

6.1.3 Compactación

La causa de fracaso más frecuente en el silaje de todas las especies es la falta de compactación. En el caso de especies megatérmicas, por las características que tienen las explotaciones en el norte de la república Argentina (grandes extensiones), la distancia entre el lote donde se encuentra el cultivo y el patio de comidas o el lugar donde se emplaza el silo, suele ser bastante considerable, por lo que se presta más atención a los vehículos de transporte (camiones o carros) que transportan el material picado hasta el silo en construcción (para que la picadora no se detenga), que al equipo de compactación. Como se vio en el capítulo respectivo, debemos tener tantos Hp compactando, como tengamos picando. La mejor regla es: mientras más tractores y más pesados tengamos compactando mejor. En silos aéreos, siempre el tractorista de mayor destreza, debe ser el que maneja el tractor encargado de subir y acomodar el material que descargan los camiones o carros forrajeros. Los que posean menos habilidad al volante, deberán estar avocados a la tarea de compactación en la parte superior del silo. En silos bolsa un buen consejo es no dejar la batea descargada mientras se está armando la bolsa, es decir desconectar el rodillo compactador de la embolsadora con la batea cargada, hasta que llegue el siguiente camión o carro. Esto provoca que no perdamos compactación en la bolsa y también ayuda a bajar el repicado del material.

6.1.4 Extracción y suministro

Alrededor del 40 % MS se pierde en promedio en este conjunto de tareas. El buen sellado del silo, preservar su cobertura o la integridad de la bolsa, y cuestiones relacionadas al manejo de la pala frontal y del acoplado mixer, ayudan a bajar este porcentaje de pérdidas.

6.1.5 Factor fundamental en silos de estas especies: Inocularlos

Cuando se piensa en realizar un silo de especies megatérmicas, la inoculación bacteriana no debería ser un opcional. Los inoculantes bacterianos poseen una población de bacterias específicas que transforman el ácido acético en ácido láctico, lo que promueve la fermentación del silo de estas especies, al provocar un rápido descenso del pH. Esta baja del pH también sirve de controlador biológico contra las levaduras y hongos perjudiciales que se encuentran en la estructura del silo.

Como recomendación técnica se sugiere aumentar la dosis de inoculantes bacterianos en silos de pasturas mega térmicas.

En las condiciones de trabajo en especies megatérmicas, se debe prestar mucha atención a la viabilidad del inoculante. Como recomendación se sugiere no inocular cuando la temperatura de la mezcla de inoculante presente en el tanque de la picadora o de la embolsadora, supera los 35 °C, ya que superado ese límite, la población bacteriana baja marcadamente y por ende la inoculación fracasa.

Los diferentes tipos de aditivos y las distintas metodologías de aplicación están explicados en los capítulos de aditivos y sus efectos del silaje (capítulo 15) y picadoras (capítulo 13), respectivamente, de este manual técnico. Lo explicado allí sobre los diferentes efectos de cada tipo de aditivo e inoculante y las metodologías de distribución de las mezclas, se aplica de igual forma en los silos de especies megatérmicas.

11 Silaje de Pasturas



Cuando se trabaja en la elaboración de pasturas para silajes, se deben considerar principalmente dos conceptos o metas a alcanzar:

- 1. Un alimento de alto contenido proteico, sin ser la metodología, ni las herramientas disponibles ni tampoco la facilidad de trabajo, una excusa para modificar el estadio fenológico de aprovechamiento para alcanzar este objetivo, sabiendo que existe un proceso o protocolo de trabajo a cumplir.*
- 2. Un forraje de alta digestibilidad de fibra e inclusión en las dietas, determinando que su nivel de FDN no sea una limitante para el consumo, sabiendo que en la mayoría de los casos este tipo de forraje conservado puede ser destinado a categorías de poco desarrollo con un volumen ruminal, aún no del todo desarrollado.*

Estos dos factores deben ser tenidos siempre en cuenta, dado que si no, será muy fácil caer en el error que para favorecer el trabajo rápido o simplificar los procesos o protocolos de elaboración se incurra en errores, que luego compliquen la calidad final del forraje y/o su inclusión en las dietas de rodeos, en los que la proteína de alta digestibilidad es esencial para su performance productiva y económica.

Dentro del silaje de pastura debemos dividir dos grupos:

- **Leguminosas:** aquí se destaca el silaje de alfalfa pura y las pasturas consociadas de tréboles y alfalfa con diferentes gramíneas. Son principalmente una fuente de fibra y proteína bruta.
- **Cereales de invierno:** las especies más utilizadas son cebada, raigrás, trigo, triticale, centeno, avena, entre otros. También son una fuente de

fibra, pero en este caso con la posibilidad de generar un aporte energético.

