

tridium) que alteran la correcta conservación de la calidad del alimento y pueden, inclusive generar toxicidad. Mejorar la colonización de las bacterias deseables debe ser un objetivo primordial en este tipo de reservas.

Por esto, **el uso de aditivos que mejoren la fermentación** (aprobados por SENASA), como sustratos e inoculantes (a tasas mayores a 100.000 UFC/gramo de silo), es una herramienta de utilidad a la hora de ser más eficientes en la conservación.

El principal factor que influye en la calidad del forraje de soja, es el estado de madurez fisiológica al momento de la cosecha. La concentración de proteína disminuye durante la floración y aumenta durante la formación de la vaina, mientras que la concentración de fibra evoluciona inversamente. La proporción de tallos y hojas de la planta disminuye a medida que aumentan los componentes de la vaina y la semilla.

En estadio de desarrollo R3 y R4, si bien el cultivo ya puede presentar vainas y grano en formación, la calidad del silaje está dada por las hojas verdes y tallos digeribles. Es por esto que en condiciones de picar en estados más avanzados se debe considerar que con un grano más maduro, pueden derivar fermentaciones butíricas por alto contenido oleico, sumado a que el mismo aceite tiende a recubrir la fibra en rumen generando problemas de diarrea. Por ello, se **debería priorizar el picado previo a estados de R5**.

Como planta en pie, puede variar de contenidos de MS de 24 a 35 % en estados de R3-R5, y con PB desde máximos de 22 a mínimos de 11 %.

En términos de digestibilidad presenta menor calidad que el silaje de alfalfa, conteniendo para los estados recomendados (R3 a R5) alrededor de 50 % de FDN, 40 % de FDA, y alrededor del 9 % de cenizas, obteniéndose digestibilidades de 60 al 65 %.

- El tipo de cultivar también es importante, ya que los cultivares de maduración tardía tienden a producir mayores rendimientos de forraje, pero de menor calidad que los cultivares de maduración temprana, cuando se cosechan en la misma etapa de desarrollo (Hinz et al., 1992).
- Otro aspecto a tener en cuenta, es evitar la contaminación con tierra, favorecido por la contaminación basal de las plantas, o el acarreo desde la andana en casos de preoreo. Esto no solo condicionará la calidad por la contaminación en sí misma, sino que será inóculo de esporas de clostridios.

**El tamaño de picado** dependerá en parte, del rol que este ingrediente cumpla en la ración. Una

buena homogeneidad con una regulación alrededor de **10-12 mm de longitud teórica de picado**, facilitará un llenado efectivo y de calidad en la estructura de almacenamiento.

Un factor que influye en forma directa sobre la **uniformidad de picado**, cuando se trate de recolección con preoreo, es la **condición de la andana**, dado que del volumen de la misma depende la eficiencia con que la picadora realiza el trabajo.

La alternativa de conservar el cultivo siempre es factible de llevar a cabo, pero debe tenerse en cuenta que en caso de no haber sido planificado con dicho objetivo, los resultados no siempre serán los potenciales. Antes de tomar la decisión del cambio de destino de la soja grano a conserva como silaje es importante evaluar con un nutricionista que su nuevo destino traerá más beneficios que problemas y seguir las recomendaciones generales de cualquier ensilaje respecto a buena compactación, tapado, suministro y extracción que se aplican en silos de especies tradicionales.

Desde el punto de vista agronómico, si se toma la decisión de ensilar un lote de soja que se había planificado con destino a cosecha, que de por sí aporta poco carbono al sistema, es evaluar la posibilidad de realizar una siembra temprana de un cultivo invernal, ya sea para grano o para cobertura, con el objetivo de reponer el nivel de rastrojos y cobertura de dicho lote.

## 12 Henolaje



*El henolaje, tradicionalmente conocido como forraje empaquetado, es un método de conservación química que consiste en someter al forraje a fermentación, después de un premarchitado del mismo logrado por acción de los agentes atmosféricos, llegando a porcentajes de MS variables entre el 40 y el 60 %, para luego enrollarlo y empaquetarlo o picarlo y embolsarlo, a los fines de crear condiciones de anaerobiosis que permitan generar una fermentación láctica, para su correcta conservación.*

La conservación de forrajes bajo el principio químico de bajo pH y condiciones de anaerobiosis, se puede realizar bajo tres niveles de humedad diferentes, ensilado de alta humedad ( $\approx 32$  % de MS), ensilado de humedad media ( $< 32$  % a 40 % de MS) y ensilado de baja humedad con premarchitado (40 % a 60 % MS). **El ensilado bajo en humedad se conoce como henolaje.**

**Si bien el principio de conservación es similar al del silaje bajo condiciones de anaerobiosis y pH ácido, se diferencia del mismo en que requiere un premarchitado tal que permita una mayor concentración de MS y de carbohidratos solubles, para lograr una correcta fermentación, más controlada y más restringida.**

En estas condiciones se produce la denominada fermentación "fría", es decir que en ningún momento el proceso de fermentación debe sobrepasar los 30°C, donde se logra la acción de los fermentos lácticos gracias a la anaerobiosis y el rápido descenso del pH que se produce.

El proceso de confección de henolaje involucra las etapas de corte de la pastura, preoreo a campo y luego la recolección del material y su empaquetado.

## 1. Formatos que puede adoptar

Luego del corte y marchitado parcial del forraje, el material puede conservarse en las siguientes opciones:

1. Enrollado y luego empaquetado, conocido tradicionalmente como **silopaq**. Consiste en enrollar y atar el forraje premarchitado, para luego envolverlo mediante un film plástico, por medio de maquinaria dotadas de mesa empaquetadora, hasta cubrirlo totalmente, llegando a producir su cierre hermético. Esta metodología de conservación, llegó a Argentina a mediados de la década del '90. Si bien en un principio encontró aceptación como una alternativa interesante en los lugares en los que era difícil producir heno de calidad, rápidamente se difundió al resto del país por permitir una forma de conservar la alfalfa con alta calidad nutritiva, proveyendo fibra de alta digestibilidad y nivel de consumo y proteínas (verdaderas y nitrógeno no proteico). Actualmente esta técnica también puede llevarse a cabo utilizando megafardos en vez de rollos.

2. Una variante al silopaq es la conocida como **siloline** donde, en lugar de hacer paquetes individuales con cada rollo, se realiza el empaquetado conjunto de una serie de rollos, que se van alineando y arrimando uno contra otro por sus caras planas, al mismo tiempo que se van recubriendo las superficies cilíndricas con polietileno. De esta forma van confeccionando un cilindro continuo dentro de un tubo plástico.

A fines de la década del 90, se comenzó a difundir el uso de las "embolsadoras de rollos" con alta humedad desarrollando esta técnica que no difiere mucho de la del silopaq. Según Romero (2001), básicamente, consiste en confeccionar los rollos con un contenido de MS alrededor del 50 % y colocarlos con una embolsadora en una bolsa de plástico especial. Estas tienen una longitud de aproximadamente 70 m y una cierta capacidad de estiramiento. Una vez colocado el rollo en su interior, retorna a su tamaño anterior, ajustándose bien al mismo, eliminando todo el aire.

Romero menciona las siguientes ventajas de este sistema con respecto al silopaq:

- La máquina es más rápida en el embolsado de los rollos.
- No requiere tractor para su funcionamiento (tiene incorporado un motor de baja potencia)
- Se producen menos movimientos en el campo.
- Con la "embolsadora", una vez que se terminaron de hacer los rollos, se los lleva con el tractor y un transportador hasta donde se encuentra

la máquina y ésta, automáticamente, coloca el rollo dentro de la bolsa gracias a un sistema hidráulico que lo empuja hacia el interior.

