

# Henilaje

Rolando Demanet Filippi  
Dr. Ingeniero Agrónomo  
Facultada de Ciencias Agropecuarias y Medio Ambiente  
Universidad de la Frontera

Cátedra de Conservación de Forrajes  
2024

- ✓ La deshidratación del forraje previo a ser ensilado es una práctica muy difundida a nivel mundial y nacional
- ✓ Nació como una necesidad de incrementar la concentración de materia seca y nutrientes del forraje ensilado y la reducción del impacto ambiental que generaban los efluentes



- ✓ El henilaje es un ensilaje donde el forraje es previamente deshidratado alcanzando valores de entre 35 y 35% de materia seca
- ✓ Su utilización en la alimentación del ganado se desarrolló en los sistemas de alto rendimiento de producción de leche y carne donde las raciones deben cumplir con estándar elevado de concentración de nutrientes en los componentes de las raciones completamente mezcladas (TMR)



- ✓ El marchitamiento previo al ensilado incrementa en forma significativa la calidad de la fermentación, en especial, en ensilajes de leguminosas
- ✓ Esta forma de entregar el ensilaje al ganado ha demostrado importantes incrementos productivos tanto en leche como carne
- ✓ También se ha mencionado que el ensilaje marchito permite mejorar la ingesta en ovinos



- ✓ La mejor alternativa para eliminar o reducir la producción de efluentes sin alterar en forma significativa la calidad del forraje es la deshidratación previa a la cosecha (premarchito)
- ✓ Además de evitar las pérdidas por efluentes este proceso permite tener una mejor calidad fermentativa y un aumento del consumo de materia seca por los animales





## **Henilaje y la ingesta de nutrientes**

---

- ✓ Existe una relación entre la velocidad de secado, cantidad de agua que pierde el pasto en el proceso de deshidratación y la calidad del forraje
- ✓ Estos factores son determinantes en la ingesta de los animales ya que a mayor velocidad de sacado es menor la pérdida de nutrientes y a mayor proporción de MS en el forraje mayor será la ingesta
- ✓ Es evidente que mientras mayor sea el marchitamiento del forraje mayor será la ingesta de materia seca y nutrientes de ellos animales



- ✓ Para comprender completamente la relación entre la pérdida total de agua y el aumento de la ingesta debido al marchitamiento, es necesario comprender el patrón de secado del forraje en el campo
- ✓ El secado de las plantas en el campo es inicialmente rápido cuando el contenido de MS es bajo, pero se ralentiza cuando el contenido de MS es más alto
- ✓ Como consecuencia se produce una relación entre la calidad y palatabilidad del forraje marchito y el contenido de materia seca final obtenido en el ensilado



- ✓ En condiciones de campo la tasa de pérdida de agua del forraje está relacionada principalmente con la radiación solar, la humedad relativa, el viento y el volumen de pasto cortado
- ✓ Los ensilajes pre deshidratados requieren de una adecuada extracción del aire a través del compactado con el objetivo de evitar la proliferación de microorganismos aeróbicos que pueden desarrollar fermentaciones indeseables, principalmente, clostridiales



- ✓ El resultado de un ensilaje mal conservado conduce a ingestas reducidas
- ✓ Cuando se compara este tipo de ensilaje no marchito con un ensilaje marchito, en el que la fermentación normalmente se ha restringido con éxito, se reconoce que la magnitud de los aumentos en la ingesta podría atribuirse a la mejor conservación, así como al aumento en el contenido de materia seca



- ✓ Un elemento que se relaciona en forma directa con la ingesta es la concentración de N amoniacal que es una variable más estrechamente asociada con el aumento de la ingesta que por la deshidratación del forraje
- ✓ Debido a que los niveles de N amoniacal suelen ser altos en ensilajes mal conservados, a medida que aumenta la concentración de N amoniacal en el ensilaje la ingesta disminuye
- ✓ La presencia de amoníaco en los ensilajes está condicionada principalmente al metabolismo de los aminoácidos y los nitratos presentes en la planta por las bacterias
- ✓ Para poder utilizarlo en los criterios de evaluación se necesita expresarlo como porcentaje del nitrógeno total presente en el ensilaje, lo que da una idea de la proporción de las proteínas que se han desdoblado



