Evaluación de distintos tipos de mixers en función de su capacidad operativa para el proceso de la fibra

Introducción.

Para obtener mayor estabilidad ruminal, lo ideal sería suministrar una dieta balanceada con todos los ingredientes uniformemente mezclados, entregada en determinados momentos del día. Para ello es necesaria la utilización de acoplados mezcladores o mixers que permiten a través de la balanza electrónica, conocer cuánto se carga de cada uno de los componentes de la formulación, como así también la cantidad suministrada de acuerdo al consumo estimado y al tipo de rodeo.
Para vacas de alta producción o en transición a la lactancia, es importante equilibrar las dietas con un adecuado suministro de fibra larga (fibra efectiva), por dos razones esenciales:

1. Se estimula la rumia y de esa forma la producción de saliva, la cual ejerce un efecto buffer en el rumen (neutralización del pH).
2. Se disminuye la velocidad de pasaje del alimento finamente trozado, a través de una porción grosera de material sobre nadante a nivel ruminal (filtro), para que las bacterias tengan más tiempo de atacar el sustrato y lograr así una mejor fermentación.

Por estas razones resulta conveniente incorporar heno (fibra), a la ración en cantidades y calidades (físicas y químicas) perfectamente controladas, en función a las necesidades del grupo de vacas.

Caracteres de calidad física y química de la fibra:
La característica que hace referencia a la calidad física de la fibra es su **tamaño**, o sea el largo promedio que posee cuando se la suministra. En este sentido se las puede clasificar en corta (menor a 2 cm), media a larga (2 a 10 cm), y muy larga (mayor a 10 cm).
Cuando se hace mención de la calidad química de la fibra para que sea “efectivamente efectiva” se está haciendo referencia a la **digestibilidad.**
Los henos constituyen la fuente “clave” de *fibra efectiva* (FDNef) para la producción ganadera, permitiendo equilibrar las dietas en base a pastos frescos, TMR/PMR húmedas en base a ensilajes o con elevados niveles de

concentrados. Posibilitan lograr en estas dietas mejores texturas y palatabilidad, a la vez de proveer la fibra efectiva necesaria para un correcto funcionamiento ruminal.
En el caso de alfalfa, si se cosecha y procesa el forraje para conservar abundante hoja, será un insumo de alto valor proteico, disminuyendo la necesidad de proteína extra. Con tallos finos y tiernos al momento de la henificación será además un recurso de mayor valor energético ya que la fibra (FDN) tendrá alta digestibilidad ruminal y buen potencial de fermentación a ácidos grasos volátiles (fuente primaria de energía para el animal)

Niveles en las raciones y balance de dietas:
En rodeos de 25-35 l/vaca/día promedio anual, el heno debería representar una proporción constante, pero controlada, de la dieta de las vacas en ordeño (10 a 18 % de la MS total), principalmente para el grupo de mayor nivel de producción (+ 35 l/v/d). En vacas secas, vaquillonas y novillitos este recurso puede representar hasta el 70-80% de la MS total suministrada, en función de la calidad de heno, la época del año y los requerimientos nutricionales de la categoría. Para novillos en terminación con dietas muy altas en concentrados (> 75% granos), se sugiere incorporar entre 3 a 5% de heno trozado, para modular el rumen y evitar acidosis. (Gallardo, 2013)

Clasificación de los henos:
El heno es un método de conservación de forraje seco (menos de 20% de humedad) y **se puede clasificar de acuerdo a la estructura con que fue elaborado y el largo de fibra que presenta.**
Estas distintas formas de presentación de la fibra otorgan diferentes alternativas de uso e inclusión dentro de una ración, produciendo que la fibra según su presentación, se adecue a un tipo de mixer o a otro. En la Tabla 1, se describen los distintos tipo de alternativas de cómo se puede presentar el heno en nuestro país.

Tabla 1: Distintas alternativas de presentación del heno.

ESTRUCTURA	Presentación Fibra	Largo de fibra teórico
Rollo	Planta entera o Fibra muy larga	Desde 20 a + 60cm, depende de las condiciones del cultivo a henificar
	Fibra procesada con cutter de 7 cuchillas	Entre 15 y 25cm
	Fibra procesada con cutter de 14/15 cuchillas	Entre 7 y 15cm
Megafardo	Planta entera o Fibra muy larga	Desde 20 a + 60cm, depende de las condiciones del cultivo a henificar
	Fibra procesada con cutter dependiendo del número de cuchillas	Entre 7 y 4 cm según el número de cuchillas
Heno embolsado	Fibra procesada (picada)	De 2 a 5cm

Resulta entonces de gran importancia disponer de adecuados acoplados mezcladores para la elaboración y homogeneización de la dieta, resultando imprescindible que el mixer brinde al usuario confiabilidad a lo largo de su vida útil.
En nuestro país existen 78 empresas que producen e importan distintos modelos de mixers (Agro Propuesta, 2012), cuyos diseños y operatividad permiten formular raciones de variadas características (tamaño de partículas, textura del material, procesamiento de la fibra, tiempos de mezclado, operatoria de suministro, etc.).
A pesar de la gran cantidad de información que existe sobre el tema y las líneas de investigación desarrolladas alrededor de este tópico, está plenamente vigente el debate sobre si realmente existe un mixer que pueda considerarse universal e “ideal”.
Para un sistema de producción dado no existe un único modelo de mixer, y a su vez, cada uno de los diferentes modelos que se ofrecen en el mercado, puede adaptarse muy bien a distintos tipos de sistemas de producción (carne o leche) siempre que la operatividad y el protocolo de trabajo sean los adecuados. Un mismo modelo de

mixer que por ejemplo funciona muy bien en un determinado tambo, no necesariamente funcionará igual en otro; debido a las diferencias en los ingredientes utilizados, terreno a desplazarse, lugares de suministro y manejo operativo en general.

Los diferentes tipos de mixers se pueden clasificar en función de su capacidad de procesar la fibra y de los diferentes sistemas de trabajo; tal como lo muestra la Tabla 2.

Tabla 2: Clasificación de los mixers en función de su capacidad operativa de procesado de fibra y del sistema de mezclado. Fuente: Actualizado de Giordano, J. (1997).

POSIBILIDAD DE PROCESAR O NO LA FIBRA	SISTEMAS DE TRABAJO	OBSERVACIONES
Mixers desmenuzadores de rollos o fardos enteros y mezcladores de fibra muy larga	Trozado y mezclado con sinfín cónico vertical.	Sin limitaciones en el tipo y/o tamaño de rollo y/o fardo a desmenuzar (nac. e imp)
	Dos sinfines trozadores horizontales en la base y dos sinfines largos superiores.	Ídem anterior; modelos de gran capacidad, algunos autopropulsados con fresa frontal (importados)
	Un sinfín trozador-mezclador único.	Para rollos de gramíneas de hasta 1,4m de diámetro (importados)
Mixers desmenuzadores de porciones de rollos o partes de fardos y mezcladores de fibra muy larga	Sinfín trozador horizontal en la base y dos superiores (cortos o largos).	Pueden poseer mando con cajas de reducción o con cadenas y engranajes Su capacidad de proceso depende del tipo de muelas y tipos de contra cuchillas (nac. e imp)
	Molinete mezclador de tres a cinco palas longitudinales, con ayuda de dos sinfines laterales superpuestos (uno trozador y otro mezclador).	Procesan panes de heno previo descompactado (nac. e imp)
Mixers mezcladores de fibra pre cortada	Tres sinfines horizontales mezcladores.	Mezcla fibra de hasta 5 o 6 cm, pero la humedad de la ración no debe superar el 60% (nacionales)
	Tres ejes horizontales con paletas “pétalos” en disposición helicoidal.	Puede mezclar fibra de hasta 15cm de long. y la ración no debe superar el 60% de humedad (nacionales)
	Molinete mezclador horizontal de tres semi-palas, dispuestos con diferentes configuraciones.	Pueden mezclar raciones, con ingredientes tales como: melaza y/o subproductos húmedos de la industria alimenticia. (nac. e imp)
	Sistema de rastra giratoria periférica.	Mezcla todo tipo de subproductos y no altera el largo de la fibra del ensilaje. No disponible en el país.