El silaje de alfalfa es un forraje que está consolidado en todas las cuencas lecheras del país y tiene un alto grado de adopción en nuestros sistemas productivos, pero debe destacarse el crecimiento que se ha producido con el silaje de cereales de invierno en los últimos años, principalmente porque se integran muy bien a la secuencia de cultivos incrementando la producción de forrajera por hectárea y año, amplían el espectro de producción más allá de los tradicionales silajes de maíz y sorgo, ya que a su vez encajan muy bien en la rotación, desocupan temprano el lote y permiten la realización de doble cultivo (soja y maíz).

1. Eficiencia del proceso de ensilaje de leguminosas

Las pérdidas en el proceso de ensilaje ocurren en el campo, durante la conservación y almacenamiento del forraje.

Las pérdidas en el campo se originan de la respiración de las plantas, acción del clima e ineficiencia en la cosecha. Las pérdidas de MS por respiración constituyen, en diversas condiciones, aproximadamente del 1 a 2 % del peso seco de las plantas, por hora que permanece el forraje cortado en el campo, aunque las pérdidas del valor nutritivo son de alguna manera mayores, ya que afectan fundamentalmente a los carbohidratos solubles en agua que son altamente digestibles.

De todos modos mediante la utilización de cortadoras acondicionadoras, estos niveles de pérdida tanto de carbohidratos solubles como mermas físicas (principalmente de hojas), se ven reducidas en gran escala, de acuerdo a ensayos realizados en INTA Manfredi y que se detalla en el capítulo 6 de corte.

Donde las condiciones agroclimáticas para el secado del forraje son desfavorables, las pérdidas en el campo se incrementan en forma marcada, particularmente si el proceso de marchitamiento es prolongado y el cultivo es afectado por alguna lluvia.

Las pérdidas en el silo se deben al metabolismo aeróbico de las plantas y de los microorganismos.

Condiciones de presencia de oxígeno del aire prolongada resultan directamente en una ineficiencia en la conservación, como resultado de la oxidación de los azúcares de las plantas, a la vez que permiten el desarrollo de los clostridios y levadu-

ras que llevan a un proceso de fermentación con pobres características de preservación.

Otro punto a considerar es que la presencia de oxígeno permite la respiración del forraje y ésta favorece el incremento de temperatura, lo cual además hace que la proteólisis o desnaturalización de la proteína verdadera se haga presente con la consiguiente conversión de este último en nitrógeno amoniacal o nitrógeno no proteico.

Las pérdidas en la fase líquida (efluentes), pueden alcanzar valores que oscilan entre el 6 % y el 8 % de la MS del cultivo ensilado. Estas varían en cierto grado, según el método elegido, pero pueden reducirse virtualmente a cero en forrajes cuyo porcentaje de humedad oscile entre 55 % y 60 %, lo cual es fácilmente alcanzable con el método de premarchitado o preoreo.

En algunas circunstancias, luego de ser abierto el silo para su utilización, pueden ocurrir pérdidas adicionales y sustanciales del ensilaje (hasta el 10 %), debido a oxidaciones secundarias o deterioros aeróbicos debido a la acción de bacterias, levaduras y hongos. Este tipo de pérdidas se dan en su mayoría en silajes que contienen más del 70 % de humedad y un alto nivel residual de carbohidratos solubles en agua.

Se debe recordar además que un llenado lento del silo, o bien pobres características fermentativas del material ensilado (tal el caso de algunas pasturas por una relación azúcar/proteína baja como la alfalfa), generan fermentaciones de tipo acética, lo que si bien a primera vista parece favorable por la estabilidad durante la fase de extracción, genera un forraje con menor cantidad de carbohidratos disponibles y por lo tanto un menor aprovechamiento de la proteína de la pastura original.

1.1 Objetivo de la confección de silaje de alfalfa

Dos de los elementos que mayor importancia tienen en la nutrición animal son las proteínas y la energía. Ambos pueden ser aportados por los silajes.

Las proteínas se encuentran en mayor cantidad en silos de alfalfa o pasturas mezclas leguminosas y gramíneas; en cambio en silos de maíz, sorgos o cultivos de invierno de planta entera, o grano húmedo, el elemento que predomina es la energía.

En todos los casos, los procesos químicos que ocurren son los mismos, comenzando con una fase



Figura 11-1 El silo de alfalfa es una excelente alternativa proteica para el balanceado de dietas.

aeróbica en la que comienza el desarrollo de bacterias generadoras de ácido acético, para pasar luego a la fase en la que se incrementa la población de bacterias lácticas y ocurre una disminución importante del pH, para de esa forma obtener un silaje que mantiene el valor nutricional y bien conservado.

En el capítulo de silaje de maíz y sorgo, se vieron los distintos procesos químicos por los que pasa el forraje a medida que se confecciona el silo, durante su conservación y su suministro. Para el caso de silaje de pasturas hay que tener en cuenta ciertas consideraciones y factores especiales, para que estos procesos ocurran con la mayor eficiencia posible y que el forraje conserve su óptima calidad.