- ✓ En los ensilajes bien conservados se considera como óptima una concentración menor de 5% de nitrógeno amoniacal como porcentaje del nitrógeno total
- ✓ < 4% es el valor ideal de nitrógeno amoniacal en un ensilaje
- ✓ En conclusión, el aumento proporcional de la ingesta asociado con el marchitamiento está relacionadas con la pérdida total de agua, velocidad de secado, concentración de N amoniacal, digestibilidad de MS y el contenido de proteína cruda



**Producción de leche**

---

- ✓ La inclusión de henilaje en las dietas de vacas lecheras genera un incremento productivo respecto a la utilización de ensilajes de corte directo con bajo contenido materia seca
- ✓ La respuesta en producción de leche está asociada a la velocidad de secado en el campo, menor proporción de N amoniacal, mayor proporción de proteína y mejor digestibilidad de la MS, además de la mayor concentración de MS producto del marchitamiento



**Producción de carne**

---

- ✓ El aumento en la ganancia diaria de peso vivo del ganado de carne debido a la marchitez del forraje se relaciona de manera significativa con la velocidad de secado en el campo y el tipo de dieta que se les proporcione a los animales
- ✓ El aumento de la velocidad de secado aumenta la respuesta en la ganancia de peso vivo de los animales
- ✓ La inclusión de henilaje en dietas con alta proporción de alimentos concentrados pueden reducir la respuesta animal e incluso deprimirla respecto a un ensilaje de corte directo con bajo contenido de MS
- ✓ En producción de carne la mejor respuesta del henilaje también está relacionado con la menor proporción de N amoniacal y mayor concertación de proteína cruda



## **Proceso de elaboración de henilaje**

---

- ✓ La elaboración de henilaje es un proceso tecnológico que requiere el conocimiento de aspectos fisiológicos y nutricionales de las plantas además de aspectos relacionados con el uso de maquinaria especializada en corte y confección de ensilaje
- ✓ Junto a lo anterior es necesario contar con información confiable de pronósticos meteorológicos que permiten programar en forma más segura los tiempos de deshidratado el forraje previo al empacado



**Momento de corte**

---

- ✓ Una de las principales características del henilaje es la excelente calidad que se puede lograr en este producto
- ✓ El adelantar las fechas de corte a estados vegetativos del forraje permite acceder a forrajes de alta concentración y digestibilidad de nutrientes
- ✓ En los sistemas de producción animal se debe buscar la mejor relación entre la calidad y cantidad de forraje cosechado



## Contenido de nutrientes en *Medicago sativa* L. evaluado en cuatro estados fenológicos.

Estado fenológico	% MS	% PC	% FC	% FDA	% FDN	EM (Mcal/kg)	% EE	% Ca	% P	% Mg
<b>Vegetativo</b>	15,5	<b>26,2</b>	21,6	26,7	31,1	2,4	1,53	2,42	0,34	0,25
<b>Botón</b>	24,3	<b>20,7</b>	19,3	22,6	29,7	2,3	1,59	3,7	0,3	0,27
<b>30% flor</b>	27,9	<b>18,9</b>	24,4	29,1	37,0	2,2	1,47	3,3	0,3	0,27
<b>100% flor</b>	33,8	<b>17,7</b>	23,7	28,1	37,0	2,1	1,43	3,0	0,3	0,27

Fuente: adaptado de Anrique *et al.*, 2014.