- Se pueden hacer rollos más grandes (1,3 m de diámetro), esto lo que significa que hay más Kg por rollo y, por lo tanto, menos rollos por ha con menor gasto de plástico.
3. El otro camino que puede seguir el material preoreado, es una alternativa que se difundió en nuestro país a partir del crecimiento del parque de picadoras, y consiste en el picado y embolsado del material premarchitado en los conocidos silo bolsa. Al adoptar el mismo formato que un silaje embolsado, frecuentemente ocurren confusiones respecto a que se trata de uno u otro tipo de forraje conservado, debiendo considerarse para su definición el porcentaje de MS con que es confeccionado el picado y embolsado del material preoreado y así poder afirmar si se trata de silaje o de henolaje.

## 2. Fundamentos de adopción

El fundamento de la adopción del henolaje como sistema de conservación de forrajes, es el de acortar el período de permanencia en el campo, cuando las condiciones para alcanzar el porcentaje de humedad en la confección del heno no son adecuadas.

Es sabido que en algunas zonas de producción la frecuencia de lluvias es bastante elevada, incrementando el riesgo de daño al forraje, impidiendo la obtención de henos de calidad por el lavado de los nutrientes y la caída de las hojas (períodos estivales de zonas templadas o zonas tropicales).

Otra de las razones que justifican la implementación del henolaje es la dificultad de secar el forraje en zonas de bajas temperaturas y/o baja heliofanía, como las que ofrece el forraje en épocas invernales, o bien zonas altas de los trópicos.

Al destinar la pastura a henolaje, se acorta el período de permanencia del forraje en el campo, se reducen los riesgos climáticos y el tiempo de respiración.

Por otro lado, al confeccionarse la conserva con mayor humedad, en cultivos como alfalfa, la hoja presenta menor susceptibilidad a su caída, permitiendo obtener como resultado final una mayor calidad del forraje conservado.

El henolaje comenzó a difundirse en la Argentina a mediados de los 90' con el ingreso de las primeras

empaquetadoras de rollos, como alternativa para aquellas zonas donde se dificulta lograr henos de calidad, en un momento en que existían muy pocos equipos y servicio de picado para ensilaje y que solo podía hacer picado de maíz. Se presentaba como una alternativa que permitía obtener forraje de alta calidad con equipos de bajo costo y sin depender de un contratista, que muchas veces no cubre el servicio por tratarse de baja superficie.

La difusión del henolaje en nuestro país se vio limitada cuando el picado fino de forraje comenzó a expandirse en forma acelerada, a la vez que lo hacía el concepto de TMR realizada en un mixer, siendo que los mixer disponibles en aquel entonces, en general no permitían desmenuzar un rollo de heno, menos aún el de rollos de alta humedad.

A partir de la difusión en los últimos cinco años en la Argentina de las rotoenfardadoras con sistema procesador de fibra cutter, que permiten aprovechar los rollos de silopaq en un acoplado mixer mezclador, y la aparición en el mercado nacional de diferentes opciones de mixer trozadores de fibra, los equipos de henolaje vuelven a cobrar un nuevo impulso en el mercado argentino. La apertura comercial que permite el ingreso de estas tecnologías desde el exterior, es sin duda una causa más de la actual oferta de estos equipos en el país.

## 3. Ventajas y desventajas del tradicional Silopaq

Las mayores ventajas se relacionan con aspectos agronómicos y nutricionales:

- reduce el riesgo climático (por menor tiempo de exposición en el campo).
- al trabajar el forraje húmedo, las pérdidas de material (principalmente de hojas) en la confección, distribución y suministro, son menores.
- no son requeridos tractores de alta potencia.
- se pueden conservar pequeñas superficies de pastura, a diferencia del silo, que requiere superficies mayores.
- al crearse condiciones de anaerobiosis, el proceso de fermentación es rápido.
- posee bajo requerimiento de mano de obra para la confección.
- no son necesarias inversiones de capital muy grandes.
- no se requieren instalaciones de almacenamiento especiales.
- fácil manipulación para racionar.
- total mecanización de las operaciones.
- se producen bajas pérdidas de almacenaje, de entre el 3 al 7 %.

Las desventajas que presenta esta técnica son principalmente de tipo operativo:

- el transporte, carga y descarga, se dificultan si no se cuenta con equipos adecuados.
- exige sincronización y organización en las tareas de campo.
- es más complicado que la henificación.
- se requiere cierta práctica para determinar el nivel de humedad del pasto a campo.
- se presentan dificultades para mantener la hermeticidad de los rollos almacenados.
- en los casos en que se pierden las condiciones de anaerobiosis (por rotura de la envoltura), las pérdidas son muy importantes.
- el exceso de humedad genera una fermentación incompleta (no se crean las condiciones de acidez) y hay una tendencia a la acumulación de agua en la parte inferior.
- el déficit de humedad no crea las condiciones óptimas para que se produzca la fermentación.

## 4. Factores que determinan la calidad del henolaje en cualquiera de sus formatos.

1. Elección del lote
2. Especie a conservar
3. Momento y sistema de corte
4. Higiene del forraje
5. Preoreado
6. Época de confección
7. Confección o empaquetado
8. Almacenaje

### 4.1 Elección del lote

El primer factor para la conservación de pasturas en forma de henolaje es la elección del lote a conservar, el cual debe presentar una correcta implantación con alta población de plantas y un volumen de forraje que permita la amortización de la maquinaria utilizada.

Es importante cortar **un gran volumen de forraje a fin de evitar la utilización de rastrillos para la confección de las andanas**, disminuyendo la contaminación del forraje con tierra para asegurar un paso más en la obtención de calidad, sabiendo que al ensuciar el material se promueven fermen-

taciones indeseables (butíricas), tal como se lo explicó en el capítulo correspondiente a los procesos fermentativos.

Es importante que los lotes elegidos, sean limpios libres de malezas y preferentemente que no hayan sido pastoreados, para que el valor nutritivo del forraje producido sea el más elevado posible, el tránsito fácil y la contaminación con tierra y/o restos de bosteo sea mínima (Figura 12-1).

La importancia de la utilización de lotes nuevos y que no hayan sido pastoreados, se debe a que de esa forma existe una mayor uniformidad en el terreno, con lo que al trabajar con las cortadoras se evita la contaminación con tierra, además de lograr una mayor velocidad y capacidad de trabajo, incrementando la cantidad de forraje conservado en su porcentaje de humedad óptimo.

La ventaja de la ausencia de animales en el lote, es que de esa forma se evita la contaminación del forraje con restos del bosteo de animales, lo que ocasiona fermentaciones de tipo butírica con la consiguiente pérdida de calidad (Figura 12-2).

La presencia de plagas en el lote también debe ser tenida en cuenta, debido a que disminuyen la



Figura 12-1 Lote limpio y denso de alfalfa apto para la confección de henolaje.



Figura 12-2 Restos bosteo en una hilera destinada a henolaje.



Figura 12-3 Lote de cebada en el momento óptimo para confeccionar henolaje. Las gramíneas son muy aptas para implementación de este sistema de conservación de forrajes.

superficie foliar, en detrimento de la capacidad de desarrollo de la pastura y el contenido de proteínas del forraje, por reducción del número de hojas.

#### 4.2 Especies a conservar

Las especies más adecuadas para la confección de henolaje empaquetado o embolsado, son las que poseen un alto valor nutritivo, para que de esa forma justifiquen la utilización de la cobertura plástica y esta pueda ser diluida fácilmente en el costo de confección.

Dentro de las **pasturas utilizadas, las más apropiadas** son las que presentan una **relación azúcar proteína alta** (como las gramíneas), para **asegurar la calidad de fermentación del material empaquetado o embolsado**, no siendo esta una característica excluyente (Figura 12-3).

Otras especies como la alfalfa, si bien posee una baja relación azúcar proteínas, pueden conservarse en forma de henolaje aplicando correctamente las técnicas agronómicas y teniendo especial cuidado en la realización del oreo del forraje. Con esta precaución las calidades potenciales a obtener son muy buenas.

