativamente se puede afirmar que la que la capacidad de trabajo de la Megaenfardadora BB9070 Estándar, respecto de la Rotoenfardadora 668, fue un 64,2% más eficiente en procesar cada Tn de MS henificada, por hora de trabajo.

Por otra parte comparativamente la capacidad de trabajo de la Megaenfardadora BB9070 Estándar fue un 31,7% más eficiente, que la Megaenfardadora BB9070 CropCutter en procesar cada Tn de MS henificada, por hora de trabajo.

Velocidad de trabajo promedio:

En la tabla 6, se pueden apreciar las distancias y tiempos empleados totales durante la elaboración de las reservas por cada uno de los equipos intervinientes.

Tabla 6: Velocidad de trabajo de los diferentes equipos.

Máquina	Distancia recorrida (m)	Tiempo demandado (minutos)	Velocidad Promedio (km/h)
Rotoenfardadora 668	2.550	39,52	3,87
Mega BB9070	3.140	18,57	10,14
Mega BB9070 CropCutter	3.090	22,42	8,28

La megaenfardadora transitó el lote a una velocidad media de 12,4 km/h para producir el llenado de su cámara, siendo 6,27 Km/h más rápida que la Megaenfardadora BB9070 Estándar; pero es importante aclarar que también estuvo detenida para realizar el atado y expulsión de cada uno de los 16 rollos confeccionados. Para éste ensayo, el tiempo promedio para producir el llenado de la cámara fue de 65 seg/rollo, el atado 58 segundos y para su expulsión de 11 segundos.

Cabe destacarse que durante el trabajo de henificación, las megaenfardadoras no se detienen para atar y expulsar los megafardos; siendo éste uno de los determinantes de su mayor eficiencia de proceso, por tiempo de trabajo.

Si comparamos el trabajo de la megaenfardadora con y sin procesador de fibra, la segunda henificó a una velocidad promedio 1,86 km/h más rápida que con el CropCutter (21 cuchillas) activado. Esto se traduce en un 22% más de velocidad de trabajo.

Consumo de combustible:

Se determinó en forma ininterrumpida el consumo de cada tractor para henificar las distancias indicadas en el cuadro 6, para cada uno de los tratamientos. Finalmente, 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 el cuadro 7.

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

Máquina	DiselOil (l)	MS henificada (kg)	Consumo DiselOil l/tn MS
---------	--------------	--------------------	--------------------------

Rotoenfardadora 668	11	9.225	1,19
Mega BB9070	7,35	12.438	0,59
Mega BB9070 CropCutter	13,5	10.230	1.31

La diferencia de consumo de Diésel a favor de la Megaenfardadora Standard, en relación al consumo de la rotoenfardadora para la confección de una tonelada de materia seca de heno, es de 0,6 litros, lo que expresado en porcentaje indica que la megaenfardadora Standard consumió el 50% menos de combustible. En este comparativo estamos tomando el dato de consumo de tractores de diferente marca, potencia y antigüedad, dado que cada implemento posee requerimientos diferentes, con lo cual este dato se debe tomar solo a modo de referencia.

Mientras que si comparamos la megaenfardadora utilizando el procesador de fibra vs. la mega Standard, el consumo de combustible se incrementa en 0,72 litros para henificar una tonelada de MS trozada, lo cual representa un aumento del 122%.

En el caso del comparativo ente la megaenfardadora sin procesador de fibra vs. CropCutte, se utilizó el mismo tractor Pauny Evo 280A.

Densidad de compactación:

La megaenfardadora Standard, trabajó con 75,9 kg/m³ más de densidad que la rotoenfardadora, permitiendo henificar el 45% más de forraje por unidad de volumen.

En el comparativo entre las dos variantes de megaenfardadoras, cuando se utiliza el procesador de fibra CropCutter, se henifica un 6,5% menos de MS (15,8 kg MS).

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

Máquina	Medidas (m)	Volumen (m ³)	Peso Seco (kg)	Densidad (kg/m ³)
Rotoenfardadora 668	1,72 diámetro x 1,56 ancho	3,59	595,2	165,8
Mega BB9070	2,45 largo x 1,20 ancho x 0,7 alto	2,058	497,5	241,7
Mega BB9070 CropCutter		2,058	465,0	225,9

Análisis de calidad nutritiva:

A continuación se presentan en la Tabla 9, los resultados de laboratorio de análisis de calidad de los rollos y megafardos confeccionados, los cuales fueron muestreados representativamente.