La primera condición a tener en cuenta cuando se confecciona un silo de pasturas es asumir que lo que se busca es proteína de calidad, por lo tanto, se debe priorizar el corte en los estadios de la planta en que exista una relación adecuada entre calidad y volumen, además de respetar todas las consideraciones mecánicas de tratamiento del forraje, que se describieron en los capítulos de henufificación, como corte, rastrillado, acondicionado, etc. De igual modo, todo lo referente al Valor Relativo del Forraje (VRF) y a la obtención de fibra de alto valor nutricional que permita alta inclusión en las dietas y una digestibilidad que potencie y acelere el capital genético de los rodeos.

Otro aspecto a tener en cuenta es el sistema de alimentación que estamos utilizando y la cantidad de forraje a conservar. Estos aspectos son los que nos llevan a decidir entre la confección de silaje de pasturas o la confección de henolaje, aunque es de destacar que este último está prácticamente en desuso en Argentina por una cuestión de practicidad, costos, volumen y calidad final obtenida (Figura 11-1).

Si el sistema de alimentación trabaja con raciones balanceadas y mixers (ración totalmente mezcla-

da), el silo de pasturas es el complemento ideal, ya que facilita la extracción y suministro y es más sencillo de mezclar sin necesidad de un molido previo, como sería en el caso de utilizar rollos de henolaje; a menos que se cuente con mixers que tengan la capacidad de desmenuzarlos o rotoenfardadoras con sistema de procesado de fibra.

Otro aspecto a considerar es el volumen, un factor que ayuda en la toma de la decisión. Si el volumen de forraje que se va a conservar no alcanza para confeccionar una bolsa (200 mil kg MV), se debería pensar en confeccionar henolaje. Esto se debe a que las pérdidas de un silo son cuantitativamente mayores a medida que el tamaño del mismo se reduce, pero de todos modos es importante considerar que se pueden elaborar silajes más pequeños, en forma de bolsa, para hacer aprovechamientos parciales de los lotes.

1.2 Factores que determinan la calidad del silaje de alfalfa

Tal como ocurre para los silajes en general, son diversos los factores que interactúan y determinan la calidad del silo. Pero hay un denominador común para todos los silajes, es que cualquier proceso de conservación no mejorará la calidad original del forraje.

Para el caso concreto de alfalfa, como es conocido para cualquier leguminosa, la relación azúcar/proteína no es la más apropiada para que el proceso fermentativo se inicie rápidamente, por lo que las consideraciones y cuidados a tener presentes se acentúan.

Un factor fundamental a tener en cuenta para la confección de silos de alfalfa es la época del año, ya que las concentraciones de bacterias lácticas y de azúcares varían según se realice en primavera, verano u otoño. Normalmente los silos confeccionados en octubre y noviembre (primavera) tienen mayor calidad debido a que la concentración de azúcares es alta y el desarrollo de bacterias ácido lácticas se ve favorecido por las condiciones ambientales (normalmente en esta época se tienen 24 h de secado, lo que permite un buen desarrollo bacteriano).

Los silos que se confeccionan en diciembre, enero y febrero tienen calidad regular, a causa de que el pasto se seca muy rápidamente por lo que, a pesar de haber un bajo consumo de azúcares, tampoco hay tiempo suficiente para un buen desarrollo bacteriano, lo que provocaría ciertas dificultades en la fermentación y en este caso sería un poco más

necesaria la aplicación de algún tipo de inoculante para asegurar la fermentación, pero siempre sin descuidar el proceso o protocolo mandatorio para la obtención de calidad en los silos de pasturas.

Los silos de otoño son los de peor calidad, porque en esta época se combinan tres condiciones desfavorables, por un lado los porcentajes de azúcares en planta son muy bajos, por otro lado las bajas temperaturas de la época no permiten un buen desarrollo bacteriano y por último la frecuencia de lluvias y la alta humedad relativa impiden que el material se seque en forma pareja.

Un punto a considerar, es que si en el corte se utilizan cortadoras acondicionadoras, éstas favorecen el desarrollo de bacterias que van a colonizar toda la masa de silo, mejorando las condiciones fermentativas (Figura 11-2).

En el caso de las gramíneas, el factor de riesgo de una mala fermentación disminuye debido a que éstas tienen un alto porcentaje de azúcares, lo que favorece la multiplicación bacteriana y provee un mejor medio para una correcta fermentación además de un menor contenido proteico, sabiendo que altos niveles de N son perjudiciales para la fermentación láctica.

En las leguminosas, en cambio, el elevado contenido de proteínas desempeña un efecto tampón o buffer (principalmente por el alto contenido de N de la proteína), dentro del proceso de conservación, retarda la acidificación, sumado al hecho de que al contener una menor concentración de azúcares, la multiplicación bacteriana tampoco se ve

favorecida, dificultándose aún más la obtención de silaje de alta calidad.

Además de las bacterias productoras de ácido láctico, otros organismos como hongos, levaduras y especialmente clostridios están presentes en el silo. Estos metabolizan los azúcares y el ácido láctico para producir butirato.