La elección del tipo de mixer es fundamental, ya que de acuerdo al modelo pueden adaptarse mejor al tipo de ingrediente principal o básico de la dieta. Así, los mixers horizontales, como por ejemplo de 4 sinfines, con los dos inferiores provistos de cuchillas que trozan los forrajes en piezas finas, se adaptan muy bien a modelos de alimentación tipo feedlot, donde novillos en terminación, requieren grandes proporciones de concentrados dispuestos en una mezcla muy homogénea, conformada por partículas más pequeñas.

En cambio, para producción de leche las dietas deben estar formuladas con cantidades más elevada de fibra larga y seca, con límites mínimos y máximos variables, para promover el buen funcionamiento ruminal; evitar los problemas de “baja grasa en leche” y varias alteraciones metabólicas como la acidosis ruminal, el desplazamiento de abomaso, etc. Pero una dieta con más fibra a la vez debe poseer determinadas cualidades físicas de homogeneidad y textura (“esponjosidad”), para no alterar el consumo voluntario y propiciar demasiada selectividad en los comederos. En este caso los mixers más adecuados pueden ser los mixers verticales, los

cuales se adaptan muy bien a grandes volúmenes de forrajes, en especial para importantes cantidades de fibra larga y seca.

Objetivos.

Conocer la influencia de la configuración del heno de alfalfa (*medicago sativa l.*) en el desempeño operativo de diferentes acoplados mixers. de acuerdo a la capacidad operativa para procesar y mezclar fibra de cada uno de ellos, buscando obtener las reales prestaciones en cuanto a la cantidad máxima admitida de heno.

Objetivos específicos.

1. Conocer el desempeño de diferentes acoplados mixers en el procesado de la fibra henificada de alfalfa con diferentes estructuras de conservación.
2. Conocer datos operativos de distintos tipos de mixers al trabajar con diferentes tratamientos de fibras henificada de alfalfa: tiempo de desmenuzado y tiempo de mezclado.
3. Conocer las cantidades máximas de heno de alfalfa proveniente de rollos y megafardos que pueden admitir cada uno de los mixers.
4. Conocer el consumo de combustible en un mixer vertical que genera la elaboración de la ración utilizando henos de fibra procesada y henos de fibra entera.

Materiales.

El ensayo se llevó a cabo del 24 al 27 de Julio del 2013 en Estación Experimental Agropecuaria del INTA Manfredi, ubicación S 31° 51.564' WO 63° 44.213´(Provincia de Córdoba, Argentina).
Los equipos de mixer que se utilizaron fueron los siguientes:

- **<u>Mixer Vertical desmenuzador de rollos o fardos enteros y mezclador de fibra muy larga</u>: Montecor MV 14/1 con caja de alta y baja**

Figura 1: mixer vertical Montecor MV 14/1

Estos modelos de mixers permiten procesar un rollo o megafardo entero, sin ser desarmado previamente; solo es necesario retirar los hilos o red de la envoltura. Es apto para mezclar alimentos en base a 100% forraje seco o mezclas húmedas, siendo un equipo eficiente para preparar raciones con alta cantidad de fibra efectiva.
El mixer Montecor MV 14/1 posee un sinfín tronco cónico y 2 contracuchillas o frenos a la circulación de la fibra, colocados en la periferia inferior de la batea con regulación manual. Estos frenos pueden introducirse en mayor o menor medida dentro de la batea (tres posiciones), modificando la circulación del forraje frente al paso del sin fin, que está equipado con 10 cuchillas (Figura 2 y 3) en el borde de la hélice; produciendo el cortado de la fibra.

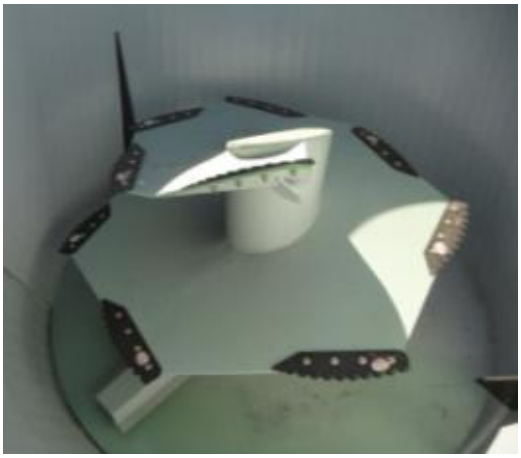

Figura 2: Sinfín troncocónico con 10 cuchillas y 2 contra-cuchillas distribuidos en la periferia inferior de la batea.

Figura 3: Detalle de cuchilla filo con onda. Fuente Ingersol.

Para favorecer el efecto de mezclado o trozado del material, opcionalmente este mixer puede estar equipado con una caja de 2 velocidades (Figura 4), la cual recibe la potencia generada por el tractor a través de la barra de mando y la transmite a un reductor epicicloide en baño de aceite (Figura 5). Esto brinda la posibilidad de utilizar una marcha lenta para trozado (20 rpm) si es necesario y una velocidad rápida para mezclado (35 rpm), con un tractor de 90 HP en lugar de los 120 que requiere la versión convencional sin caja reductora.

Figura 4: detalle de caja de velocidades.

Figura 5: detalle de reductor epicicloide.

Montecor provee además un modelo MV 14/1 HT, el cual cuenta en su caja reductora epicicloide, con engranajes satélites de menor número de dientes; logrando un torque mayor y permitiendo de éste modo, también el uso de tractores de 90hp. Esta última versión reemplaza el equipado con caja de cambio.
Durante la etapa de mezclado, en este tipo de mixer, en caso de contar con el largo de fibra deseado, puede retirarse los frenos periféricos, de manera tal que el material continúe girando sin modificarse sustancialmente la longitud de las hebras. De esta forma se otorga mayor velocidad para efectuar el mezclado, pero cabe aclararse que no se evita la fricción entre las partículas, con lo cual puede perderse fibra efectiva en silaje como el maíz, por efecto de excesivo tiempo de mezclado.

La descarga se realiza sobre el lateral derecho con un transportador a cadenas con placas imantadas (opcional) para retener metales como clavos, alambres, etc. Este dispositivo de descarga es accionado por un motor hidráulico e incorpora un sistema VRQ (válvula reguladora de caudal) para variar la velocidad según requerimiento. La inclinación del acarreador es regulable hidráulicamente desde el tractor, de la misma manera lo es la apertura y cierre de la compuerta. Esta apertura es la que libera el material mezclado y que junto con la velocidad del transportador determinan el flujo de forraje que se entrega en los comederos.
A mayor apertura de la compuerta se entregará mayor cantidad de forraje en los comederos, por lo cual es importante observar la regla que mide dicha apertura y dar indicaciones precisas para asegurar una cantidad exacta en el suministro. En forma automática al abrir la compuerta se activa el sistema de descarga.