Para el trabajo con pasturas consociadas, es recomendable utilizar otro sistema de conservación, teniendo en cuenta la dificultad de coordinar los puntos de madurez y secado de cada especie participante, perdiendo siempre calidad en diferentes proporciones. De esta forma la eficiencia económica del sistema se resiente, por la pérdida de calidad y aumento del costo del valor agregado a algunas de las especies que se hayan pasado en su punto de madurez o bien, se encuentren en un porcentaje de humedad que no sea el adecuado al momento de la confección.

#### 4.3 Momento y sistema de corte

En lo referente al momento de corte diremos que se debe hacer cuando la pastura entrega su mayor valor nutritivo, con alta cantidad de MS, tal como se explicó en cada una de las especies en la sección de corte del capítulo de henificación.

Para obtener calidad en un henolaje, es de vital importancia realizar el corte con cortadoras acondicionadoras de discos con cuchillas cortas, que ofrecen un excelente tratamiento al forraje, preservan mayor cantidad de hojas y acortan el periodo de respiración disminuyendo el riesgo climático, dando como resultado un incremento de la concentración de los hidratos de carbono solubles (sumamente importantes para la fermentación) y proteínas.

Además el acondicionado deja el material más laxo y maleable, reduciendo el riesgo de la rotura del film al momento del empaquetado (Figura 12-4), sobre todo cuando se trabaja con pasturas de tallo leñosos, como en las zonas tropicales, en donde en las épocas de lluvia, este sistema de conservación constituye una excelente alternativa para lograr una reserva de calidad.

Respecto al ancho de corte, se debería buscar el mayor ancho posible para lograr buena capacidad de trabajo y evitar el uso de los rastrillos para juntar hileras, asegurando de ese modo una excelente higiene del forraje, que dará como resultado una fermentación óptima.

#### 4.4 Higiene del Forraje

Es muy importante que los sistemas de copiado utilizados para el corte de la pastura, funcionen correctamente para preservar la higiene del material a enrollar y que el ancho de trabajo de las mis-



Figura 12-4 Se observa el perforado de la cobertura plástica, debido a un tallo en un henolaje bajo formato de rollo.



Figura 12-5 Es fundamental el cuidado en la higiene del forraje, para disminuir el nivel de pérdidas y maximizar el consumo del forraje producido.

ma permita prescindir del rastrillo, o bien utilizar los desplazadores de andanas tal como se vio en el capítulo referido a silaje de pasturas, de modo de evitar el ingreso de tierra al rollo o bolsa.

Dentro de los rollos empaquetados debe producirse una fermentación, con el menor consumo posible de hidratos de carbono solubles, para que de esa manera el forraje conservado producido, tenga no solo un alto contenido proteico, sino además un buen nivel energético. Cuando el forraje que va a ser fermentado, está contaminado con tierra o con restos de bosteo, se produce una fermentación indeseable denominada fermentación butírica (Figura 12-5).

Esta fermentación butírica, consume un alto nivel de hidratos de carbono solubles en su proceso fermentativo, dando como resultado un material pobre en energía y además de muy baja palatabilidad, lo cual deprime el consumo animal, con las pérdidas económicas que esto genera.

#### 4.5 Preoreado

El premarchitamiento o preoreado debe realizarse hasta que se logre aproximadamente el 50 % de MS (rango entre 40 y 60 %). Tal como se mencionó, tiene por objetivo lograr una concentración de carbohidratos solubles y un contenido de MS adecuados, para garantizar una correcta fermentación en condiciones controladas.

Un exceso de humedad retarda el proceso fermentativo y da lugar a la acumulación de jugos en la parte inferior del rollo. Si, por el contrario, la MS asciende a valores por sobre 60 %, no estaremos asegurando condiciones para que la fermentación se complete satisfactoriamente. El tiempo de secado dependerá de las condiciones climáticas y de la especie a conservar.

#### 4.6 Época de confección

Si bien es posible confeccionar henolaje con éxito en cualquier época del año, la más recomendada es la primavera.

Esto se debe a que en esa estación se dan todas las condiciones para que la fermentación ocurra correctamente, lo que es el secreto del éxito de la obtención de calidad, con este sistema de conservación de forrajes.

En la primavera el contenido de hidratos de carbono del forraje es más elevado, por lo que las bacterias encuentran mayor cantidad de sustratos para producir una buena fermentación.

Por otro lado, cuando se corta el forraje, el tiempo de preoreado es suficiente para que toda la masa del forraje sea debidamente colonizada por las bacterias, que luego van a producir o realizar la fermentación.

Cuando el henolaje se realiza en verano se corre el riesgo que el contenido de agua del forraje sea muy elevado, dando como resultado una alta dilución de los H de C solubles, con una posible complicación en el proceso fermentativo.

Además con las altas temperaturas del verano el tiempo del preoreado del forraje se acorta y se corre el riesgo que las bacterias no tengan el tiempo suficiente para colonizar toda la masa del forraje, dando como resultado una fermentación pobre y lenta, con la consiguiente pérdida de energía del forraje y baja calidad del mismo (como se puede observar en el capítulo 10 referido a las fermentaciones).

Uno de los conceptos que puede influir negativamente para realizar el henolaje en primavera, es que, si se desea tener el material almacenado por un período largo, se debe considerar que, al pasar todo el verano en contacto con el sol, la cobertura plástica se puede ver deteriorada en exceso, debido a las extremas condiciones de heliofanía reinantes en las áreas de producción ganadera argentinas.

**En tal caso sería conveniente aumentar las capas de cobertura del forraje de 4 a 6 capas de film, incrementando los costos de producción como se detallará más adelante.**

#### 4.7 Confección o empaquetado

**En caso de realizarse el henolaje bajo la forma de silo bolsa** deberán tenerse las mismas consideraciones que se deben prestar al momento de picar un material para silaje, con la salvedad de que al ser más seco el material, será necesario lograr tamaños de picado fino tales que permitan garantizar una buena conformación de la reserva, con una adecuada eliminación del oxígeno y ocurrencia de las fermentaciones deseadas, así como la aplicación de inoculantes que favorezcan ocurrencia de dichas fermentaciones y el descenso del pH.

**En el caso de realizar henolaje bajo la forma de rollos, es importante que transcurra la menor cantidad de tiempo posible entre la confección de los rollos y su empaquetado y aislamiento frente al oxígeno,** debido a que una vez confeccionados, empiezan a calentarse por su alto contenido de humedad produciéndose alteraciones que irán en detrimento de la calidad final del forraje.

Es importante tener presente que desde el momento en que se comienza a elaborar el rollo hasta que se finaliza, el material va perdiendo humedad, más aún si se trata de un día de alta temperatura, soleado y muy ventoso. Se debe comenzar a enrollar con menor MS (35 %) y tratar de no superar el 50 % porque a partir de allí se empieza a tener pérdidas de hojas, es más difícil la compactación y luego se producen roturas en la cubierta plástica por la dureza de los tallos, sobre todo si lo que se almacena es alfalfa.

Los rollos confeccionados deben ser de 1,2 m de diámetro por 1,2 m, de ancho, para que no tengan un peso excesivo y sean fáciles de manipular, teniendo en cuenta que al contar con un 50 % de humedad pueden tener un peso aproximado de 500 kg.

La desventaja de tener rollos que no guardan relación entre su diámetro y su ancho, es que la entrega del film de cobertura en las mesas empaquetadoras es desuniforme, generando diferencias de estiramiento y por lo tanto posibles defectos en la cobertura.

Se debe tener en cuenta que en el caso de tener rollos con la cara plana (diámetro), de 1,2 m y el lomo o cara curva del mismo (ancho) con 1,5 m, el film se estirará más a la salida de la cara curva que es la que menos cobertura presenta (solo 4 capas), mientras que la cara plana es la que más capas de cobertura presenta, debido al sistema de empaquetado de las mesas individuales.