Como consecuencia, la actividad de estas bacterias retarda o invierte la normal reducción en el pH que se da en el silo y el período de fermentación se extiende y se pierde parte del forraje, con un silaje resultante que tiene bajo valor nutritivo y pobre aceptación por parte de los animales.

El forraje cuando está en pie, posee una baja concentración de bacterias lácticas, las que se encuentran mayormente en las magulladuras o laceraciones del mismo y allí también se encuentran presentes los clostridios, solo que están en forma de esporas.

Al cortar el forraje, el número de organismos productores de ácido láctico aumenta rápidamente y su multiplicación continúa durante los primeros días de fermentación del silo para luego comenzar a decrecer.

La población de clostridios también se va incrementado, pero la mayor o menor multiplicación de los mismos depende de las condiciones en que es confeccionado el silo, inhibiéndose su crecimiento a altas presiones osmóticas, lo que coincide con el descenso del pH del medio.



Figura 11-2 Cortar alfalfa con segadoras acondicionadoras favorece el desarrollo de bacterias y mejora las condiciones fermentativas

Para que todos estos procesos de fermentación se realicen correctamente en la confección de silos de leguminosas, se debería considerar una serie de factores que son los que permitirán obtener un alimento de calidad para el rodeo, a la vez que facilitarán el trabajo, permitiendo eficientizar el aprovechamiento de la maquinaria y del forraje a conservar.

Entre los principales factores que afectan la calidad del silaje a lograr, se puede mencionar:

1. Elección del lote o pastura para confeccionar el silo.
2. Momento óptimo de corte.
3. Contenido de humedad al momento de picado.
4. Tamaño y uniformidad de picado.
5. Contaminación del forraje a conservar.
6. Correcta elección de la estructura de almacenaje.
7. Utilización de aditivos.

1.3 Factores que determinan la solubilización de las proteínas

El problema más grave que se enfrenta cuando se confeccionan silajes de alfalfa, son los factores que determinan la solubilización de las proteínas dando como resultado compuestos nitrogenados y compuestos no nitrogenados.

Esto genera dos Desventajas:

- una mayor demanda energética para volver a formar las cadenas proteicas necesarias para la producción, con uso ineficiente de los recursos energéticos de la dieta o bien con mayor demanda de ellos y la consiguiente pérdida de eficiencia que algunas veces se traduce en pérdida económica.
- falta de proteína verdadera y de aminoácidos esenciales a nivel ruminal, para un correcto crecimiento microbiano.

Los factores que mayor influencia tienen en la solubilización de las proteínas son:

Temperatura del silo: un llenado rápido de los silos con una tasa de alimentación constante, además de una correcta compactación y tamaño de picado uniforme, reducirán la temperatura de los silos, principalmente por el acortamiento de la fa-

se aeróbica, y cuando ésta existe, la tasa de respiración se reduce generando una temperatura menor, bajando la tasa de solubilización de proteínas.

Humedad: cuando se trabaja en forma eficiente en el preoreado, además de una correcta determinación del porcentaje de humedad óptimo para la confección del silo, se está bajando en gran medida la tasa de solubilización de proteínas.

A tal efecto podemos decir que deberíamos tratar de trabajar con el menor contenido de humedad que se pueda, sin afectar la compactación del forraje y por lo tanto los procesos fermentativos.

pH levemente alcalino ≥ 6 : los silos de pasturas en base a leguminosas, por lo general tienden a ser levemente alcalinos y es por ello que todo lo que se pueda hacer en relación al descenso del mismo, es útil, para evitar el efecto de solubilización de proteínas. **La compactación por un buen tamaño de picado, un momento óptimo de confección corrigiendo el porcentaje de humedad a los fines de concentrar los hidratos de carbono solubles, e incluso en algunos casos el uso de aditivos bacterianos, son herramientas que ayudan al respecto.**

Cabe destacar que si bien se buscan niveles de pH bajos, en las pasturas siempre habrá niveles de acidez superiores a los que se acostumbra con otros tipos de silajes, como con el maíz o sorgos (Figura 11-3).

De acuerdo a lo que se observa en la Figura 11-3 en donde la línea azul expresa la evolución del pH en un silaje de maíz y la roja en uno de alfalfa, cuando se realiza un silaje con esta última especie, por ejemplo se pueden tener un nivel de pH cercanos a 5,5 cuando los niveles de humedad alcanzan el 40 %.