Posee una balanza electrónica, la cual almacena en memoria una cantidad determinada de raciones, cada una de las cuales se puede confeccionar con varios ingredientes y descargar en rodeos diferentes, indicando con señales acústicas y/o visuales al operario la cantidad exacta de carga o descarga. Posee acumuladores por fórmula, rodeo y por producto. Función para visualizar remanente sobre el mixer y función para trasladar el mixer con el peso fijo en el display. Opcional: visor remoto idéntico al del monitor.

En la figura 6 se detallan medidas, peso y neumáticos, del modelo de mixer vertical MONTECOR **MV 14/1** utilizado para el ensayo.

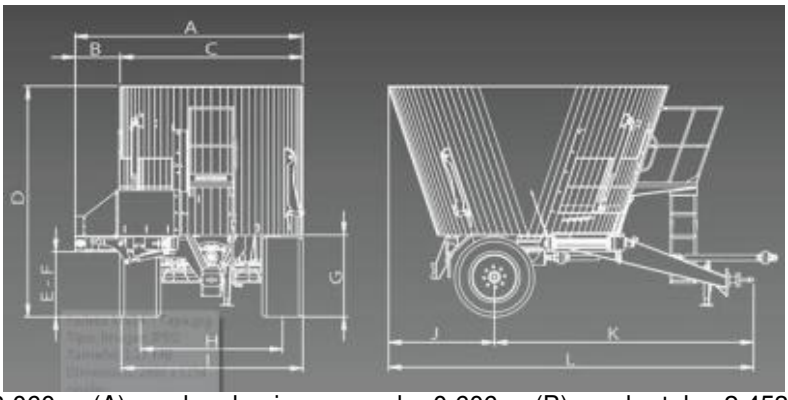

Figura 6: ancho total 3,060 m (A), ancho chasis acarreador 0,606 m (B), ancho tolva 2,453 m (C), alto total 3,1 m (D), despeje con acarreador desplegado 0,876 m (E), despeje con acarreador plegado 1,263 m (F), alto de piso a tolva 1,1 m (G), trocha 1,915 m (H), ancho exterior con neumáticos 2,445 m (I), largo de neumático a tolva 1,524 m (J), largo de neumático a lanza 3,385 m (K), largo total 4,909 m (L). Peso sobre el enganche de 600 kg, con un peso total vacío de 4.160 kg. Está equipado con neumáticos de alta flotación medida 550/45-22.5-16T. Fuente: Montecor.

Método.

La prueba con el **mixer vertical Montecor MV 14/1 con caja de alta y baja, desmenuzador de rollo/fardo entero y mezcladores de fibra muy larga** consistió en procesar en forma comparativa 3 rollos de fibra entera núcleo compacto de 450 kg, 3 rollos de fibra entera núcleo compacto de 615 kg, 3 rollos de fibra procesada con sistemas cutter núcleo duro de 450 kg y 3 rollos de fibra procesada con sistemas cutter núcleo duro de 615 kg.
En cada una de estas pruebas se midió el tiempo que demoró cada uno de los rollos en procesarse, hasta presentar un largo de fibra adecuado para realizar la carga de los demás ingredientes de la ración (silos, concentrados, etc.).
Durante el proceso se midió el consumo de combustible, mientras era accionado por un tractor Pauny 250 C.

Los rollos fueron colocados todos en forma similar tratando de lograr la máxima eficiencia durante la faz de su desarmado, apoyando la cara lateral (curva) contra el rotor (Figura. 24); de modo que al comenzar a circular dentro de la batea, se desenrolle haciendo el camino inverso al de confección, dentro de la rotoenfardadora.

Una vez colocado, se puso en funcionamiento el mixer a 1300 rpm del tractor (320 rpm TPP) sin las trabas puestas, durante tres minutos con el fin de deshacer la fibra ubicada en la periferia del rollo y sin hacer un gasto excesivo de potencia.

En el caso de los rollos con fibra larga y núcleo duro, luego de este proceso quedó la parte central, momento en el que se colocaron las trabas y en el que comenzó a procesarse la fibra a 1700 rpm del tractor (400 rpm TTP) como se observa en la Figura 25. Este efecto de corte es producido por las cuchillas sobre el material que es retenido por las contra-cuchillas.

Figura 24: forma en que se colocó el rollo para un eficiente uso de la potencia (Mainero 2012).

Imagen 25: Secuencia de desmenuzado del rollo durante la primera etapa.

Se realizó una segunda prueba donde se prepararon dos raciones idénticas conformadas por 325 kg de heno de alfalfa, 2.000 kg de silo de sorgo y 150 kg de grano de maíz partido.
La diferencia entre ambas raciones consistió en que en la primera el heno provenía de un rollo sin cutter y en la segunda provenía de un rollo elaborado con cutter.
Esta diferencia produjo que para incorporar el ingrediente heno en la primera ración, previamente hubo que procesar un rollo entero, para reducir el largo de fibra de 40/50 cm a 10/30 cm y poder incorporar el resto de los ingredientes. En el caso del rollo con cutter no fue necesario ningún proceso previo, dado que solo hubo que quitarle la red de atado, desarmarlo con la pala para formar un montículo de fibra y cargar dentro del mixer solo los 325 kg.
La segunda diferencia se presentó al momento de realizar la mezcla de todos los ingredientes. La fibra de la primera ración presentaba un largo de entre 10 y 30 cm, por los cual la mezcla hubo que realizarla con las trabas del mixer puestas para reducir a la mitad dicha longitud. En el caso del rollo con cutter, como ya presentaba el largo de fibra deseado para suministrar a los animales, solo se procedió a la mezcla, sin las trabas del mixer colocadas.

Para determinar el consumo de combustible, se inició el trabajo con el tanque lleno y se procesó cada uno de los rollos sin interrupciones. Posteriormente se llenó el tanque del tractor, determinándose la cantidad de gasoil consumido en cada rollo. Cada uno de los rollos fue previamente pesado.

Resultados.

En la tabla 3, se resumen los datos promedios de la evaluación comparativa del proceso realizado a rollos realizados con y sin intervención del cutter en la arrolladora.

Tabla 3. Resultados de la evaluación del consumos de combustible de un tractor, durante el desmenuzado y trozado de rollos de alfalfa, con y sin tratamiento de la fibra con cutter en un mixer vertical Montecor.

Tipo de heno	Rollo	Rollo/Cutter	Rollo	Rollo/Cutter
Presentación de la fibra	Fibra larga	Fibra procesada (entre 7 y 15 cm)	Fibra larga	Fibra procesada (entre 7 y 15 cm)
Peso de los rollos (kg)	450	450	615	615
Tiempo de proceso sin trabas (min)	3	3	3	3
Tiempo de proceso con trabas (min)	4	0	12	0
Tiempo de procesamiento total (min)	7	3	15	3
Consumo de Combustible (litros)	0,95	0,30	1,4	0,35
Consumo (litros/t)	2,11	0,67	2,27	0,57

En la tabla 4 se muestran los resultados promedios de la evaluación comparativa del consumo de dos raciones idénticas conformadas por 325 kg de heno de alfalfa, 2.000 kg de silo de sorgo y 150 kg de grano de maíz partido. En la primer ración el heno provenía de un rollo de fibra sin procesar mientras en la segunda la fibra se había procesado al momento de efectuarse el enrollado.

Tabla 4. Resultados de la evaluación del consumo de combustible de un tractor, durante la mezcla de una ración donde el ingrediente heno fue provisto por rollos de alfalfa con fibra larga trozada en mixer vertical y fibra procesada en rotoenfardadora.