Tabla 9: resultados de análisis de calidad.

Máquina	PB%	FDN %	FDA %	LDA %	EE%	Cz %
Rollo	18,7	41,4	30,04	8,16	1,81	9,59
Megafardo	18,9	41,6	30,00	8,30	1,83	9,71
Megafardo fibra procesada	17,8	42,9	29,12	13,55	1,92	10,96

En primera instancia no se observa diferencias significativas de calidad, entre los resultados del análisis de laboratorio de las muestras obtenidas tanto del rollo como del megafardo, pero si se pone en consideración que la rotoenfardadora trabajó con una humedad de gavilla óptima, cercana al 20%, y que la megaenfardadora lo hizo con 10,5 % de humedad, donde el material presentaba una altísima susceptibilidad a perder hojas produciendo una baja en el contenido de proteína y aumento en los valores de fibra.

Si comparamos el valor de los resultados del muestreo del megafardo con fibra larga respecto al megafardo con procesador de fibra; si bien en general no se observan diferencias significativas, pero tomando como parámetro los valores de proteína bruta (%PB), se produjo una merma de alrededor de 1%, cuando se utilizó el sistema de procesado de fibra.

También se analizó con el separador de partículas “PennStates”, los largos de fibra obtenidos en muestras, de los henos de cada tratamiento. Sus resultados están resumidos en la Tabla 10.

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

TRATAMIENTO	Rotoenfardadora NH 664	Megaenfardadora BB 9070	Megaenfardadora BB 9070 CropCutter (22 cuchillas)
% FRACCIÓN > 19 mm	70	74	60
% FRACCIÓN > 8mm	18	17	20
% BANDEJA CIEGA	12	9	17
Long hebra prom. (cm.)	40 - 60	40 - 50	5 - 10 cm

Como principal diferencia se observa que, el contenido de la primer fracción del separador donde el largo de las fibras de la MegaenfardadoraCropCutter están entre 5 y 10 cm, mientras que cuando se utilizan sin procesador de fibra este largo fluctúa entre 30 y 60 cm. Esto indica 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, realizando una correcta ración para rodeos lecheros (Evaluación RotoenfardadoraYOMEL ZONDA, EEA. Manfredi 2011). Además no sería necesario durante la etapa de mezclado mantener sus placas de restricción colocados, mientras que con los rollos y megafardos de los otros tratamientos, 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 dinámométricas 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.















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 5%, por mayor cantidad de material generado por el procesado de la fibra con una mayor fragmentación del componente hoja y tallo, al igual que hojas finamente molida por el frotamiento de las correas que se producen dentro de la cámara de compactación de la rotoenfardadora, respecto de una megaenfardadora estándar.

Por otra parte, la muestra obtenida del megafardo con fibra procesada, presentó una diferencia del 9%, respecto al megafardo no procesado. Lo cual nos muestra una mayor cantidad de material molido como efecto del corte de la fibra.

Conclusiones:

En los siguientes cuadros se sintetizan la información obtenida en esta evaluación:

Tabla 11: Comparativo resumido entre la rotoenfardadora y la megaenfardadora.
(Referencias: verde: positivo y rojo negativo)

Parámetros	Rotoenfardadora NH 664	Megaenfardadora BB 9070
Pérdidasporrecolector		
Pérdidasporcámara		
Pérdidastotales		
Capacidad de trabajo		
Velocidadpromedio		
Consumo de combustible		
Densidad del heno		

























Calidad del heno		
Fraccionamiento del heno		
Costo de adquisición		

Tabla 12: Comparativo resumido entre la megaenfardadora con y sin procesador de fibra.
(Referencias: verde: positivo y rojo negativo)

Parámetros	Megaenfardadora BB 9070 estándar	Megaenfardadora BB 9070 CropCutter
Pérdidas por recolector	Similar	
Pérdidas por cámara		
Pérdidas totales		
Capacidad de trabajo		
Velocidad promedio		
Consumo de combustible		
Densidad del heno		
Calidad del heno		
Presentación y uso de la fibra		
Consumo de hp en mixer		

Las pérdidas por recolector, en el caso de la rotoenfardadora, son del 1,33% del total de materia seca recolectada para la realización de un rollo, mientras que para la megaenfardadora BB9070, tanto en su versión estándar como CropCutter son del 0,87%, por lo que la megaenfardadora pierde el 0,46% menos que la rotoenfardadora.