1. **Tiempo de ensilado (las proteasas se inhiben luego de 15 días de ensilado):** Siempre que se logre la estabilización de los silos lo más rápido posible, se mejorará la calidad final del mismo, disminuyendo además la demanda energética por parte de los animales que con-

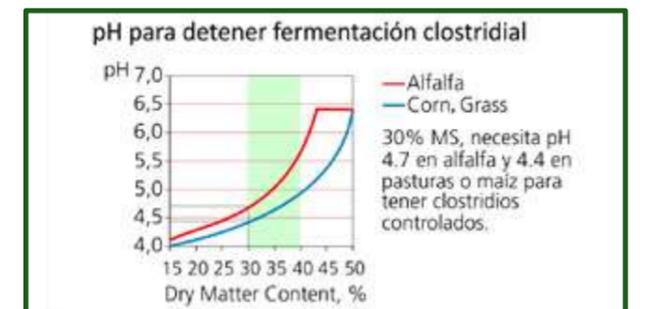


Figura 11-3 pH comparativo entre un silo de maíz (línea azul) y uno de alfalfa (línea roja)

suman los silajes de pasturas confeccionados en forma eficiente, debido a que se disminuyó al máximo el grado de solubilización de proteína en los silajes proteicos producidos y la presencia de nitrógeno amoniacal se ve minimizada.

Un parámetro a considerar, cuando se realizan análisis de silaje de alfalfa, es el nitrógeno amoniacal sobre nitrógeno total.

Este punto nos dará una idea real de la calidad de la fermentación y el proceso total logrado, pudiendo estimar el nivel de solubilización de proteínas durante el proceso fermentativo de conservación.

Esto es importante debido a que si no, se medirá solamente el nitrógeno y se puede caer en el error de creer que todo el N presente se debe a la proteína, pero muchas veces puede no estar disponible para una producción eficiente.

1.4 Elección del lote de pastura para confeccionar el silo

Cuando elegimos el tipo de pastura que se destinará, para confeccionar silaje, se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- Calidad nutricional de la pastura.
- Volumen de MS que produce.
- Facilidad para ser ensilada (capacidad de fermentación).

En cuanto a la calidad nutricional, se debe tener en cuenta qué elemento principalmente aporta el forraje a conservar, de modo tal de ensilar el material que cubra los requerimientos del rodeo que se alimentará con el mismo.

Es importante considerar el volumen de MS producido por dicha pastura, el cual debe ser el mayor posible. Muchas veces es preferible implantar una pastura que tenga un poco menos de calidad pero que produzca un volumen de MS suficiente que justifique la confección de un silo, con una adecuada relación costo/calidad nutritiva (Figura 11-4).

Por último, saber qué tipo de pasturas son más fácilmente "ensilables", ya que muchas veces no se cuenta con la maquinaria adecuada para realizar el silo en tiempo y forma, por lo que elegir una pastura de mayor capacidad fermentativa puede ser una solución para la obtención de forrajes de alta calidad.

Las gramíneas poseen una mejor relación azúcar/proteína, facilitando el desarrollo de bacterias promotoras de ácido láctico y por consiguiente una me-

jor fermentación con mayor valor nutricional final, sumado a que esto trae aparejado una mayor plasticidad en cuanto a época de confección del silo.

Otro factor a considerar es el uso previo del lote destinado a silaje, ya que a veces, fundamentalmente cuando se trata de alfalfa, se comete el error de elegir el potrero con la pastura más vieja y degradada, o un potrero que ha sido intensamente pastoreado y pisoteado por los animales y en el que quedan muchos restos de broza y bosteo.

Todo esto va en detrimento de la calidad del silo, ya que implica la utilización de pasturas de mala calidad, que al cortarlas dan origen a andanas de poco volumen que resultan más difíciles de picar en forma adecuada, o lo que es peor, obligan a utilizar en forma excesiva el rastrillo para conformarlas apropiadamente, actividad mediante la cual se aporta tierra, broza de la cosecha anterior y bosteo de los animales a la andana, además de producir el desprendimiento de las hojas, que como se recuerda, es la parte de la planta con mayor valor nutricional (Figura 11-5).

Todo esto da como consecuencia un material altamente contaminado, en el que ocurren fermentaciones indeseables debido al desarrollo de bacterias clostridiales, las que producen una fermentación butírica y por consiguiente un silo de bajo valor nutritivo y alto porcentaje de pérdidas, o lo que es peor, pueden permitir el desarrollo de bacterias tipo listeria, las que son altamente tóxicas para el animal e incluso para el hombre.



Figura 11-4 Cuando se analiza la posibilidad de ensilar un lote, unos de los puntos a evaluar es la densidad de plantas del mismo para asegurar una buena producción de MS.



Figura 11-5 El cuidado en la elección del lote también tiene que ver con la contaminación del material que se va a ensilar. Los restos de heces son perjudiciales para la fermentación.

1.5 Cuál es el lote de alfalfa ideal para la confección de un buen silaje

Lo más apropiado es elegir una pastura nueva, con una alta población de plantas por m² que aporten un elevado volumen de MS/ha, lo que permite obtener andanas de mejor estructura y tamaño, disminuyendo la necesidad de utilizar rastrillos y minimizando de esta forma el riesgo de incorporar tierra.

En relación a los costos de confección del silaje, nunca se debe dejar de considerar que la maquinaria en líneas generales "cobra por superficie" y en cuanto mayor cantidad de forraje aporte la hectárea de pastura, menor será el precio del kg MS producida.