Tipo de heno	Rollo	Rollo
Presentación de la fibra	Fibra larga trozada en mixer vertical	Fibra procesada en rotoenfardadora
Largo de la fibra (cm)	Entre 30 y 40	Entre 7 y 15 cm
Heno de alfalfa (kg)	325	325
Tiempo de procesado de la fibra (min)	8	0
Consumo de combustible para procesado de fibra (litros)	0,74	0
Largo de fibra antes de cargar resto de ingredientes (cm)	Entre 10 y 30	Entre 7 y 15
Silo de sorgo (kg)	2.000	2.000
Concentrado (maíz partido + balanceado) kg	175	175
Peso total de la ración (kg)	2.500	2.500

Tipo de heno	Rollo	Rollo
Tiempo de mescla sin trabas (min)	0	7
Tiempo de mescla con trabas (min)	10	0
Separador de partículas % FRACCIÓN > 19 mm	22	23
Separador de partículas % FRACCIÓN > 8mm	54	44
Separador de partículas % BANDEJA CIEGA	24	33
Long hebra prom. (cm.)	7 a 15	7 a 15 cm
Consumo de Combustible en la mezcla (litros)	0,9	0,6
Consumo de combustible en la mezcla (litros/t)	0,36	0,24
Consumo de combustible total (procesado + mezcla) litros	1,64	0,6
Consumo de combustible total (procesado + mezcla) litros/t	0,656	0,24

Conclusiones.

Este tipo de mixer por su sistema de trozado y mezclado con sinfín cónico vertical admite desmenuzar sin limitaciones rollos o megafardos de distintos tipos y tamaños.
En cuanto a la evaluación comparativa de rollos de fibra procesada versus rollos de fibra entera, los valores obtenidos por el separador de partículas "PennStates" demuestran que luego de 3 minutos de trabajo en el mixer (sin las trabas puestas) para los rollos fibra procesada fueron semejantes a los obtenidos por los rollos sin cutter, pero luego de 15 minutos de trabajo de trozado. Cabe destacar que 12 minutos de los 15 se efectuaron con las trabas puestas.
Respecto al consumo de combustible de esta prueba, el procesamiento de un rollo sin cutter demanda 2,27 litros/t, mientas que un rollo procesado al momento de la henificación, consume 0,57 litros/tn. Estos resultados indican que los henos realizados con fibra precortada generan en pocos minutos de proceso en el mixer partículas adecuadas para iniciar la etapa de mezcla con los otros ingredientes.
Queda demostrado que cuando se utiliza fibra proveniente de henos con cutter, no se incurre en los gastos que se requiere para procesar el rollo. Esto se debe a que la fibra ya está procesada; solo hay que retirar la red y luego realizar unos golpes con la pala que se utilice para cargar el mixer. De esta forma se genera un montículo de fibra cuyo largo varía entre 7 y 15 cm listo para utilizarla.
En caso de utilizar rollos de fibra muy larga, sin cutter, el trozado para disminuir el largo de la hebras y poder realizar la carga de los demás ingredientes demanda un gasto de 2,3 litros por tonelada.
Según Giordano J (2010), para realizar el trozado con rollos tradicionales se requieren 100 hp en el motor del tractor, siendo este el momento de mayor demanda de potencia la cual no se produce al trabajar con henos de fibra procesada.
Recordar que para henificar rollos con fibra procesada, el consumo de combustible en la rotoenfardadora se incrementa en 2,5 litros por tonelada de MS henificada.
En segunda instancia, cuando se realiza la mezcla en un mixer vertical con fibra proveniente de un rollo con cutter, no es necesario utilizar las trabas dado que ya posee el largo de fibra adecuado, con lo cual se requiere menor cantidad de tiempo hasta lograr la mezcla con el largo de hebra deseado, reduciendo el consumo de 0,36 litros por tonelada mezclada a 0,24 litros.
Estas pruebas fueron realizadas en un mixer vertical de 14m^3 equipado con caja reductora. Las raciones que se cargaron fueron siempre de 2.500 kg, las cuales se efectuaron con la transmisión en baja (20 rpm de giro del rotor) y por lo tanto no le demandaron al mixer un esfuerzo extra al colocar las trabas. Este hecho produjo que la

diferencia de consumo se deba a los 2 minutos extra que se necesitó para disminuir el largo de fibra y no por un sobre esfuerzo que se haya producido en el mixer al tener las trabas activadas.
Si se hubiese trabajado con una ración superior a 3.500 kg, donde además se agrega mayor contenido de concentrados, al mezclar con las trabas puestas seguramente se hubiese recurrido a una mayor demanda de torque por parte del rotor. Esto se traduce en un mayor consumo de combustible. Con esto, el beneficio de utilizar un rollo de fibra procesada se ve acentuado cuanto mayor es el peso final de la ración.
Se debe mencionar que los rollos procesados con 7 cuchillas en el cutter, poseen un largo de hebra entre 15-25 cm y presentan facilidad para romper su estructura cilíndrica y desvanecerlo al golpearlo con la pala. La ventaja de este tipo de rollo es que no necesitan de un trozado previo, sino que el largo de fibra puede ser disminuido en el momento de mezcla con otros ingredientes.

- **Mixer Horizontal desmenuzador de porciones de rollos o megafardos y mezclador de fibra muy larga. Montecor H10/1MR con sinfín trozador, reductor epicicloide y caja de alta y baja**

Figura 7: Mixer Montecor H10/1MR con sinfín trozador, reductor epicicloide y caja de alta y baja.

Estos mixers pueden procesar fibra larga proveniente de fracciones de rollo o megafardo, por lo cual requiere que los henos sean desarmados previamente y se carguen solo una fracción de estos.
Está diseñado con tres sinfines de paletas (Figura 8 a y b), de los cuales el inferior posee en su periferia 104 cuchillas Fluted “tipo margarita” (Figura 9) que trabajan en conjunto con 26 contra-cuchillas incorporadas en el fondo de la batea (Figura 10).
Los dos sinfines superiores están compuesto por paletas lisas “tipo pétalos” y cumplen la función de acarrear el material del centro, hacia los extremos del acoplado. Debido a su diseño, un tiempo excesivo de mezclado, puede producir una estratificación de los distintos ingredientes a causa de los diferentes pesos específicos que presenta cada uno de los componentes de la dieta.

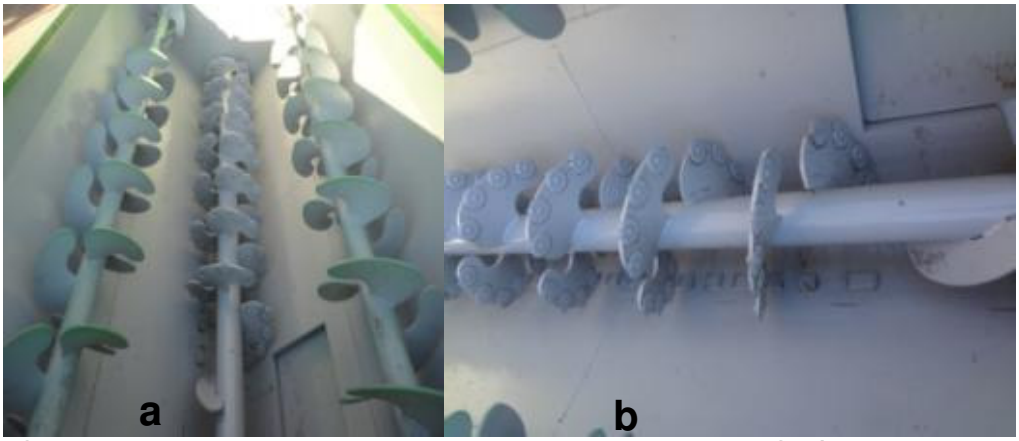

Figura 8 a: Sistema de tres sinfines a paletas de avance desencontrados. **b**: Sinfín inferior con cuchillas "tipo margaritas" y contra-cuchillas incorporadas a la batea.