Los rollos de 1,5 m de ancho se adaptan mejor al sistema de embolsado o embutido, o bien a las empaquetadoras lineales, debido a que permiten incrementar la capacidad de trabajo, por tener que introducir menor cantidad de rollos (con igual cantidad de forraje).

El porcentaje de humedad correcto para la confección de los rollos es de alrededor del 40-50 %, para que exista una buena concentración de hidratos de carbono y humedad suficiente y para que la fermentación láctica se inicie rápidamente con mayor eficiencia en el uso de esos hidratos de carbono.

Debido a que los rollos contienen un bajo contenido de MS respecto a que cuentan cuando se destinan a heno, a medida que el tiempo transcurre, van perdiendo su estructura original, haciendo más difícil el correcto empaquetado o embolsado, debido a que su arquitectura deja de ser perfectamente cilíndrica, ocasionando defectos en la envoltura. Esta es otra razón que exige su pronto embalaje.

Otro de los puntos a tener en cuenta es que los rollos confeccionados tengan un alto grado de compactación, ya que se deben crear las condiciones de anaerobiosis necesaria para que ocurra una correcta fermentación anaeróbica, siendo la rotoenfardadora el único instrumento de compactación del forraje.

Un efecto secundario de la falta de compactación de los rollos, es la mencionada pérdida de estructura de los rollos a medida que pasa el tiempo entre su confección y embalaje, generando imperfecciones durante su empaquetado, dejando cámaras de aire entre el forraje y el film de cobertura, demorando las condiciones de anaerobiosis en el proceso de conservación, con el consiguiente incremento del nivel de pérdidas.

Es muy importante que los rollos se encuentren bien atados sobre todo en sus extremos, para que no se pierda su forma durante el traslado hacia las unidades de empaquetado o embolsado, a los fines de evitar los problemas antes descriptos.

Al momento de empaquetar, no deben quedar restos de forraje entre una capa y otra de film, ya que de esa forma se crean galerías por donde transita al aire, con la correspondiente pérdida de las condiciones de anaerobiosis.

Otro de los aspectos a cuidar es que no queden hilos de atado entre las capas del film, ya que además del problema descrito anteriormente, se suma el inconveniente de que, por poseer características dife-

rentes de los dos nylon, existe un efecto de tracción entre el hilo y la cobertura del rollo que produce la rotura en forma prematura del plástico que resguarda la anaerobiosis del paquete (Figura 12-6).

Debe tenerse en cuenta la dirección del viento durante el empaquetado, para que este no se introduzca dentro de la bolsa al momento de la confección y cuando se empaqueta, se debe ubicar la máquina de forma tal que el viento no forme bolsas de aire entre las sucesivas capas de film, sino que las obligue a pegarse entre sí (Figura 12-7).



**Figura 12-6** Se observan restos de hilo que en primer lugar formarán galerías de aire y luego probablemente producirán el "corte" de la cobertura plástica



**Figura 12-7** En el empaquetado del rollo es importante considerar que el viento debería estar en la misma dirección en que se observa la fotografía, para permitir el correcto pegado de las sucesivas capas de film.

Por último, es importante definir la mejor forma de organización del equipo de trabajo, para lograr la mayor seguridad en el sistema y la mejor capacidad operativo.

Teniendo en cuenta que los implementos para el transporte de los rollos empaquetados son más caros que los pinches normales, es aconsejable trabajar con la empaquetadora en forma estática y en el lugar de almacenaje de los rollos.

La forma de trabajo más práctica, es confeccionar los rollos en el campo y arrimarlos con un acoplado o carretón hasta la máquina empaquetadora en el lugar donde serán almacenados, para aumentar la capacidad de trabajo y evitar los riesgos de rotura del film en el traslado, desde el campo a la zona de almacenaje.

Es importante tener en cuenta, que cuando se deseen trasladar los rollos una vez empaquetados, el movimiento se debe realizar dentro de los 3 días posteriores al empaquetado, o bien esperar que transcurran por lo menos entre 30 y 35 días para no alterar las condiciones de fermentación.

#### 4.8 Almacenaje

Para el caso de silo pack y silo line. Se recomienda tomar los siguientes recaudos:

- los rollos pueden ser protegidos de los animales rodeándolos con un boyero eléctrico y separándolos por lo menos un metro del alambre.
- ubicarlos en lugares altos, que tengan un buen drenaje
- limpiar el lugar quitando las rugosidades y puntas que puedan dañar el film
- no colocarlos debajo de árboles, ya que se producen daños por pájaros y/o ramas
- la forma de estiba más adecuada es la de tubo horizontal
- hacer recorridas periódicas con el fin de controlar posibles daños y reparar las perforaciones con trozos frescos del mismo polietileno.

La duración de los rollos dependerá del tiempo en que el polietileno mantenga sus propiedades (lo normal es de 10 a 12 meses).

## 5. Tecnologías para la confección de henolaje

### 5.1 Máquinas empaquetadoras individuales

Para la confección de silopaq o henolaje en formato de rollos con cubierta film individual, existen básicamente dos tipos de máquinas:

- rotoenfardadoras-empaquetadoras que permiten realizar la confección del rollo y el embalaje del mismo en una sola pasada (Figura 12-8).
- mesas empaquetadoras que recogen del suelo el rollo, previamente elaborado por una rotoenfardadora convencional y lo envuelven en film (Figura 12-9).



**Figura 12-8** Rotoenfardadoras-empaquetadoras para confección de henolaje en formato de rollos individuales conocido como silopaq. Confecciona y envuelve el rollo de pastura en una sola operación.



**Figura 12-9** Mesa de empaquetado de rollos, previamente confeccionados por una rotoenfardadora, para confección de henolaje como silopaq.

Las primeras son básicamente rotoenfardadoras con todas las características descritas en el capítulo de confección de heno, en cuanto al mecanismo de recolección de la fibra, rotor acelerador del material, sistema de cutter para el procesamiento de la fibra con hasta 26 cuchillas retráctiles, sistema de compactación, sistema de atado con opción de hilo y red y sistema de expulsión del rollo.

Pero estas rotoenfardadoras, a diferencia de las convencionales poseen incorporados de serie, una mesa empaquetadora que realiza el trabajo de envoltura del rollo con film.

Las segundas consisten en mesas de empaquetado que arrastradas o soportadas en tres puntos por el tractor, realizan la recolección del rollo previamente confeccionado por una rotoenfardadora convencional, para luego realizar la envoltura con film (Figura 12-9). En todos los casos, las máquinas cuentan con una mesa empaquetadora propiamente dicha y un sistema de envoltura. Además en aquellas que toman el rollo del suelo, cuentan con un sistema de carga.

#### Mesa empaquetadora propiamente dicha

Esta es la parte de la máquina en donde se deposita el rollo para imprimirle movimiento rotacional. El doble movimiento de rotación, vertical y horizontal, necesario para realizar la superposición del 50 % entre las sucesivas capas de film, puede ser generado por la mesa, o bien, ésta ofrecer solo movimiento rotacional en uno de los sentidos, siendo el sistema de envoltura quien complementa el movimiento rotacional en el otro sentido para lograr así la superposición mencionada.

Comúnmente la mesa dispone de dos grandes rodillos de entre 1,30 m 1,60 m de ancho, sobre los cuales descansa el rollo al momento del empaque-

tado. Estos pueden o no tener montadas correas que contribuyan a su sujeción (Figura 12-10).

Estos rodillos giran sobre sí mismos, imprimiéndole al rollo un giro sobre su eje longitudinal. Este movimiento de rotación debe estar medido, de forma tal, que la superposición del film que entrega la unidad de estiramiento sea del 50 % entre cada capa (Figura 12-11).

En aquellos casos en que la mesa ofrece el segundo movimiento rotacional, manteniéndose fijo el soporte de la bovina de film, el rollo gira sobre su eje transversal, asegurando que tanto las caras planas como el lomo del rollo tengan una correcta cobertura de nylon.