**Siega del forraje**

---

- ✓ Una de las principales características del henilaje es la excelente calidad que se puede lograr en este producto
- ✓ El adelantar las fechas de corte a estados vegetativos del forraje permite acceder a forrajes de alta concentración y digestibilidad de nutrientes
- ✓ En los sistemas de producción animal se debe buscar la mejor relación entre la calidad y cantidad de forraje cosechado



- ✓ Para desarrollar en forma correcta la siega del forraje se debe seleccionar el equipo según la densidad, altura y volumen de cosecha
- ✓ En la elección del tipo de segadora es importante considerar el rebrote de las plantas
- ✓ La segadora de cuchilla correctamente afilada realiza un corte limpio lo cual permite un mejor rebrote que las segadoras de corte por impacto: disco y tambor



- ✓ La siega del forraje se realiza a una altura del suelo que se define según la especie y su capacidad y necesidad de rebrote
- ✓ El corte debe ser limpio (cuchillas afiladas) lo cual permite el rebrote de las plantas, evita la contaminación del pasto con tierra y reduce los problemas de atolle del forraje en la máquina
- ✓ Las labores de siega pueden ir acompañadas del acondicionamiento del forraje, proceso que se realiza en forma simultánea y tiene por objetivo acelerar el deshidratado



- ✓ La siega del forraje se realiza con segadora que de acuerdo con el sistema de corte se clasifican en segadoras de cuchillas o peine, disco y tambor
- ✓ En el mercado mundial existen diversas marcas de segadoras cada una con elementos diferenciadores y donde algunas son : John Deere, Kneverland, New Holland, Khun, Pöttinger, Maschio-Gaspardo



- ✓ El sistema de enganche permite que las segadoras se mantengan en una posición flotante apoyados en patines, o dispositivos equivalentes; en el caso de encontrar obstáculos se pueden desplazar hacia atrás o hacia arriba
- ✓ Los equipos que poseen acondicionador son de arrastre con ruedas de apoyo y en algunos casos permite trabajar a ambos lados del tractor
- ✓ El equipo integrado por segadora y acondicionador poseen un sistema de suspensión para adaptarse a las irregularidades y a los obstáculos del terreno



- ✓ Las máquinas segadoras están diseñadas para ser enganchadas al tractor en forma lateral o frontal y el mecanismo de funcionamiento está definido por la toma de fuerza del tractor
- ✓ Estos sistemas están diseñados para evitar que el tractor e implemento generen el menor daño a las plantas al momento de corte





## Siega lateral





## Siega frontal y lateral





## Siega frontal y lateral





## Siega frontal y lateral





## Siega frontal y lateral



- ✓ Las segadoras de cuchillas, peine o barra de corte poseen un funcionamiento sencillo donde se disponen dos peines metálicos superpuestos, colocados a baja altura y de forma paralela a la superficie del suelo
- ✓ Las púas del peine son afiladas a modo de cuchillas y el forraje ingresa entre púas donde el movimiento de un peine sobre el otro provoca que las cuchillas corten el pasto en forma limpia simulando una tijera





Segadora de barra



Cuchilla cortadora de segadora de disco



Segadora de disco



En la segadora de discos las cuchillas ubicadas en el eje horizontal rotan a una velocidad de entre 800 y 1.000 rev/min generando un corte del forraje por impacto





Las cuchillas son de fácil remoción cuando se desgastan o quiebran con impacto con objetos contundentes