Las contracuchillas frenan la circulación del material y modifican el largo de la fibra por el efecto cizalla[1] que producen. A diferencia de los mixer verticales, las contracuchillas están fijas y no se puede modificar su intensidad de frenado, para ir ejerciendo un efecto diferencial de cortado de la fibra. Debido a ello es importante controlar el tiempo de desmenuzado y mezclado para evitar un sobre picado de la fibra, ya que si se deja mucho tiempo funcionando puede producir un trozado excesivo de esta, perdiendo el efecto estimulante de la rumia.

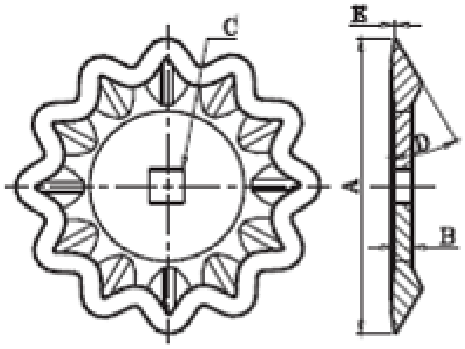

Figura 9: Detalle cuchilla Fluted marca Ingersol. Fuente Ingersol.

[1] "Cizalla": Sistema de corte, similar a una tijera, donde uno de los componentes, permanece fijo y el otro es móvil.

Figura: 10: Detalle cuchilla tipo margarita y contra-cuchilla.

La potencia generada por el tractor es trasmitida a través de la barra de mando, a 540 rpm como máximo. En el sistema de transmisión de éste mixer, posee una caja con dos entradas: la inferior es para adecuar el alineado de la barra cardánica con la mayoría de los tractores y la superior (cubierta con un capuchón) de uso eventual para invertir el giro de los sinfines en caso de trancado (Figura 11). Posteriormente el reductor epicicloide, posee un sistema limitador de torque para preservar la vida útil de los mecanismos, ante problemas que demanden una sobre potencia puntual. Los dos sinfines superiores son traccionados mediante engranajes y cadenas de 1".

Figura 11: detalle de caja y detalle de reductor epicicloide.

La potencia del tractor para este modelo de capacidad 10m^3, debe considerarse en 80-90 HP; dependiendo de los ingredientes utilizados en la ración.
La descarga se realiza sobre el lateral izquierdo con una batea de doble sin fin accionados por un motor hidráulico orbital. La regulación de la altura de la batea y la compuerta de descarga, se realizan desde el sistema de comando a través de un circuito hidráulico. Esta apertura es la que libera el material mezclado y junto con la velocidad de los sinfines, son los que determinan el flujo de la mezcla que se entrega en los comederos.
De serie, poseen una balanza electrónica, la que le permite almacenar en memoria varias raciones. En la fase de carga o descarga registra pesos parciales de ingredientes o lotes. Posee alarma sonora para la fase de carga de cada ingrediente.
En la figura 12 se detallan medidas, peso y neumáticos, del modelo de mixer horizontal Montecor H10/1MR utilizado para el ensayo.

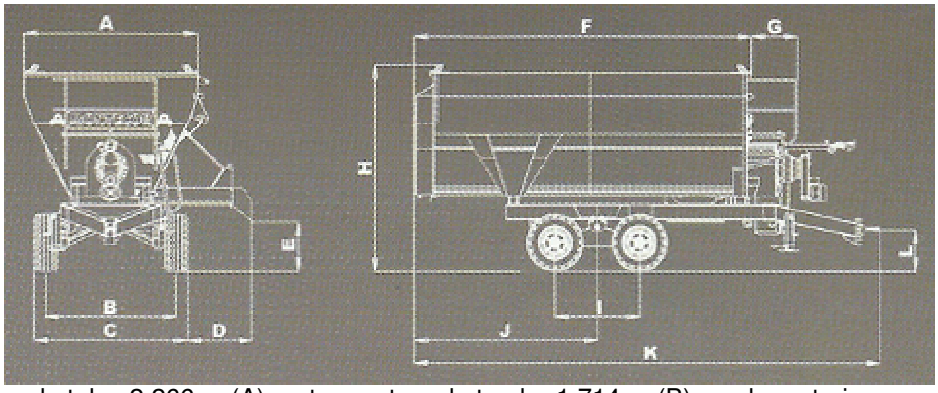

Figura 12: Ancho de tolva 2,266 m (A), entre centros de trocha 1,714 m (B), ancho exterior neumáticos 2,009 m (C), largo de batea a neumático 0,846 m (D), alto del piso a batea min/máx. 0,640/1,242 m (E), largo de la tolva y mandos a cadena 4,423 m (F), largo de la plataforma 0,601 m (G), alto total 2,682 m (H), entre centros de puntas de ejes 1,110 m (I), largo de chasis a eje 2,404 m (J), largo total 6,113 m (K), alto del piso al enganche 0,535 m (L), peso sobre el enganche de 440 kg, con un peso total vacío de 3120 kg. Está equipado con un sistema de dos ejes en tándem (balancín) equipado con neumáticos 11L x 16.

Método.

La prueba llevada a cabo con **mixer horizontal Montecor H10/1MR, con sinfín trozador - desmenuzador de porciones de rollo/fardo entero y mezclador de fibra muy larga con reductor epicicloide** consistió en procesar diferentes cantidades de fibra, provenientes tanto de rollo como de megafardo, para conocer la cantidad máxima que puede admitir este mixer.
Se realizaron cargas con 100, 200 y 250 kg de rollo de planta entera y 100, 200 y 250 kg de megafardo también de planta entera. Cada una de estas cargas se distribuyó a lo largo de todo el rotor inferior y fueron completadas posteriormente, con 1400 kg de silo de maíz picado fino para darle mayor peso a la mezcla.
En los megafardos se procedió a cortar los hilos y cargar sobre la pala las cantidades antes indicadas. En el caso del rollo, se procedió a cortar el mismo con una moto sierra en porciones (Figura 27), las cuales luego se cargaron en la pala.

Figura 27: Corte de un rollo con motosierra. Rollo cortado en porciones

Resultados.

En la tabla 4, se resumen los datos promedios de la evaluación comparativa del proceso realizado a rollos y megafardos, por un mixer horizontal Montecor H10/1MR con rotor desmenuzador y reductor epicicloide.

Tabla 4: Resultados de la evaluación mixer horizontal Montecor H10/1MR con rotor desmenuzador y reductor epicicloide.

Estructura del heno	Rollo		Megafardo			
Presentación de la fibra	Fibra muy larga		Fibra muy larga			
Peso (kg)	100	200	250	100	150	250
Tiempo de proceso (min)	5	6	6	5	5,5	6
Consumo de combust. (l)	0,7	1	1	0,7	0,9	1
Largo de fibra final (cm)	5-10	5-10	5-10	5-10	5-10	5-10

Conclusiones.