**Figura 12-10** Diferentes diseños de mesa empaquetadora, con y sin correas de soporte.



**Figura 12-11** En la fotografía se puede observar la superposición al 50 % de las capas del film lograda a partir de una correcta regulación de los rodillos que soportan el rollo y de la velocidad de giro del brazo conductor del film.

La regulación de esta parte de la máquina se realiza mediante comandos hidráulicos y es necesario que este correctamente puesta a punto para que la superposición del film sea la adecuada, de modo que no queden sectores del rollo con menos de cuatro capas de film, y a la vez, que no existan zonas con mayor cantidad de nylon, a los fines de no excederse en los costos de confección.

En aquellos modelos que presentan correas sobre las que va montado el rollo y debajo de las cuales se encuentra la estructura de chapa de la máquina, es necesario que las correas se encuentren en correcto estado y con la tensión adecuada, siendo recomendable que cuenten con más de 2 de estas (Figura 12-12).

Esto se debe a que, si existe algún defecto en la confección del rollo o bien las correas no se encuentran en la forma adecuada, el lomo del rollo puede tener fricción sobre la base de metal de la mesa, frenándose y obteniendo como resultado un defecto en la superposición del film.

En ambos extremos de la mesa de empaquetado, comúnmente existen dos rodillos a modo de topes mecánicos, que sirven para que el rollo quede firme y no se desequilibre durante el giro de la mesa,



**Figura 12-12** Mesa empaquetadora con cuatro correas, para la correcta tracción del rollo.

provocando defectos en la velocidad de salida del film y por lo tanto en el estiramiento del mismo (Figura 12-13). La regulación de los topes también se debe cuidar para que el rollo quede alineado al centro de la mesa empaquetadora y de esta forma asegurar el éxito en el proceso de confección de los paquetes.

Un aditamento de mucha importancia en las mesas empaquetadoras, es la rampa de descarga, debido a que, si el rollo es lanzado desde la mesa directamente al suelo, existen grandes probabilidades que el film se resienta por la gran tensión que soporta en el golpe.



**Figura 12-13** Se puede observar contra el rollo, el tope que permite que gire sin desequilibrarse sobre la mesa.



**Figura 12-14** Rampa e descarga de doble acción, que permite depositar el rollo parado sobre su cara plana.

Estas rampas son mucho más eficientes aún cuando cuentan con un doble comando hidráulico permitiendo depositar el rollo sobre el lomo o sobre sus caras planas, teniendo en cuenta que esta última es la mejor forma de almacenaje, ya que en la cara plana existe una gran cantidad de nylon, haciéndola más resistente a los daños físicos (Figura 12-14).

### Sistema de atado

Consiste básicamente en un porta bobina sobre el cual se dispone de las bobinas de nylon para su estiramiento y entrega, y un mecanismo de corte y sujeción del film desde donde comienza y termina el embalaje (Figura 12-15).

En los modelos en que la mesa de empaquetado no ofrece el segundo movimiento rotacional necesario para recubrir todo el rollo con el plástico, el porta bobinas se encuentra dispuesto sobre uno o dos brazos satélites que giran alrededor del rollo conduciendo el film (Figura 12-16).

En estos modelos el rollo solo gira sobre su eje longitudinal, lo que tiene el beneficio de mantenerse más estable. Al mismo tiempo el doble brazo permite acelerar el tiempo de cobertura.



**Figura 12-15** Sistema de atado en encintadora, cuya mesa empaquetadora genera el movimiento rotacional en ambos sentidos (longitudinal y vertical).



**Figura 12-16** Sistemas de embalaje con dos brazos porta bobinas.

El cortador automático del film es un aditamento que suma versatilidad y velocidad de trabajo, por lo que la mayoría de las máquinas actualmente cuentan con este mecanismo. Consta de dos pinzas con accionamiento hidráulico, que sujetan el film al momento de cargar el rollo, para que se dé inicio a la operación de empaquetado y una cuchilla que corta propiamente el film (Figura 12-17).

Una vez finalizado el empaquetado las pinzas se activan cortando el film, liberando el rollo, con el nylon sujeto para dar inicio a un nuevo proceso de trabajo, logrando de esta forma una mayor capacidad de trabajo de todo el equipo.

Las máquinas cuentan actualmente con un contador de vueltas electrónico de la mesa, empaquetadora, que evita que el operario tenga que estar contando las vueltas del rollo sobre la mesa para lograr una cobertura eficiente y da más precisión al trabajo.

De esta forma se ahorra material de envoltura, se asegura que toda la superficie del rollo cuente con cuatro capas de film logrado con dos capas de envoltura al 50 % de superposición y se mejora la condición de trabajo del operador.



Figura 12-17 Detalle del cortador automático del film.



Figura 12-18 Monitor de comando de la mesa de empaquetado, que permite variar las condiciones de trabajo desde la cabina del tractor.

Desde la cabina del tractor pueden ajustarse distintas regulaciones, como son la cantidad de vueltas de embalaje que se desea que tenga el rollo, así como la tensión del film (Figura 12-18).

Como parámetro general, se recomienda que toda la superficie del rollo debe ser recubierta con cuatro capas de film. Esto se fundamenta en que, si el film tiene 25 micrones de espesor, al sumar las cuatro capas se consigue en promedio una protección de 100 micrones en toda la superficie del rollo, lo que permite asegurar las condiciones de anaerobiosis buscadas para que ocurra una fermentación eficiente. No obstante, la cantidad de láminas de cobertura puede elegirse de acuerdo a las condiciones del material a envolver, las condiciones de almacenaje y el tiempo de almacenamiento.

Por lo general el estiramiento del film viene con una regulación fija, pero siempre se debe cuidar que el mismo sea del 50 %. Una forma práctica de medirlo, es verificando si a la salida del portabobinas existe una reducción del 15 % del ancho del film, o bien hacer una marca de 30 cm en el plástico sin estirar y verificar que la misma haya alcanzado los 45 cm sobre la superficie del rollo, al momento del empaquetado (Figura 12-19).

Otra de las regulaciones que se debe contemplar en el trabajo, es que la parte media de la bobina esté alineada horizontalmente con el centro del rollo, para que la superposición del film y la salida del mismo desde el portabobinas sea el adecuado.

Cabe destacar que generalmente se trabaja con bobinas de 50 cm o 75 cm de ancho, pero las máquinas deben estar equipadas para trabajar con medidas de hasta 1 m, debido a que la tendencia mundial indica que este es el ancho ideal para la obtención de una excelente cobertura con máxima eficiencia en la capacidad de trabajo (Figura 12-20).



Figura 12-19 Al momento de la salida del film se observa que el mismo se achica un 15 % en su ancho.



Figura 12-20 Porta bobina, para film de 1 m de ancho.

### Unidad de carga

En aquellos equipos que no confeccionan el rollo, sino que lo toman del suelo para realizar su recubrimiento con film, se dispone también de una unidad o sistema de carga. Es el componente responsable de sujetar el rollo y depositarlo sobre la mesa empaquetadora propiamente dicha, para realizar su envoltura.

En las máquinas convencionales consta de una estructura tubular, en forma de "U", para poder acoplarse al rollo y mediante un comando hidráulico realizar la carga (Figura 12-21).



Figura 12-21 Sobre el suelo puede verse la unidad responsable de recoger el rollo y depositarlo en la mesa propiamente dicha.

Si bien la mayoría de los rollos que se confeccionan para realizar henolaje empaquetado tienen un ancho de 1,20 m, esta parte de la máquina debe permitir la carga de rollos de mayor ancho y su correcta alineación sobre la mesa.

Para tal fin, tienen una espaldera con registro móvil, para regular el tope sobre la cara plana del rollo, a los fines de que éste no quede desplazado sobre uno de los extremos de la mesa, desestabilizándola causando velocidades diferenciales de la salida del film y, por lo tanto, defectos en la uniformidad de estiramiento del mismo (Figura 12-22).