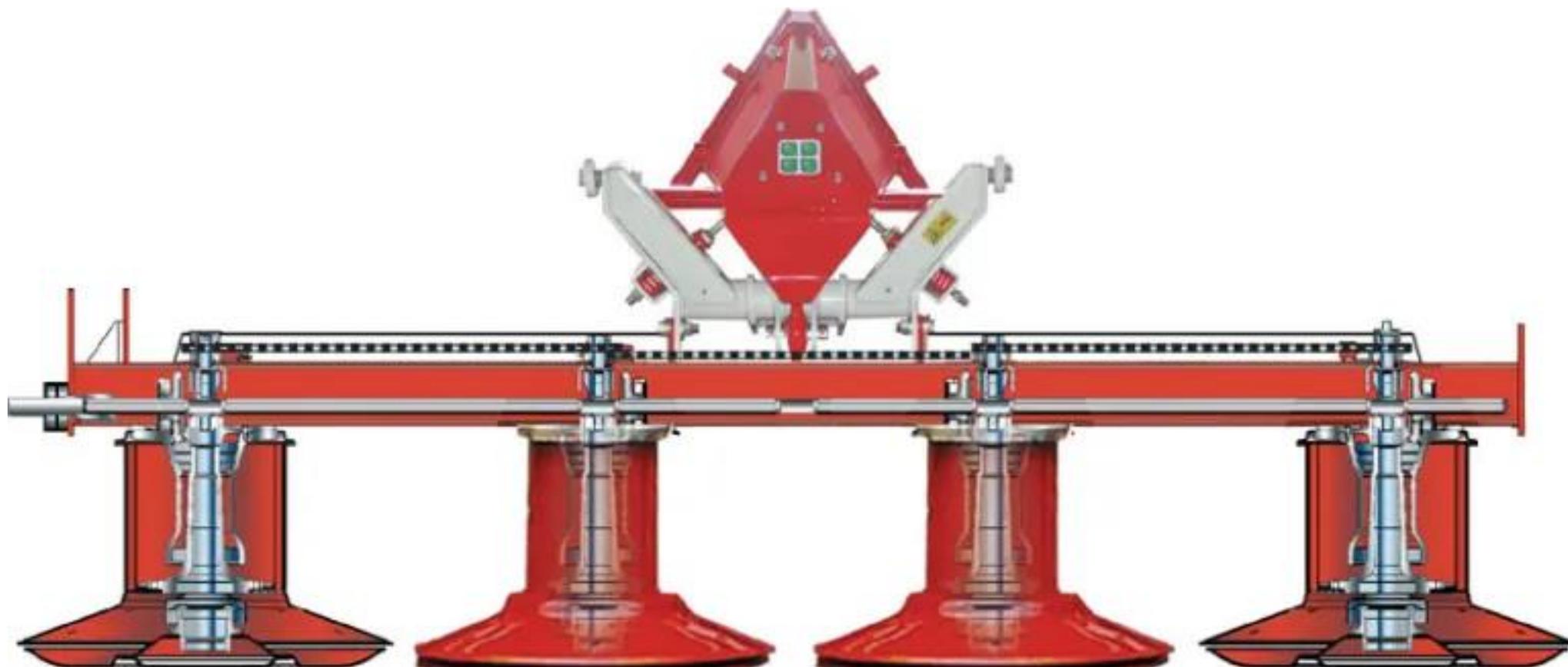


Desgaste de cuchilla cortadora de segadora de disco



- ✓ En la segadora de tambor las cuchillas están situadas en varios discos o tambores que giran alrededor de un eje vertical
- ✓ Cada tambor posee entre 2 y 4 cuchillas y la velocidad de rotación se ubica entre los 1.000 y 3.000 rev/min que permite conseguir velocidades de las cuchillas entre 60 y 90 m/s
- ✓ Este tipo de segadora al igual que la de disco corta por impacto





Segadora de tambor marca Pöttinger

- ✓ La velocidad de trabajo de las segadoras es entre 5 y 15 km/h
- ✓ La segadora de cuchillas por el sistema de corte utiliza una velocidad de avance no superior a 7 km/h
- ✓ La siega con el sistema de cuchilla ofrece un corte más limpio que favorece el rebrote



- ✓ Las segadoras de tambor tienen mayor facilidad para cortar el forraje que se encuentra tendido, pero no son muy adecuadas para especies que requieren un rápido rebrote
- ✓ Las segadoras de discos y de tambores ocupan una posición intermedia, y por su elevada capacidad de trabajo, son las más utilizadas



**Acondicionado del forraje**

---

- ✓ El acondicionamiento del forraje es el proceso que permite aplastar o quebrar los tallos de las plantas con el objetivo de acelerar el proceso de deshidratado
- ✓ El acondicionado se realiza aplastando o quebrando los tallos a través del paso del forraje a través de rodillos o dedos de metal
- ✓ El sistema de acondicionado está situado inmediatamente detrás de los elementos segadores, de manera que todo el forraje pase a través de los rodillos o dedos