En este tipo de mixer con reductor epicicloide, la prueba arrojó que se pueden procesar hasta 250 kg de heno de fibra muy larga, provenientes tanto de un megafardo, como de fracciones de rollo cortado, respetando el mismo orden de carga de los ingredientes que un mixer vertical. Con cargas de un 10% de heno superior a la indicada se produjeron ruidos que indicaban la posibilidad de atoramientos que atentan contra la integridad de los componentes.
Los tiempos totales de mezcla rondaron los 6 minutos, logrando un tamaño de fibra entre 7 y 10 cm. Debido a su diseño con sinfín inferior trozador de 50 cm de diámetro, es importante remarcar que un tiempo excesivo de mezclado no generó un sobre picado de la fibra por efecto de sobre trozado, como sucede en mixer con sinfines de mayor diámetro. Es importante destacar que un tiempo excesivo de mezclado puede producir una estratificación de los distintos ingredientes a causa de los diferentes pesos específicos que presenta cada uno de los componentes de la dieta.
Las cuchillas con diseño tipo “margarita”, que equipan a este mixer, realizan un trabajo de corte agresivo y presentan una mayor vida útil, ya que van perdiendo su filo en forma paulatina.

- **Mixer Horizontal desmenuzador de porciones de rollos o megafardos y mezclador de fibra muy larga: Mixer Cestari 900 con sinfín procesador de fibra y reductor a cadenas**

Figura 13: Mixer Prototipo Cestari 900

Este mixer procesa fibra larga proveniente de fracciones de rollo o megafardo, para lo cual requiere que los henos sean desarmados previamente y se carguen solo una fracción de estos.
Está diseñado con tres sinfines con avance desencontrado (Figura 14), de los cuales el inferior es a paletas “tipo pétalos” y posee en su periferia cuchillas lisas (Figura 16) que realizan el accionar de una cizalla. En el primer sector de ataque de cada pétalo también posee una cuchilla semicircular (Figura17), que en conjunto con una planchuela de 10mm de espesor ubicada en el fondo de la batea (Figura 15); frena la circulación del material, permitiéndole efectuar así el trozado del heno. En la parte superior sus ejes, poseen un primer sector de sinfines lisos y el restante con 3 paletas rectas removedoras cada uno. Estos cumplen la función de redireccionar el material hacia el centro de la tolva.

Figura 14: Sistema de tres sinfines con avance desencontrado.

Figura 15: Detalle del rotor central**.**

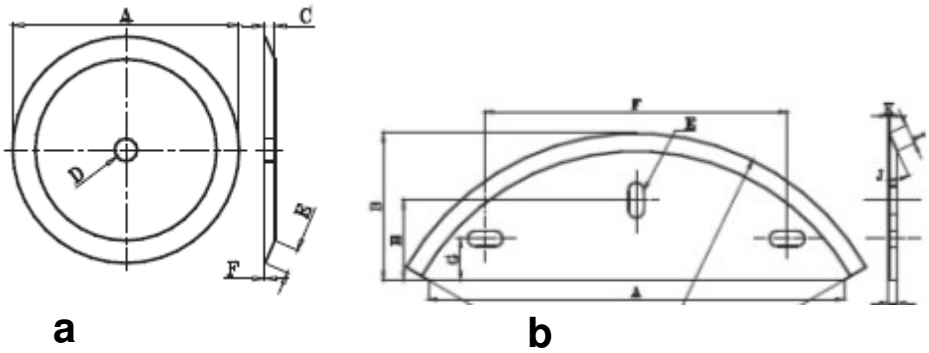

Figura 16 a: cuchilla lisa ubicada en la periferia de la paleta del sinfín inferior. **b:** cuchilla semicircular ubicada en cada petalo. Fuente: Ingersol.

El sistema de mezclado es accionado por la toma de potencia a 540rpm, a través de una barra cardánica. El mando hacia el sinfín inferior se realiza mediante una reducción a cadenas, mientras los sinfines superiores son accionados por cadenas y engranajes (Figura 17).

Figura 17: Detalle del sistema de transmisión a cadena y engranajes de los ejes superiores.

La descarga es por medio de una noria lateral con dos sinfines accionados hidráulicamente desde la cabina del tractor, al igual que la compuerta de apertura y cierre como así también la altura de la noria.
Está equipado con una balanza electrónica, la cual almacena en memoria de hasta 4 raciones. En la fase de carga o descarga registra los pesajes parciales por ingredientes o lotes; posee además alarma sonora, durante la fase de carga de cada ingrediente.
Las dimensiones del equipo son la siguientes: largo 5.000mm, ancho de 1.750mm, alto de carga 2.500mm, despeje del suelo 400mm, el peso total 2.700kg. Posee un eje que monta dos rodados 14 - 9 - 24. Este modelo requiere un tractor de 75 HP, para una capacidad de 8,5 m^3, dependiendo los ingredientes que se utilicen en la ración.

Metodo.

La evaluación del **mixer horizontal Cestari 900, con sinfín trozador - desmenuzador de porciones de rollo/fardo entero y mezclador de fibra muy larga con reductor a cadenas.** Consistió en procesar diferentes cantidades de fibra muy larga provenientes de un megafardo, para conocer la cantidad máxima que puede admitir con este tipo de reducción. Se realizaron cargas con 100 kg, 200 kg y 250 kg de fibra larga proveniente de megafardos.
A diferencia del mixer con reductor epicicloide, se debió efectuar un orden de carga particular, el cual le permita procesar la fibra en forma paulatina y no genere una sobre-demanda de potencia que pueda dañar la trasmisión del reductor a cadenas.
Los órdenes de carga y mezcla efectuados fueron los siguientes se detallan en la tabla 5.

Tabla 5: Ingredientes y orden de carga de panes de megafardos, en mixer horizontal desmenuzador con reductor a cadenas Cestari 900.

Tratamiento 1: Ración con 100 kg de heno	Tratamiento 2: Ración con 200 kg de heno	Tratamiento 3 Ración con 250 kg de heno
450 kg de grano de maíz	450 kg de grano de maíz	450 kg de grano de maíz
500 kg silo de maíz picado fino	500 kg silo de maíz picado fino	500 kg silo de maíz picado fino
100 kg de heno (paquete megafardo)	120 kg de heno (paquete megafardo)	150 kg de heno (paquete megafardo)
Procesado y mezcla en la TPP a 250 rpm (2,5 minutos)	Procesado y mezcla en la TPP a 250 rpm (2,5 minutos)	Procesado y mezcla en la TPP a 250 rpm (2,5 minutos)
500 kg silo de maíz picado fino	500 kg silo de maíz picado fino	150 kg silo de maíz picado fino

Procesado y mezcla en la TPP a 540 rpm (4 minutos)	**80 kg de heno (paquete megafardo)**	**100 kg de heno (paquete megafardo)**
	Procesado y mezcla en la TPP a 540 rpm (4,5 minutos)	**Procesado y mezcla en la TTP a 540 rpm (4,5 minutos)**
		350 kg silo de maíz picado fino
		Procesado y mezcla en la TPP a 540 rpm (4 minutos)

En primer término se debe cargar el grano de maíz entero, de forma tal que quede totalmente cubierto el rotor inferior hasta su eje. Si bien se considera que los granos de maíz, por su alto peso específico, no deben ser el primer ingrediente en cargarse, en este caso, permite que la fibra sea procesada en forma paulatina, dado que ingresa al rotor inferior a medida que se van desplazando los granos de maíz. De la misma manera se puede utilizar expeler en lugar de granos.
Luego de los granos, se debe realizar la primer carga de silo picado fino y heno, realizando una premezcla de 2,5 minutos a 250 rpm en la TPP. Luego de esta premezcla se puede continuar con las cargas alternadas de silo y heno hasta totalizar los 500 kg de silo y 250 kg de heno, para luego realizar el ultimo mezclado, el cual demando, para esta experiencia, 11 minutos a 540 rpm de la TPP, logrando un largo final de fibra de 10 cm.