En algunos diseños, la unidad de carga está constituida por un brazo fijo y otro accionado en forma hidráulica, que ejerce presión sobre el rollo para sujetarlo y cargarlo, haciendo más suave y eficiente la carga del mismo.

En otros casos, son los mismos rodillos de la mesa de empaquetado quienes son responsables de levantar el rollo del suelo. Ambos rodillos se abren y luego de aproximarse la máquina al rollo, vuelven a cerrarse aprisionando al rollo. Finalmente con un movimiento rotacional de los rodillos, el rollo logra ser levantado (Figura 12-23).



Figura 12-22 Se puede observar la regulación o espaldera del rollo para centrarlo en la mesa.



Figura 12-23 Recolección del rollo mediante los mismos rodillos de soporte de la mesa de empaquetado. Los rodillos se cierran y comienzan a girar sobre sí mismos hasta lograr levantar el rollo.

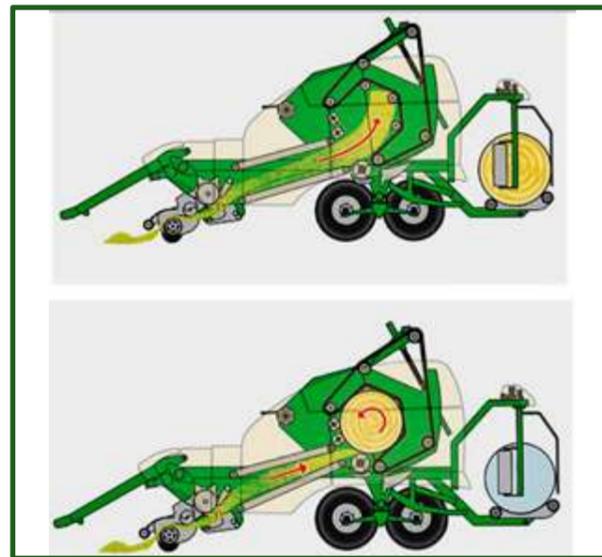
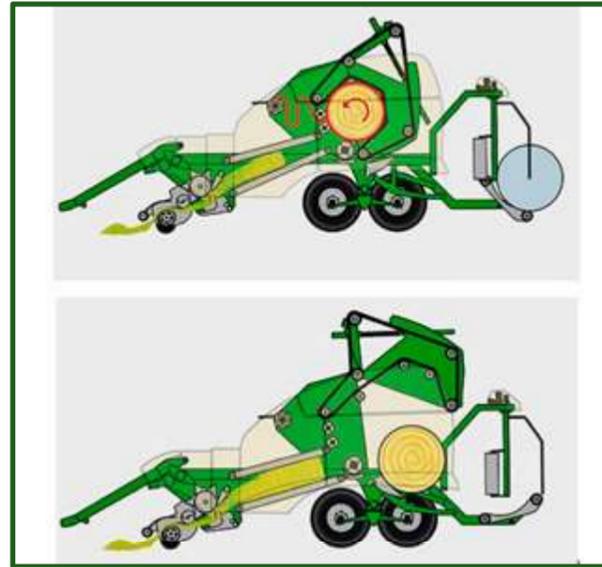
En otros equipos el sistema de recolección se complementa con un brazo de mando hidráulico, que ayuda a recoger el rollo al mismo tiempo que la mesa se inclina para ofrecer rampa, para lograr subir al rollo y así poder iniciar el empaquetado (12.24).

Actualmente existen equipos que ofrecen la posibilidad de trabajar sin detenimientos, contando con precámara de compactación en diferentes diseños, que permite continuar con la recolección de pasto y su opcional procesado de fibra, mientras se produce el atado y luego la cobertura con film (Figura 12-25).

Durante el atado y empaquetado, el material recogido y procesado es acumulado en una precámara.



**Figura 12-24** Brazo de mando hidráulico para recolección y descenso suave del rollo, al mismo tiempo que la mesa de empaquetado se inclina tocando el suelo.

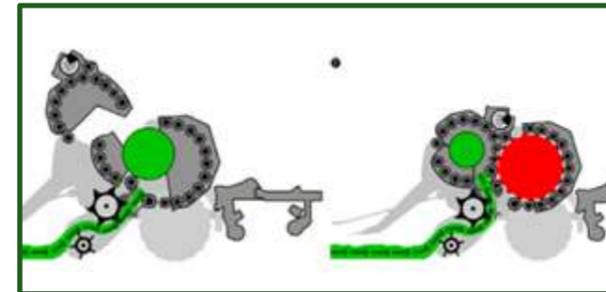
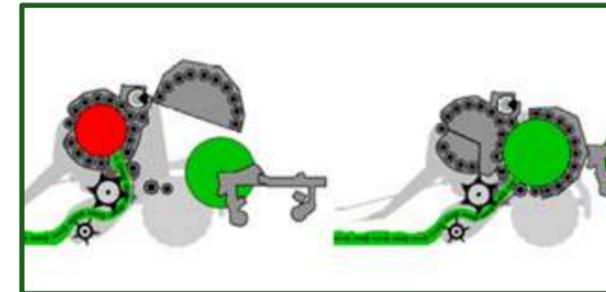


**Figura 12-25** Rotoenfardadora – empaquetadora Ultima CF 155 xc de la firma Krone con precámara de compactación, que permite la confección y empaquetado sin detenimientos.

Otro diseño de rotoenfardadora empaquetadora con precámara, presenta dos compartimentos de compactación similares, uno de iniciación y otro de terminación del rollo. La confección del rollo comienza en la cámara de iniciación en simultáneo con la apertura del portón de expulsión del rollo anterior desde la otra cámara de terminación, durante su atado y embalaje y cierre del portón. Una vez que esto último ocurre, el rollo en formación pasa de la primera cámara (de iniciación) a la segunda cámara o cámara de finalización del rollo, para continuar llenándose dicha cámara y terminar de formarse el rollo. De esta forma la máquina nunca se detiene ganándose capacidad de trabajo (Figura 12-26).

### 5.2 Encintadora de megafardos

Existen equipos diseñados para la envoltura con film de megafardos que permiten realizar el heno-laje bajo este formato prismático (Figura 12-27).



**Figura 12-26** Rotoenfardadora – empaquetadora Vicon FastBale, con precámara de compactación para aumentar la capacidad de trabajo al evitar detenimientos, durante el atado y la cobertura con film.



**Figura 12-27** Empaquetadoras de megafardos. Permiten obtener enolaje bajo este formato de forraje.

### 5.3 Mesa de empaquetado para líneas de rollos

Otra alternativa similar al silopaq es la de envolver líneas de rollos donde se logra el ahorro de film en las caras planas. El equipo utilizado requiere que se le vayan cargando los rollos sobre la mesa de empaquetado, colocando los mismos de modo que las caras planas queden unidas y formen una hilera (Figura 12-28).



**Figura 12-28** Mesa de empaquetado de líneas de rollo.

## 5.4 Embolsadoras de rollos

Tal como se dijo anteriormente, otras de las formas de confeccionar henolaje, es embutiendo los rollos en bolsas de 1,20 m de diámetro y 60 m de largo, con memoria de estiramiento, que les permite una excelente conservación, tanto durante el almacenaje como al momento de suministro (Figura 12-29).

La ventaja de este sistema de embolsado, al no perder tiempo ni film cubriendo las caras planas, es que ofrece mayor capacidad de trabajo y mayor eficiencia en el uso del plástico.

Estas máquinas por lo general cuentan con un motor propio, el cual acciona una bomba que impulsa el circuito hidráulico, para funcionamiento de los comandos.

La carga de los rollos se realiza generalmente en forma frontal, lo cual facilita en gran medida esta operación, debido a que a medida que son empujados por el pistón (que también se comanda en forma hidráulica), son guiados por 2 barandas regulables logrando una correcta alineación de los mismos dentro de la bolsa, evitando las zonas de-



Figura 12-29 Vista de la embolsadora con motor incorporado



Figura 12-30 Detalle de las uñas que sujetan la bolsa para su estiramiento.