Se puede expresar que las megaenfardadoras, tanto en su versión con cutter como sin cutter, tuvieron un porcentaje de pérdidas de recolector, un 35% menor que la rotoenfardadora.

Siendo ambos recolectores de bajo perfil, se estima que esta diferencia de pérdida a favor de la megaenfardadora se debe a que el recolector de mayor ancho, trabajó mejor sobre la andana de 1,7 m de ancho. A su vez, en el caso de las megaenfardadoras, el recolector estaba diseñado con mayor número de dedos curvos, con reducido espacio entre ellos que favorecieron la recolección del material.

A modo de referencia se expresa que las máquinas trabajaron sobre una gavilla de 3,98 kg MS/m lineal de andana, valor que para un correcto trabajo de las rotoenfardadoras es aceptable y cercano a los 5-6 kg MS/m lineal recomendados (Bragachini 2008).

El ancho de gavilla formada por el rastrillo variaba desde 1,60 a 1,80 m, mientras que el ancho de la cámara de compactación de la NH 668 es de 1,56 m, lo cual le permitía una alimentación pareja a su cámara de compactación, generando rollos cilíndricos de correcta simetría. Pero cabe destacarse que en forma puntual, cuando el ancho de la andana era algo mayor o poseía “bollos” de pasto algo húmedo, originaba detenciones momentáneas en el recolector, para permitirle a la cámara de compactación incorporar este mayor volumen de pasto. Se debe señalar que la velocidad de avance promedio de la rotoenfardadora fue de 12 km/h.

En el caso de las megaenfardadoras, si bien no necesitan una densidad determinada para una adecuada alimentación dado que producen un llenado previo en la precámara antes de pasar a la cámara de compactación, es aconsejable por su alta capacidad, que trabaje con andanas de 6-7 kg MS. Pero debe destacarse que en el caso de estar equipada con CropCutter en funcionamiento, también se produjeron detenciones puntuales del recolector, como respuesta a una sobrecarga en el sistema de tracción del rotor del cutter. En éste caso trabajó a una velocidad promedio de avance de 8,4 km/h, mientras que cuando lo hacía la megaenfardadora sin cutter, su velocidad promedio fue de 8,6 km/h.

Por el trabajo observado durante la evaluación, se recomienda que cuando se trabaja con rotoenfardadoras o megaenfardadoras con procesador de fibra, se debe rastrillar con valores de humedad cercanos al 30% 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 son utilizados para juntar andanas rastrillos estelares, 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; éste hecho permite engavillar con mayor humedad, sin generar éstas puntuales sobrecargas de pasto.

Las pérdidas a nivel de cámara de compactación de la rotoenfardadora fueron del 0,65%, mientras que la de la megaenfardadora fue de 0,57%. Esto indica que la BB9070 pierde el 0,08% menos que la rotoenfardadora a nivel de cámara de compactación. Recordar que la rotoenfardadora trabajó sobre un material con 20% de humedad y la megaenfardadora sobre 10% de humedad.

La megaenfardadora CropCutter tuvo pérdidas a nivel de cámaras del 0,92%, con lo cual al utilizar el procesador de fibra con 21 cuchillas sobre un alfalfa con 10% de humedad, las pérdidas se incrementaron en un 0,35%

Los datos presentados demuestran que la Rotoenfardadora, trabajando en mejores condiciones de henificación (gavilla de 83% MS), pierde 0,54% más que la megaenfardadora trabajando sobre un material con 90 % de MS.

A su vez, en el caso de las megaenfardadoras, al trabajar con procesador de fibra se incrementa sus pérdidas en un 0,35% sobre material en similares condiciones

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, ya sea de enrollado o enfardado, sufre un movimiento en el cual libera gran parte de la fracción tierra con el que está contaminado en la gavilla.

En base a este análisis de calidad se puede afirmar que el material recolectado como pérdida, en las tres máquinas evaluadas es de gran calidad, pero posee un 20% o más de elementos minerales extras, que no deberían ser considerados como pérdidas.