Resultados.

En la tabla 6, se resumen los datos promedios de la evaluación comparativa del proceso realizado a paquetes de megafardos, confeccionados sin el uso de cutter y procesados por un mixer horzontal CESTARI 900.

Tabla 6: Resultados de evaluación de Mixer CESTARI 900.con rotor desmenuzador y reductor a cadena.

Tipo del heno utilizado: Megafardo	**TRATAMIENTO 1**	**TRATAMIENTO 2**	**TRATAMIENTO 3**
Presentación de la fibra	Fibra muy larga	Fibra muy larga	Fibra muy larga
Cantidad de fibra (kg)	100	150	250
Tiempo de mezcla a 250 rpm min)	2,5	2,5	2,5
Tiempo de mezcla a 540 rpm (min)	4	4,5	8,5
Tiempo de mezcla total (min)	6,5	7	11
Largo de fibra final (cm)	10	10	10

Conclusiones.

-El mixer Cestari 900, con reductores a cadenas, puede procesar hasta 250 kg de heno de fibra muy largo, pero teniendo la precaución de incorporarlo en forma fraccionada, además de invertir los órdenes normales de carga, para evitar así obstrucciones que produzcan daños en la transmisión. Con cargas de un 10% de heno superior a la indicada se produjeron ruidos que indicaban la posibilidad de atoramientos que atentaban contra la integridad de los componentes.
Los tiempos totales de mezcla rondaron los 10 minutos, logrando un tamaño de fibra de 10 cm. Debido a su diseño con sinfín inferior trozador de 50 cm de diámetro, es importante remarcar que un tiempo excesivo de mezclado no generó un sobre picado de la fibra por efecto de sobre trozado, como sucede en mixer con sinfines de mayor diámetro. Es importante destacar que un tiempo excesivo de mezclado puede producir una estratificación de los distintos ingredientes a causa de los diferentes pesos específicos que presenta cada uno de los componentes de la dieta.
Respecto al diseño circular de las cuchillas, la velocidad de trozado del material con las mismas fue buena, pero queda la inquietud sobre la vida útil de su filo. En este sentido, las cuchillas circulares presentan la particularidad

que al quedar sin filo y disminuir su capacidad de corte se produce inmediatamente una falta de capacidad de trozado en forma abrupta.

- **<u>Mixer mezclador únicamente, con sistema de tres ejes horizontales con paletas lisas "tipo pétalos" en disposición helicoidal y de avance desencontrado:</u> Montecor H10/1MR con tres sinfines lisos y reductor epicicloide**

Figura 18: Mixer Montecor H10/1MR con tres sinfines lisos.

El diseño de este mixer es muy eficiente trabajando con fibra picada a longitudes que no superen los 6 a 10 cm. La fibra es el primer ingrediente que debe incorporarse, luego se deben agregar los silajes picado fino, posteriormente los concentrados y por último los granos; prosiguiéndose luego a poner en marcha el sistema de mezclado. Su nivel óptimo de funcionamiento lo logran cuando la mezcla resultante supera el 60% de materia seca, dado que con mayores niveles de humedad puede comenzar a dificultar el mezclado produciendo el efecto de acordonado en el sinfín inferior. Esto se mejora cuando la transmisión está equipada con un reductor epicicloide como es el caso de este modelo.
Este mixer es similar a Montecor H10/1MR utilizado para procesar fibra larga, pero presenta como diferencia que el sinfín inferior no posee cuchillas, al igual que los dos superiores (Figura 19).

Figura 29: Sistema de tres sinfines mezcladores de paletas lisas "tipo pétalos"

Metodo.

Con el **Mixer mezclador únicamente Montecor H10/1MR con tres ejes horizontales con paletas lisas "tipo pétalos" en disposición helicoidal con avance desencontrado y reductor epicicloide.** Se realizaron raciones con 3 cantidades diferentes de fibra procesada, proveniente tanto de rollos como de megafardos con cuter, para conocer la cantidad máxima que puede admitir este mixer al mezclar con otros ingredientes.
Se realizaron cargas con 100 kg, 200 kg y 250 kg de fibra proveniente de un rollo con cuter y 250, 300 y 350 kg de fibra pero con fibra de un megafardo con cuter.
Cada una de estas cargas fue completada posteriormente con 1.800 kg de silo de maíz picado fino planta entera para darle mayor peso a la mezcla. Se tomó el tiempo que demoró el mezclado de estos materiales, a la vez que se observó el comportamiento del mixer, ante el incremento del heno aportados.

Resultados.

En la tabla 7, se resumen los datos promedios de la evaluación comparativa de tres diferentes cargas a henos elaborados con intervención del cutter en rollos y megafardos, realizados con cutter.

Tabla 7: resultados de evaluación de admisión de fibra procesada en Mixer **Montecor H10/1MR con tres ejes horizontales con paletas lisas "tipo pétalos",** sobre tres diferentes cargas de henos elaborados con intervención del cutter en rollos y megafardos, realizados con cutter

Tipo de heno	Rollo			Megafardo		
Presentación de la fibra	Fibra procesada con cutter			Fibra procesada con cutter		
Cantidad de fibra (kg)	150	200	250	250	300	350
Largo de fibra procesada (cm)	8-15	8-15	8-15	5-10	5-10	5-10
Tiempo de mezcla (min)	9	9,5	10	10	10,5	12

Conclusiones.

Respecto a la utilización de henos de fibra procesada en este tipo de acoplados, se concluye que en modelos equipados con reductor epicicloidal se puede mezclar dentro de una ración hasta 250 kg de fibra proveniente de un rollo con cutter y hasta 350 kg con fibra proveniente de un megafardo.
Cabe aclarar que la fibra procesada presente en los rollos varía entre 8 y 15 cm., siendo esta última longitud un tamaño excesivo que podría traer inconvenientes mecánicos en el mixer cuando se supere la cantidad antes indicada, causando la posibilidad de obstruirlo. La fibra de mayor longitud normalmente es la que se encuentra en los extremos de los rollos, donde la distancia entre la última cuchilla del cutter y la pared lateral es de 11 cm y no de 7 cm como sucede entre cuchillas. En este sector se acumula hebras de fibra que no son procesadas y presenta longitudes de entre 15 y 25 cm.
En el caso de megafardos elaborados con fibra procesada, estos presentan la ventaja que el largo de fibra es homogéneo en todo el prisma, dado que no deja fibra más larga como ocurre en los laterales del rollo. Otra ventaja importante es que el procesador de fibra de la megaenfardadora, el cual es similar al de la rotoenfardadora, para un ancho de cámara de 1,20 m puede configurarse con 17 a 33 cuchillas, variando el largo de corte de 78 a 39 mm, en comparación a las rotoenfardadoras que como máximo pueden tener 15 cuchillas. Estas ventajas producen que la cantidad máxima de fibra admitida por un mixer horizontal mezclador sea mayor en el caso de los megafardos (350 kg), a diferencia de la proveniente de un rollo donde se limita a 200 kg, siempre sujeto al diseño de mixer.

Mixer mezclador únicamente, con sistema de tres sinfines horizontales lisos de avance desencontrado: Mainero 2910.