Otro factor, es que al no haber sido pastoreada, no existen restos de heces que contaminen el forraje (Figura 11-5), además de que la superficie del lote se mantiene más pareja, lo que permite un mejor trabajo de las segadoras, rastrillos y por sobre todas las cosas, los cabezales recolectores de las máquinas picadoras, evitando o disminuyendo la incorporación de tierra, materiales extraños dentro del forraje que se está picando, dando como resultante un proceso más previsible, parejo y de mayor calidad final.

1.6 Momento óptimo de corte de la alfalfa

La calidad del forraje conservado depende en un 70 % del momento en que se realice el corte. Cortando en el momento óptimo, se logra cosechar el forraje cuando éste presenta la mejor combinación entre cantidad y calidad (ver capítulo 4).

Al respecto, se debe destacar en este punto en particular, que algunas veces para simplificar el proceso de confección, se altera el protocolo de

utilización variando el momento de corte con el objetivo de concentrar MS, pero eso en la mayoría (sino en la totalidad) de los casos va en detrimento del valor nutricional del forraje, ya que al cortar en un estadio fenológico más avanzado, siempre se disminuirá la digestibilidad del forraje, se resiente la capacidad de ser consumido por incremento de la FDN, además que pasada la floración o bien iniciada ésta, los niveles proteicos decaen independientemente del tipo de pastura que se trate.

Para la alfalfa, y sobre todo cuando se trabaja con variedad de genética moderna, en donde las plantas elongan lo más posible para finalmente florecer, lo ideal es aprovechar el cultivo cuando se inician los rebrotes basales, de igual manera que fue citado en el capítulo de henificación.

Cuando se observan dichos rebrotes se puede asegurar que el sistema de reserva radicular está completo y que se originará un nuevo individuo (rebrote), con lo que no cobra sentido demorar el corte (Figura 11-6).

Si se corta antes, se consigue incrementar la calidad aunque se resigna cantidad de MS a conservar, además de producir un envejecimiento prematuro de la pastura en el caso de la alfalfa. Por el contrario, si se demora el inicio del corte, se logrará conservar mayor cantidad de MS/ha pero esta tendrá menor digestibilidad y por consiguiente se obtendrá un forraje con menor valor nutritivo. Cuando se trabaja con pasturas consociadas, se debe tomar como referencia el punto óptimo de la pastura predominante, ya que es esta la que determinará el tipo de fermentación y por ende la calidad del forraje conservado (Tabla 11-1).



Figura 11-6 Cuando se observan los rebrotes basales, el corte favorecerá el desarrollo de los mismos sin afectar la producción de la pastura

Tabla 11-1

Comparación entre silajes según momento de corte. Fuente: INTA Rafaela.

Pastura	Estadio fenológico	MS	PB	FDA	FDN	DIVMS
Alfalfa	10 % floración	24,1	21,3	43,7	35,3	60,8
Alfalfa	50 % floración	26,1	14,3	64,7	40,5	51,8
Avena	Grano lechoso	26,5	11,9	60,9	38,2	51,2
Avena	Grano pastoso	35,0	11,6	65,8	37,1	43,8

1.7 Porcentaje de humedad del forraje a picar

El contenido de humedad al momento del picado es uno de los factores que mayor influencia tiene en el proceso de conservación. Un ejemplo de esto lo dan los altos valores de pérdidas de MS que sufre el forraje a través de efluentes, cuando se pica con humedades excesivamente altas, los que pueden alcanzar valores de 60 a 70 gramos de MS por kg de material original (6 a 7 %).

Un forraje que tenga un porcentaje de humedad mayor al 85 %, producirá aproximadamente 180 litros de efluente por tonelada, mientras que si el porcentaje de humedad está en valores cercanos al 75 %, el efluente producido oscilará entre los 20 y los 75 litros por tonelada.

Si se pretende obtener alta calidad en los silajes de pasturas, debe cortarse en el momento óptimo para cada especie.

Para que la fermentación se realice en forma correcta, el forraje debe picarse cuando contenga alrededor del 40 – 45 % de MS y en el caso de que se trabaje con sistema de almacenaje en bolsas plásticas incluso se puede superar el 45 % de MS.

En el caso puntual del silaje de alfalfa, la concentración de carbohidratos solubles es fundamental en la confección de silajes proteicos y el preoreado es el método más eficiente para lograr dicho objetivo.

Lo más conveniente para lograr estos porcentajes de humedad en forma rápida y eficiente es la utilización de cortahileradoras provistas de rodillos acondicionadores.

Este tipo de maquinaria favorece un rápido oreo por las vías de salida del agua que provoca en los tallos, facilitando la concentración de nutrientes con mínima pérdida por respiración.

Es importante la utilización de corta hileradoras de disco con plataforma flotante, ya que éstas copian continuamente las irregularidades del terreno y cortan la pastura a una altura regular y uniforme,

permitiendo a los cabezales de recolección trabajar de manera eficiente sin riesgos de incorporación de tierra.