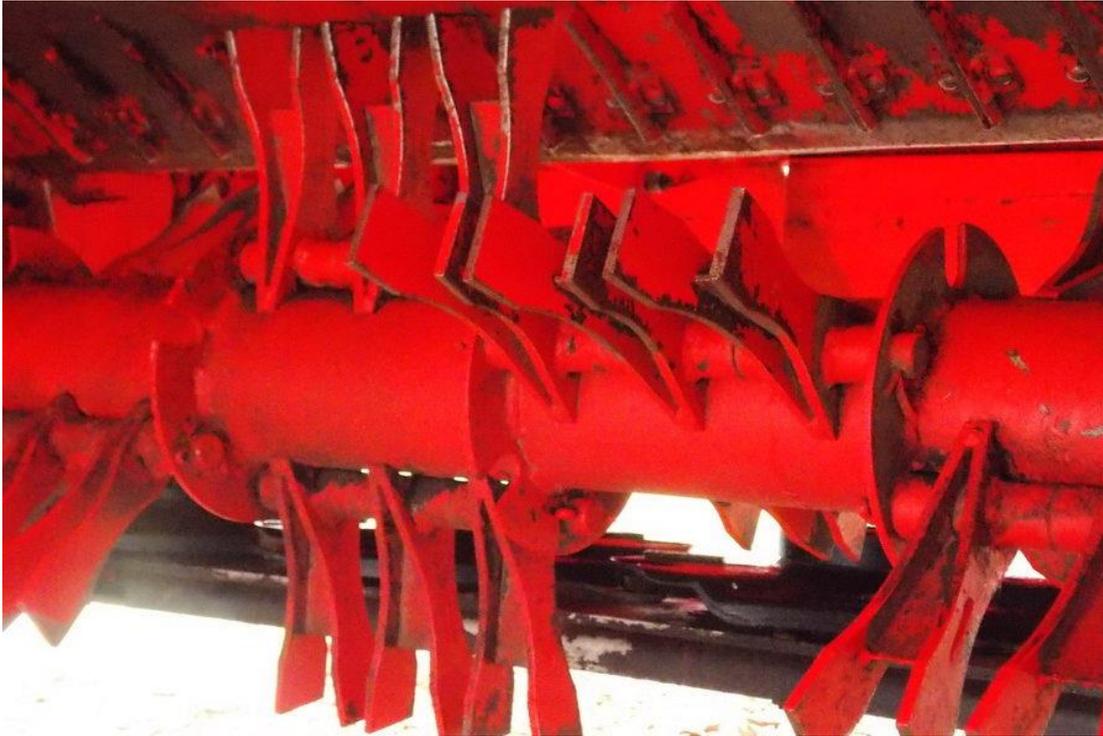


- ✓ La velocidad del rodillo de aplastamiento esta sobre los 10 m/s y el efecto de acondicionado aumenta por la presión que se ejerce entre los rodillos
- ✓ Los tallos quebrados y aplastados logran una deshidratación más rápida que permite reducir el tiempo de exposición de las plantas al sol y la pérdida de sus características originales: contenido de nutrientes, coloración y proporción de hojas
- ✓ Existen dos tipos de acondicionadores: rodillos y dedos, que son fabricado con diferentes materiales como metal o goma



- ✓ El acondicionador de rodillos se prefiere cuando se utiliza con especies que pierden fácilmente la hoja, como la alfalfa y el acondicionador de dedos es especialmente utilizado en pasturas de gramíneas
- ✓ La potencia de requerida para accionar las segadoras acondicionadoras se debe aumentar entre un 20 y 60%
- ✓ El uso de acondicionadores inapropiados puede causar pérdidas importantes de calidad del forraje por caída y rotura de hojas, en especial, en leguminosas





Acondicionador de dedos



Acondicionador de rodillos





Acondicionador de rodillos

# Segadora acondicionadora



**Remoción del forraje**

---

- ✓ La remoción del forraje cortado en campo se realiza con el objetivo de dispersar el forraje y lograr con ello una mayor intercepción de la radiación y secado rápido y uniforme
- ✓ Además, este proceso permite extraer el agua que presentan las plantas en la superficie de tallos y hojas, principalmente, por el rocío matinal