Figura 20: Mixer Mainero 2910 con tres sinfines lisos.

Este acoplado mixer presenta un sistema de mezclado con tres sin fines completos horizontales (Figura 21), accionado a través de una barra cardánica a 540 rpm. El mando hacia el sinfín inferior se realiza mediante una reducción a cadenas y de la misma manera son accionados los dos superiores, pero desde la parte posterior de la batea (Figura 22).

Figura 21: sistema de mezclado con tres sinfines lisos desencontrados

Figura 22: detalle de la reducción a cadenas.

La descarga se realiza mediante un acarreador de doble sinfín, con apertura de accionamiento hidráulico de la compuerta de descarga, la cual es accionada desde el tractor y en su movimiento de apertura embraga simultáneamente el accionamiento de los sinfines laterales de descarga. Esta presenta un importante despeje del suelo y posee un juego de placas imantadas, que asegura la retención de elementos metálicos evitando que formen parte del suministro.
Está equipado con una balanza electrónica con una capacidad de 8 fórmulas de hasta 6 ingredientes cada una. Permite observar los acumulados por fórmula y por producto además de un sistema de alarma que indica cuando se llega al peso establecido en carga o descarga. Puede visualizarse en cualquier instante la cantidad de ración remanente en el Mixer.
El modelo utilizado estaba montado sobre dos ejes formando un balancín independiente regulable en tres posiciones, provisto con cuatro neumáticos 10.00 X 16 – 10 telas (fig. 24).
El consumo en la TTP a 540 RPM es de 60 HP, para una capacidad de 8,5 m^3, dependiendo de los ingredientes que se utilicen en la ración.

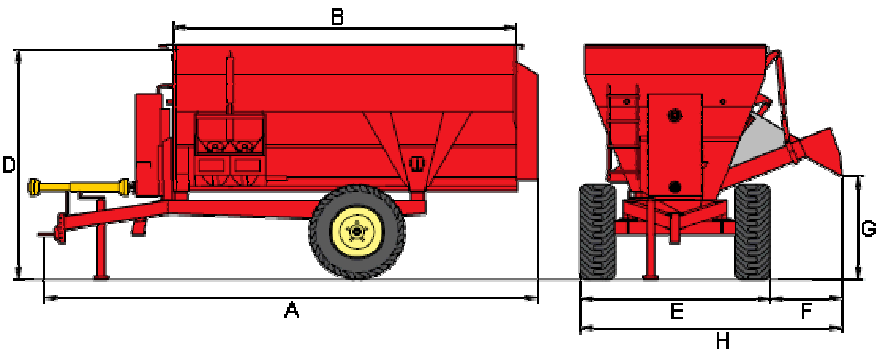

Figura 23. Detalle de las dimensiones del mixer 2910.
Dimensiones generales:A) Longitud total 5350mm; B) longitud de la batea 3700mm; C) despeje de la batea 1000mm; D) altura de carga 2600mm; E) ancho entre neumáticos 1780mm; F) distancia Neumático noria

descarga 912mm; G) altura mínima noria descarga 700mm; G) altura máxima noria descarga 1420mm; H) ancho total 2900mm. El peso total del mixer es de 3075kg.

Método.

Se evaluó el comportamiento de la fibra, proveniente de rollos elaborados con cutter, regulado con 15 cuchillas, sobre un mixer horizontal mezclador únicamente con tres sinfines lisos y reducción a cadenas, modelo Mainero 2910.
A continuación se presenta la secuencia de uso de fibra proveniente de un rollo (núcleo compacto), elaborado con fibra procesada con el cutter a 15 cuchillas, desde el momento en que se desarmó el rollo hasta la distribución en el comedero de la ración mezclada (Fig. 28).

Figura 28: Secuencia de uso de fibra henificada con procesador de fibra con 15 cuchillas, proveniente de un rollo de núcleo compacto.

El orden de carga utilizado fue el recomendado por la empresa para este tipo de mixer: primero 250 kg de silaje de maíz picado fino, luego el heno (125 kg), nuevamente 250 kg de silaje de maíz y 125 kg de heno; luego se completó la carga con el silaje de alfalfa (200 kg) y por último los granos de maíz molido (200 kg) y el expeler de soja (20 kg).
Posteriormente, se realizó otra evaluación de uso de fibra procesada con el cutter de 15 cuchillas, en éste caso se le colocó, un rollo de 235 kg (1,20 m de diámetro y 1,20 m de ancho), realizado con una presión inicial de 70 Bar en los primeros 80 cm de diámetro (núcleo flojo) y una presión final de 120 Bar (Figura 29).

Figura 29: secuencia de desarme de un rollo entero de 235 kg, henificado con fibra procesada con 15 cuchillas y con núcleo flojo, sobre un mixer Mainero 2910.

Resultados.

En la tabla 8, se resumen los datos del mezclado de diferentes cantidades de heno procesado con cutter, para una misma secuencia de mezcla, sobre un mixer horizontal Mainero 2910.

Tabla 8: resultados de evaluación de admisión de fibra procesada sobre un mixer horizontal Mainero 2910.
***** *Rollo entero*

Tipo de heno	**Rollo**			
Presentación de la fibra	Fibra procesada con cutter			
Largo de fibra procesada (cm)	8-15			
Cantidad de fibra (kg)	100	200	250	235 *
Tiempo de mezcla (min)	6	6,5	6,5	6,5

Conclusiones.

Los mixer de sinfines lisos, con reductores a cadenas pueden procesar hasta 250 kg de heno proveniente de un rollo con cutter, pero teniendo la precaución de cargarlos en forma fraccionada, además de invertir los órdenes normales de carga, para evitar así obstrucciones que produzcan daños en la transmisión.
Con cargas de un 10% de heno superior a la indicada se produjeron ruidos que indicaban la posibilidad de atoramientos que atentaban contra la integridad de los componentes.
En modelos equipados con reductor a cadenas se puede mezclar hasta 250 kg de heno, pero respetando un orden de llenado donde este ingrediente se cargue en forma alternada con el silaje picado fino.
Queda demostrado que la fibra procedente de un rollo elaborado con cutter de 15 cuchillas está lista para utilizarla en un mixer horizontal liso cuando no se superan los 250 kg. Si bien no es una prueba de uso frecuente en establecimientos ganaderos, se colocó dentro de este mixer un rollo entero de 235 kg (1,20 m de diámetro y 1,20 m de ancho) justificando así que este rollo no necesita ningún tipo de proceso previo.

Bibliografía.

- Castillo. A; Giordano. J y Borga. S. 1997. Consideraciones sobre el uso de mezcladores en sistemas lecheros (mixers). Temas de producción lechera. Publicaciones misceláneas Nº84. Noviembre 1997. EEA. Rafaela.

Bianco M y Sargiotto. N. Revista Agro Propuesta. (2012). Numero 117 Junio 2012. Dossier mixer: Las multiprocesadoras del campo (página 38-53).
Informe elaborado por INTA Modulo de Tecnología de Forraje Conservados en asistencia técnica con Industrias **MONTECOR S.R.L** e Industrias Metalurgica **CESTARI S.R.L.**

Autores: Ing. Arg. Juan Giordano (INTA Rafaela), Ing. Agr. Federico Sánchez (INTA Manfredi), Ing. Agr. José Peiretti (INTA Manfredi), Ing. Agr M. Sc. Mario Bragachini (INTA Manfredi), Sebastián Frutos (UNVM FCBA) y Silvina Gassmann (UNVM FCBA), Santiago Abrate (FCA-UNC)..