Figura 12-31 Atado inicial para el comienzo del trabajo.

fectuosas de sobreestiramiento o galerías de aire, provocadas por una mala alineación de los rollos.

El circuito hidráulico es el que mueve los pistones que ejercen el estiramiento de la bolsa, la cual se encuentra sujeta a unas uñas que estiran la bolsa para alcanzar un diámetro máximo de 1,45 m (Figura 12-30).

Este sistema tiene gran aceptación entre los productores que deciden hacer henolaje, debido a su facilidad de operación, la alta capacidad de trabajo y la seguridad que brinda un film de mayor espesor al momento de la estabilización y almacenaje, sobre todo en zonas de alta heliofanía.

Por otra parte, se deduce que es altamente recomendable para la producción de henolaje en zonas tropicales, porque debido a la gran cantidad de forraje que producen las pasturas en dichas latitudes, se necesita un sistema de alta capacidad de trabajo.

Para obtener un buen trabajo y preservar la hermeticidad de la bolsa, se debe tener en cuenta que al inicio de la confección de la misma se realice un atado seguro y eficiente, previendo que cuando se cargan los primeros rollos se debe poner un tope en la parte posterior de la bolsa, para que ésta no se desplace, sino que el movimiento lo realice la embolsadora (Figura 12-31).

Una vez que se hayan embolsado los cuatro primeros rollos, ya se podrá quitar el tope, porque los rollos embutidos serán los encargados de ejercer el efecto de acción y reacción con la máquina, logrando una correcta alineación de las caras planas de los rollos (Figura 12-32).

Para terminar la bolsa, se debe introducir el último rollo hasta adentro de la embolsadora, para lo que se utiliza una extensión del pistón a los fines de que todos los rollos se encuentren debidamen-



Figura 12-32 Una vez comenzado el trabajo no hace falta contar con tope posterior.



Figura 12-33 Pistón extensión para introducir el último rollo en la bolsa.



Figura 12-34 Problemas de mal cerrado de bolsa perdiéndose la hermeticidad, ocurriendo desarrollo de hongos y otros microorganismos.

te acomodados y compactados dentro de la bolsa (Figura 12-33).

Cuando el atado de la bolsa en cualquiera de sus extremos no se lleva a cabo correctamente garantizando la hermeticidad del siloline puede producirse desarrollos de hongos y otros microorganismos, que generan pérdidas en calidad del forraje y son fuente de micotoxinas (Figura 12-34).

Es importante planificar el lugar en donde se confeccionará la bolsa, ya que la superficie en donde

se deposite la misma no debe presentar defectos que produzcan la rotura del film. Para tal efecto, es conveniente dejar el pasto alto y no cortarlo, ya que los tallos erectos y recién cortados producirán roturas en el nylon.

Otra de las prácticas utilizadas comúnmente en el campo es la de pasar una rastra liviana para emparejar la superficie, esto también es contraproducente, debido a que en el ambiente quedará mucha tierra y la misma puede ocasionar problemas en el desarrollo de una buena fermentación.

Es conveniente que las bolsas estén confeccionadas en un lugar alto, bien drenado y lejos de los árboles, ya que, si por algún motivo se produce la caída de ramas, éstas pueden romper la cobertura plástica.

En el caso que ocurra alguna rotura, es necesario parchar la bolsa en el acto y que durante todo el periodo de almacenaje se revisen las bolsas confeccionadas a los fines de detectar cualquier tipo de rotura para solucionar este inconveniente en forma inmediata.

## 5.5 Equipos para la recolección de silopaq en el lote

Cuando los rollos son embalados en el lote, resulta necesario contar con un implemento específico para manipular los rollos empaquetados y trasladarlos hasta la cabecera o el lugar definitivo de almacenaje.

Estos implementos son pinzas hidráulicas construidas con estructuras tubulares, de diámetro considerable para que no dañen la cobertura de los rollos (Figura 12-35).



Figura 12-35 Dispositivo para mover rollos empaquetados, sin riesgo de rotura del plástico.

## 5.6 Características del film

El film utilizado en la confección de henolaje empaquetado, tiene tres características fundamentales:

- Capacidad de filtrar los rayos UV
- Capacidad de estiramiento del 50 %
- Capacidad de "tacking" o pegado de las sucesivas capas de film.

Una de las características que no debe olvidarse, para tener real conciencia de la importancia del cuidado del film, es que el mismo tiene un espesor de 25 micrones.

De allí la importancia de que toda la superficie del rollo esté cubierta, como se dijo, con por lo menos cuatro capas, las que sumadas constituyen una barrera de 100 micrones generando las condiciones de anaerobiosis necesarias para una correcta fermentación

Para determinar la calidad del film utilizado, se pueden realizar algunas pruebas prácticas.

Una de ellas consiste en tomar 1 m de nylon e introducirle el puño hasta la altura del codo en forma suave; si no se producen roturas y la decoloración es pareja y sin vetas, se puede estimar que el nylon es de calidad (Figura 12-36).

Otra de las pruebas consiste en cortar el nylon en sentido perpendicular de como sale de la bobina, y ver, si se corta en una línea recta y sin desgarros, se estima que será resistente a la tracción cuando se ejerza el 50 % de estiramiento correspondiente (Figura 12-37).

Por último, se debe observar que el film presente una buena capacidad de "tacking", o sea que el pegamento con que cuenta el mismo en su cara interna permita un buen pegado de las sucesivas capas y que el film al salir del portabobinas no se



Figura 12-36 Prueba del puño para evaluar la calidad del film.



Figura 12-37 Prueba de desgarramiento para verificar la calidad del film.

cargue de electricidad estática, con lo que se asegura que no queden pliegues entre una capa y otra, asegurándose una correcta hermeticidad de cada paquete.

Para preservar la calidad, es muy importante tomar algunos recaudos al momento del transporte de las bobinas, ya que el material es bastante delicado.

Se debe tener en cuenta de no tirar las bobinas sueltas sobre camionetas o acoplados, ya que si se marcan los bordes de las mismas pueden originar roturas de la cobertura al momento de la confección o almacenaje.

Otro de los aspectos a considerar es guardar el film en su caja original, de tal forma que cuando no se está trabajando, aparte de no sufrir daños mecánicos, no sea afectado por la lluvia ni los rayos solares, para que no se alteren las características de tacking ni la filtración de los rayos UV.

En lo que respecta al color del film utilizado, se han realizado diversas pruebas con materiales blancos, negros o de color sin encontrar diferencias significativas en cuanto a las calidades de los mismos ni el material conservado.

De todos modos, para nuestras condiciones de heliofanía, es recomendable utilizar materiales claros, para que el forraje empaquetado no levante temperatura al momento de la fermentación, y que ésta sea más eficiente en cuanto a la utilización de la energía.

## 5.7 Características de la bolsa para henolaje

En lo que respecta a los rollos embolsados, el polietileno utilizado tiene características particulares, que le permiten una buena conservación con un

mínimo nivel de pérdidas durante el almacenaje y el suministro.

Por lo general los materiales utilizados tienen un espesor de 150 micrones, son blancos por fuera para reflejar el calor y negros por dentro para filtrar los rayos ultravioletas con mayor eficiencia y presentan una capacidad de "memoria al estiramiento".

Esto significa que cuando la bolsa es estirada para la introducción de los rollos, luego se encoge durante 4 h para recuperar su diámetro original, quedando prácticamente adherida la superficie de los rollos, creando las condiciones óptimas para que ocurra una fermentación anaeróbica.

Otra de las ventajas de estas características, es que, al momento del suministro, cuando se corta el nylon para la extracción de los rollos, se impide la entrada del aire al interior de la bolsa, minimizando las pérdidas de cantidad y calidad del material conservado, haciendo el sistema sencillo y eficiente con un bajísimo nivel de pérdidas.