Respecto a las pérdidas totales los datos presentados demuestran que la Rotoenfardadora, trabajando en mejores condiciones de henificación (gavilla de 83% MS), pierde 0,54% más que la megaenfardadora trabajando sobre un material con 90 % de MS.

A su vez, al trabajar con procesador de fibra, la megaenfardadora incrementa sus pérdidas en un 0,35% sobre material en similares condiciones.

En general los porcentajes de pérdidas del heno de alfalfa producidos, tanto por el recolector como por las cámaras de compactación, son bajos en los tres tratamientos; dado que en ninguno de los casos superan el 4%, el cual es el valor de tolerancia de pérdidas según lo expresa Koegel y colaboradores en ensayos sobre pérdidas en rotoenfardadoras realizados en 1985 en Estados Unidos.

En relación a la capacidad de trabajo, la diferencia entre el tiempo que demoró la rotoenfardadora en henificar una tonelada de forraje y la megaenfardadora sin procesador de fibra es de 2 min 40 seg, por lo que se puede afirmar que la megaenfardadora demoró 63% menos que la rotoenfardadora. Trabajando ambas sobre gavillas de la misma arquitectura y con la misma densidad, esto se debe a que la megaenfardadora no necesita detener su marcha para expulsar el material confeccionado.

Al utilizar el procesador de fibra con 21 cuchillas, el tiempo para enfardar una tn de MS se incrementó en 42 segundos, por lo cual la Megaenfardadora BB9070 CropCutter demoró 32% más que la mega estándar.

La megaenfardadora (sin procesador de fibra) trabajó 6,27 Km/h más rápida que la rotoenfardadora, lo cual indica que posee un 162% más de velocidad de trabajo. Es importante aclarar que si bien la

rotoenfardadora transitó el lote a una velocidad media de 12,4 km/h para producir el llenado de su cámara, también estuvo detenida a 0 km/h para realizar el atado y expulsión del rollo.

Si comparamos el trabajo de la megaenfardadora con y sin procesador de fibra, la primera henificó a una velocidad promedio 1,86 km/h más rápida que con el CropCutter (21 cuchillas) activado. Esto se traduce en un 22% más de velocidad de trabajo

La diferencia de consumo de gasoil a favor de la Megaenfardadora en relación al consumo de la rotoenfardadora para la confección de una tonelada de materia seca de heno es de 0,6 litros, lo que expresado en porcentaje indica que la megaenfardadora consumió el 50% menos de combustible.

Si comparamos la megaenfardadora utilizando el procesador de fibra, el consumo de combustible se incrementa en 0,72 litros para henificar una tonelada de MS, con lo cual el consumo se ve incrementado en un 122%.

La megaenfardadora trabajó con 75,9 kg/m³ más de densidad que la rotoenfardadora, permitiendo henificar el 45% más de forraje por unidad de volumen. La mayor densidad de la megaenfardadora posibilita disminuir gastos de flete y cobertura, ya que el megafardo contiene mayor cantidad de materia seca por unidad de volumen.

En el comparativo entre las dos variante de megaenfardadoras, cuando se utiliza el procesador de fibra CropCutter, se henifica un 6,5% menos de MS (15,8 kg MS).

Bibliografía

- Gallardo, M. 1° Congreso de Valor Agregado en Origen. Alfalfa: Valor Agregado para realizar las dietas de los sistemas ganaderos más exigentes. Pag 164. EEA Manfredi. 2012.
- 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.
- Bragachini, M; Giordano, J; Peiretti, J; Sánchez, F. Ensayo de rotoenfardadora Yomel Zonda C155. INTA EEA Manfredi. 2011.

Informe de ensayo comparativo de tecnologías de henificación elaborado por INTA PRECOP en asistencia técnica con New Holland Argentina.

Participaron del Ensayo: Ing. Agr. Ing. Agr M. Sc. Mario Bragachini (INTA Manfredi), Ing. Agr. José Peiretti (INTA Manfredi), Ing. Agr. Federico Sánchez (INTA Manfredi), Ing. Agr. Juan Giordano (INTA Rafaela), Gustavo Marconetti (New Holland Argentina), Facundo Tomatis (Hijos de Daniel Tomatis S.A), Jorge Mana (Mana Servicios S.A.)