# Forraje post corte semi hilerado





Forraje segado y  
extendido sobre el  
suelo



- ✓ La primera remoción se debe realizar cuando el forraje posea un 40% de humedad
- ✓ Una segunda remoción es posible desarrollar para acelerar la deshidratación, sin embargo, puede reducir la proporción de hojas y por consiguiente la calidad del material henificado



## Remoción de ballica híbrida



## Remoción del forraje



# Rastrillo generando turbulencia





Forraje esparcido  
sobre el suelo



**Desecantes**

---

- ✓ El uso de desecante químicos es una alternativa para acelerar el proceso de secado de las plantas
- ✓ Carbonato de potasio, carbonato de sodio y silicato de sodio son productos que se utilizan para acelerar el secado de leguminosas como alfalfa y trébol rosado, no siendo efectivo en las gramíneas



- ✓ Los desecantes se aplican al momento del corte en dosis de 5 a 8 kilos de ingrediente activo en 350 litros de agua por hectárea
- ✓ Estos productos tienen la función de acelerar la tasa de secado mediante la disolución de la capa cerosa de la superficie de los tallos y pueden reducir hasta en 24 horas el proceso de secado de las leguminosas



**Hilerado del forraje**

---

- ✓ El hilerado se refiere al proceso de poner el forraje cortado en hileras para su posterior colecta y empacado o traslado al silo
- ✓ En zonas cálidas esta labor sirve como protector de la caída de hojas y blanqueado del forraje
- ✓ La estructura de la hilera es un elemento determinante en el secado del forraje cortado
- ✓ Hileras densas y gruesas retardan el secado del forraje debido a la generación de un microclima húmedo que limita la deshidratación del forraje incluso en condiciones climáticas óptimas



## Hilerado de ballica de rotación



# Hilerado de Ballica híbrida





## Hilerado de pastura polifítica





## Hilerado de alfalfa





Rastrillo hilerador  
de dientes  
verticales





La deshidratación del forraje debe ser lenta sin golpes exagerados de temperatura





La deshidratación  
con temperatura  
templada evita el  
amarillamiento y la  
sequedad excesiva  
de la capa  
superficial del  
forraje





El paso del  
rastrillo produce  
hileras que  
permite la  
deshidratación  
del pasto a través  
del paso del aire y  
la cosecha del  
forraje



**Aditivos ensilaje**

---

- ✓ Aunque la fermentación del ensilaje ocurre naturalmente bajo condiciones anaeróbicas debido a la población natural de bacterias en la planta, la velocidad y eficiencia en la fermentación (disminución del pH) es variable, dependiendo del número y tipo de bacterias productoras de ácido láctico en el cultivo
- ✓ La rapidez con que disminuye el pH afecta la cantidad de azúcares utilizados por las bacterias, la preservación de la proteína verdadera, la cantidad de ácidos láctico, acético y etanol, y finalmente la calidad del ensilado
- ✓ La adición de aditivos biológicos permite acelerar y mejorar el proceso de fermentación, conservando el valor nutricional del material original y reduciendo las pérdidas de materia seca durante el proceso de fermentación y conservación del ensilaje



- ✓ Los aditivos biológicos permiten mejorar el uso del almidón y la fibra del forraje conservado
- ✓ Mejora la eficiencia de uso de proteína producto de la reducción de la producción de amoníaco
- ✓ Extiende la vida útil del ensilado mediante la reducción de las pérdidas ocasionadas por hongos y levaduras



- ✓ Permite obtener un producto uniforme, que mantiene la temperatura durante todo el proceso de entrega del alimento al ganado
- ✓ Una vez entregado en el comedero el ensilaje mantiene una temperatura fresca que facilita la ingesta , permite un mejor uso del forraje e incluso el rechazo utilizado para otros grupos de animales es mejor aprovechado