La utilización de este tipo de implementos permite obtener la humedad deseada en el forraje en menos tiempo que cuando se utilizan cortadoras sin acondicionador, minimizando el tiempo de permanencia del forraje en el campo, con el riesgo de que lo afecte alguna lluvia, incluso perdiendo calidad, debido a que durante la respiración dicho forraje consume los carbohidratos que le son esenciales para una correcta fermentación dentro del silo, a la vez que disminuye su calidad nutricional.

A pesar de que parezca contradictorio, una buena práctica es (en el caso que haga falta), hilarar el forraje casi inmediatamente después de cortado ya que si en algún caso se produce una demora en el equipo de trabajo, la humedad correcta del forraje se va a mantener por más tiempo pudiendo picar mayor cantidad de forraje en el momento óptimo de acuerdo a su nivel de MS. Para este tipo de material pesado, lo más correcto es utilizar rastrillos giroscópicos (Figura 11-7).

Debe quedar claro que los cabezales de corte picado directo no son los apropiados para trabajar en la confección de silajes de alfalfa. El argumento, muchas veces escuchado, que con estos cabezales el contratista o el productor pueden realizar silaje de maíz, sorgo o pasturas sin necesidad de disponer de dos cabezales pierde sustento, ya que por lo antes mencionado la única forma de poder cortapicar la pastura en forma directa en el momento que contenga el porcentaje de humedad apropiado (60 %), es cuando se encuentra en un estadio fenológico avanzado de su madurez, con lo que se lograría una fermentación correcta pero el valor nutricional del silo sería de regular a malo.



Figura 11-7 La utilización de rastrillos de grandes anchos, ayuda a conservar el porcentaje de humedad correcta del forraje.

La manera más eficiente de trabajar para lograr un buen silaje de pasturas de alfalfa, es utilizando corta hileradoras equipadas con acondicionadores mecánicos, esperar a que el forraje tenga el porcentaje de humedad adecuado y luego comenzar a trabajar con la picadora con recolector de hileras (Figura 11-8 y Figura 11-9).

A los fines de hacer más eficiente el uso de maquinaria, lo ideal sería contar con corta hileradoras de grandes anchos de trabajo, para lograr hileras voluminosas minimizando la utilización de rastrillos.

De esta manera se bajan costos operativos, y se mejora la capacidad de trabajo de las picadoras sumado a que se minimiza el riesgo de contaminación con tierra del forraje.

La determinación exacta del porcentaje de humedad al momento de picado, es uno de los aspectos fundamentales de ajuste, teniendo en cuenta que el porcentaje óptimo de humedad para la confección de un silo de alfalfa, como ya fue mencionado, está entre el 60 % y 55 %. En el caso de un silo aéreo es conveniente trabajar cerca de 40 % de MS, mientras que se puede confeccionar un poco más seco cuando se ensila en bolsa por la facilidad de lograr condiciones de anaerobiosis.

La importancia de realizar los silos de alfalfa con estos porcentajes de humedad, reside en que por debajo de estos no se logra una correcta fermentación, obteniéndose un silo atabacado y con alta población de hongos y por consiguiente micotoxinas (Figura 11-10), mientras que si trabajamos por encima de estos rangos, tendremos una gran cantidad de pérdidas por efluentes, que son los que contienen todos los nutrientes digestibles de mayor calidad de la pastura que estamos ensilando, además de producir una fermentación indeseable (tiende a ser butírica en especies de alto contenido proteico).



Figura 11-8 La forma correcta de realizar un silaje de alfalfa es realizando el corte de la pastura, preoreado y luego recolectado con la picadora equipada con el pick-up.

1.8 Medición de humedad a campo

Para poder estimar el contenido de humedad del forraje, existen diferentes métodos por medio de los cuales se valora la MS ó directamente el porcentaje de humedad que éste posee.

Un método práctico, es el que se describió en el capítulo de henolaje, con la utilización de horno microondas.

La utilización de humidímetros electrónicos es un sistema práctico y de bastante exactitud, además de estar ahora disponibles en el mercado a precios accesibles (también fueron descriptos anteriormente).

Un detalle a tener en cuenta es que cuando se utilicen humidímetros como los que tienen solo sensores de puntas para medir humedad en los rollos, se debe retorcer el forraje tratando de generar condiciones de compactación y luego introducir el sensor en el mismo, para realizar la lectura correspondiente (Figura 11-11).

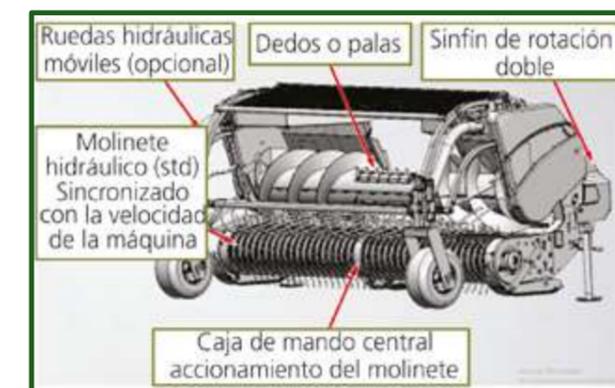


Figura 11-9 Detalle de cabezal recolector pick-up de una picadora.