Si bien existen diversos diámetros de bolsa, el más utilizado es el de 1,20 m con un largo de 60 m, para trabajar con rollos de hasta 1,35 m ó 1,40 m de diámetro y diversos anchos.

En este caso es más conveniente utilizar enrolladoras de 1,50 m de ancho, para hacer eficiente el sistema introduciendo menor cantidad de rollos con igual cantidad de forraje por cada bolsa.

## 6. Evaluación a campo del sistema de embolsado de rollos para la confección de henolaje

El ensayo se llevó a cabo en la EEA INTA Manfredi, el día 18/12/98, sobre un lote de alfalfa pura variedad Monarca INTA, implantada en el otoño del mismo año.

El corte comenzó a realizarse a las 10 de la mañana, empleándose una cortadora de discos con acondicionador de goma de 3 m de ancho de labor.

El enrollado comenzó a las 13:40 hs, cuando el forraje en promedio contenía un 58 % de humedad, determinada con un humidímetro electrónico modelo.

Los rollos confeccionados tenían 1,35 m de diámetro y 1,56 m de ancho.

Para la ejecución del ensayo se tuvo especial atención en trabajar con andanas simples de buen volumen, sin necesidad de utilización de rastrillo por razones de higiene del material, tratando de cuidarlo al máximo.

La extracción de los rollos del lote se hizo con un elevador de arrastre y un carretón, para cargar 8 rollos por vez

El embolsado fue realizado empleando una embolsadora de rollos, equipada con motor propio, y la alimentación de la embolsadora se hizo empleando el mismo elevador, con el cual se cargaba el carretón para extraer los rollos del campo.

Por último, la bolsa empleada fue de origen canadiense, específica para la confección de henolaje embolsado (capacidad de memoria al estiramiento), con una capacidad efectiva de 36 rollos.

## Capacidad de trabajo

Para determinar la capacidad de trabajo de la embolsadora, se cronometra el tiempo de embutido por cada rollo y cada 5 rollos.

Esta diferencia de tiempo marcó la necesidad de establecer 2 capacidades diferentes de trabajo: la real, que fue la que realmente demoraba la máquina en embutir cada rollo, considerando el tiempo que se pierde en alimentar la embolsadora, y la teórica, que se obtuvo cronometrando solo el tiempo de embolsado, sin considerar los tiempos "muertos".

Las determinaciones se realizaron teniendo en cuenta 3 repeticiones por cada medición.

Para expresar la capacidad en kg de MV/hora, se pesaron en forma aleatoria 5 rollos antes de ser embutidos.

## Determinación del costo por bolsa

Se llenó el depósito de combustible de la embolsadora al inicio del trabajo y se completó nuevamente, cuando se terminó de confeccionar una bolsa. La máquina estaba equipada con motor naftero de 13 HP de potencia. Durante el tiempo que la embolsadora debía esperar a que llegasen los rollos del campo, el motor se apagaba.

El costo de la bolsa y de la máquina fueron informados por el importador y fabricante respectivamente.

## Determinación de la calidad del material conservado

A los 50 días de embolsados los rollos, se muestreó la bolsa en forma aleatoria y se envió la muestra compuesta a laboratorio para determinar proteína bruta, fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y estimar digestibilidad y energía.

Con estos datos se pudo determinar el costo del kg de MS digestible, conservado por medio del sistema de henolaje enrollado y embolsado.

### Tablas y resultados

Los tiempos cronometrados para las distintas repeticiones se encuentran en la tabla 12.1. Dicho cuadro presenta los tiempos totales para embutir 1 y 5 rollos en cada repetición. El tiempo indicado está cronometrado desde que el operario tomaba con el pinche el primer rollo, hasta que la embolsadora lo embutía completamente (primera determinación) y hasta que realizaba lo propio con el quinto rollo (segunda determinación) (Tabla 12-1).

Para la determinación de la capacidad teórica, se cronometró solo el tiempo de embutido, sin considerar el tiempo transcurrido para retirar el rollo desde el carretón y presentarlo en la embolsadora. Este tiempo fue de 34 segundos promedio.

**Con estos datos se puede inferir que la capacidad real de trabajo fue de 3463 segundos/bolsa de 36 rollos, o lo que es lo mismo, 57 minutos con 43 segundos por bolsa.**

**Con el mismo criterio, la capacidad teórica con la que contaría la embolsadora es de 20 minutos con 24 segundos/bolsa.**

Para determinar el costo por bolsa confeccionada, se pesaron 5 rollos elegidos al azar, los cuales arrojaron un peso promedio de 875 kg cada uno, con un contenido promedio de humedad del 48,25 %. Ésta indica que la bolsa contiene 31.500 kg de MV.

El consumo de combustible para completar una bolsa fue de 4 litros de nafta común.

Los datos de calidad se presentan en la tabla 12-2, el análisis se realizó en el laboratorio de forrajes

Tabla 12-2 Calidad del henolaje embolsado

Parámetros de análisis	
Proteína Bruta	21,98%
F.D.N.	38,17%
F.D.A.	32,47%
Digestibilidad	62,10%
Energía	2,24 Mcal EM/kg MS

de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Católica de Córdoba (Tabla 12-2).

### El procedimiento del cálculo fue el siguiente:

La bolsa tiene una capacidad de 31.500 kg de forraje con el 51,75 % de MS (48,25 % de humedad) y el 62,1 % de digestibilidad; por lo tanto, cada bolsa contiene 10.123 kg de MSD.

En el presente informe no se detallan los costos obtenidos en el ensayo, debido que ya no son referenciales, pero los datos expresados, son los datos necesarios para poder arribar al costo actualizado, con los datos al kg de MSD producido con el sistema de embolsado de rollos.

### Conclusiones

De los datos obtenidos en los resultados del ensayo se puede concluir lo siguiente:

- El sistema de conservación de forraje mediante rollos de henolaje embolsado es altamente eficiente, permitiendo obtener alimento de alta calidad nutritiva.
- Realizado en forma correcta, es decir, ajustando el momento óptimo de corte, evitando incorporar tierra a las andanas, determinando el porcentaje de humedad más conveniente para la confección de los rollos, embolsándolos lo más rápido posible después del enrollado y empleando bolsas con memoria (stretch), de alta calidad; es una técnica segura y sencilla que permite trabajar con bajos porcentajes de pérdidas y alta capacidad de trabajo.
- Lo más conveniente es trabajar con un cargador de rollos frontal, que agilice el trabajo y no

sea limitante de la capacidad de trabajo de la embolsadora. Esto queda claramente evidenciado en la variabilidad que existe, entre las determinaciones del tiempo de embolsado de las diferentes repeticiones, y en la gran diferencia que existe entre la capacidad teórica y real del equipo.

- El costo del kilogramo de MS digestible es aceptable, si se compara con los otros sistemas de conservación de alfalfa, resultando un 45 % más costoso que el heno, igual que el henolaje empaquetado (pero más rápido y con menos riesgo de pérdidas).

- El sistema de henolaje embolsado constituye una alternativa interesante en los lugares en los que producir heno de calidad es difícil, así como en las épocas de alta ocurrencia de lluvias, en las que las mismas no permiten que el pasto alcance los niveles adecuados de humedad para hacer heno, además de la calidad y rusticidad de la bolsa.
- Otro aspecto favorable del sistema es, que puede reemplazar al silaje de pasturas picado y embolsado, para productores que trabajan con bajos volúmenes de MS y que de este modo disminuyen los porcentajes de pérdidas, así como los costos.

Tabla 12-1 Determinación de la capacidad de trabajo real.

	1ra repetición	2º repetición	3º repetición	Promedio
Tiempo/rollo	54 seg.	61 seg.	48 seg.	54,3 seg.
Tiempo / 5 rollos	373 seg.	437 seg.	634 seg.	481 seg.