Aditivo



Aspersión del  
aditivo sobre el  
forraje

En la medida que el tractor avanza en la hilera, sobre ella se asperja el aditivo biológico que tiene por objetivo aumentar la densidad de bacterias ácido lácticas que permitirán una rápida y eficiente fermentación





Los dosificadores de bajo volumen de agua se ubican al lado de la cabina del operador y la solución de agua con aditivo se asperja al forraje sobre el cabezal antes de que ingrese a la picadora de forraje





- ✓ Los aditivos biológicos se comercializan en polvo liofilizado el cual se diluye en agua
- ✓ 100 gramos de producto comercial es para 50 toneladas de forraje verde
- ✓ Un frasco se utiliza en 70 bolos





En ensilajes de leguminosas como alfalfa y trébol rosado que poseen un bajo contenido de carbohidratos es determinante el uso de aditivos biológicos para alcanzar en forma rápida una adecuada fermentación ácido láctica



**Transporte al silo**

---



## Recogida de forraje





Cosecha de forraje  
con maquina  
autopropulsada





Cosecha de forraje  
con máquina de  
arrastre





## Almacenaje



**Tamaño de partículas**

---



La emboladora recoge el forraje y dependiendo del objetivo pica el pasto o lo embola con fibra larga (planta completa)





Dependiendo del número de cuchillas es el tamaño de la fibra



**Empacado del forraje**

---



En el interior de la cámara se forma el bolo el cual es primariamente cubierto por una malla que mantiene la forma del bolo





Finalizado este proceso la máquina lo expulsa para ser sellado con el polietileno estirable





El sellado del bolo  
se hace con  
polietileno estirable  
donde dependiendo  
del objetivo se  
utilizan 16 a 24  
vueltas



# Máquina emboladora



# Máquina emboladora y selladora





Sellado del henilaje  
con plástico  
estirable





Las máquinas cosechadoras, emboladoras y selladoras son más eficientes en el uso del tiempo y del equipo de cosecha





Los rollos de polietileno estirable se ubican en pilares laterales que giran y envuelven el bolo hasta dejarlo completamente sellado



## Cosecha de forraje y embalado





Con el bolo sellado  
la máquina lo  
expulsa y localiza  
en el suelo en  
forma ordenada  
para su traslado al  
área de  
almacenaje



Un rollo de polietileno estirable se utiliza en 20 bolos

Un rollo de malla alcanza para envolver 300 bolos



Previo al uso de cada producto se deben leer las instrucciones que indican el grado de estiramiento y condiciones de manejo y almacenamiento





La forma del bolo  
es un indicador del  
contenido de  
materia seca con el  
cual fue  
almacenado





El uso de sello de color  
blanco reduce la  
temperatura interior  
del ensilaje





El color del plástico sellante también es elegido con otras motivaciones como son campañas publicitarias o de orden social y de identificación de propiedad



**Almacenaje del ensilaje**

---

Almacenaje de  
ensilaje ubicado en  
silo zanja





El traslado y el  
movimiento del bolo  
para su  
almacenamiento  
puede causar  
pérdidas irreparables  
para el forraje  
almacenado





Existen normas de almacenamiento que deben ser respetadas para mantener en forma adecuada hasta su entrega al ganado





Volumen:  
1 a 1,2 m<sup>3</sup>

Peso tal como ofrecido:  
550 a 650 kg MV

Peso en Materia seca:  
200 a 220 kg MS



**Entrega a los animales**

---



El henilaje en bolo es de fácil manejo y se incluye en las TMR





Entrega de henilaje en  
ración totalmente  
mezclada (TMR)





Entregada en anillos  
para la  
suplementación del  
ganado en invierno



**Comercialización**

---

# Comercialización de henilaje empacado en bolos





Una de las ventajas de este tipo de ensilaje es la opción de comercialización



# Henilaje

Rolando Demanet Filippi  
Dr. Ingeniero Agrónomo  
Facultada de Ciencias Agropecuarias y Medio Ambiente  
Universidad de la Frontera

Cátedra de Conservación de Forrajes  
2024