Figura 11-10 Silaje oscuro y con alta concentración de hongos, por excesivo y/o falta de compactación

De todos modos cabe agregar que siempre es mejor trabajar con los aparatos que miden humedad dentro de baldes con el sensor correspondiente, teniendo en cuenta siempre que los baldes o recipientes utilizados para simular las condiciones de compactación, deben ser de material plástico, para no alterar la conductividad eléctrica y por consiguiente la medición (Figura 11-12).

Cuando se confeccionan silos de alfalfa, no se deben ahorrar esfuerzos en la identificación del correcto porcentaje de humedad del material, ya que este factor es determinante para el logro de un forraje altamente digestible, con el menor porcentaje de pérdidas posible.

Un método de trabajo que ayuda a incrementar la eficiencia o ajuste de la medición de humedad, es tomar muestras de la hilera de pasto y hacer una lectura, posterior a la misma, hacer una prueba de picado y en este caso, hacer la medición con material picado.

Por lo general se establecen diferencias de entre 6 y 10 puntos de MS, lo cual se puede deber a dos factores fundamentales:

Al cortar el forraje existe ruptura de pared celular, lo cual puede liberar mayor cantidad de fluidos en la masa analizada.

El forraje picado, logra mayor contacto con los sensores de los medidores de humedad generando mayor conductividad eléctrica y por lo tanto mediciones de mayores índices de humedad.

Por esta razón, siempre es conveniente hacer un doble chequeo de la MS del forraje, y aunque este proceso parece engorroso y poco práctico asegura que se trabaje con los parámetros más ajustados minimizando riesgos en el proceso fermentativo.



Figura 11-11 Es importante retorcer el forraje antes de realizar la evaluación con humidímetros electrónicos.



Figura 11-12 Es importante retorcer el forraje antes de realizar la evaluación con humidímetros electrónicos.

Una señal visual que sirve de parámetro para la estimación de MS del forraje que se ensilará, es la observación del material en la descarga de silo.

Cuando se ve que este queda formando una pared y no se desmorona, por lo general estamos en un rango de humedad adecuado para la confección de silajes, en cambio cuando está demasiado húmedo o bien, más seco que lo que corresponde, suele ocurrir también que el montón que se forma no tiene consistencia y se desmorona con mayor facilidad (Figura 11-13).

1.9 Tamaño y uniformidad de picado

Este aspecto es de fundamental importancia, por cuanto de él depende la mayor o menor facilidad de compactación del material al momento de realizar el silo, teniendo en cuenta que por las características de humedad y fibra del forraje, este tiende a ser bastante desperejo. El tamaño ideal de picado para pasturas está comprendido alrededor de los 15 mm priorizando siempre la uniformidad de picado.



Figura 11-13 Cuando se observa que quedan formadas paredes en material descargado, se puede estimar que se está trabajando en el rango de humedad adecuado.

Una de las formas prácticas para medir si estamos picando en el tamaño adecuado es tamizar una muestra del material con un tamiz que tenga cribas de 19 mm de diámetro, una vez tamizada la muestra debe quedar sobre el mismo solo un 20 % del material.

Uno de los fundamentos para indicar este largo teórico de picado es la mayor facilidad para compactarlo o embolsarlo, ya que de esta forma el material no presenta aglomeraciones, evitando así las sobrepresiones en las bolsas y facilitando la eliminación del aire mediante la compactación del material, en el caso de ser silo Puente o Bunker (Figura 11-14).



Figura 11-14 El picado desuniforme del material, puede ser producto de la falta de material en las hileras o del desajuste de la picadora, siendo la primera la más común.



Figura 11-15 Rodillos alimentadores trabajando incorrectamente con baja cantidad de pasto (arriba) y correctamente con mayor volumen (abajo).

Un factor que influye en forma directa sobre la uniformidad de picado es el volumen de las hileras, ya que al ser voluminosas, el sistema de sujeción de la picadora (rodillos alimentadores) trabaja con mayor eficiencia y logra un picado más parejo, facilitando la compactación independientemente del sistema de almacenaje que se utilice (bolsa o aéreo) tal como se observa en la figura 11-15.

Para que las cuchillas realicen un corte neto y parejo contra la contracuchilla es necesario que los rodillos alimentadores entreguen una cantidad pareja de forraje, de modo tal que el material no se escape y quede bien sujeto (Figura 11-16).

Cuando las andanas no son voluminosas, los rodillos no pueden ejercer la suficiente presión sobre el forraje, por lo tanto, cuando la cuchilla pasa, arrastra y desgarrar el material, dando como resultado un silo con una gran variabilidad en el tamaño de picado, además de mayor consumo de potencia para el corte y mayor desgaste de los elementos de corte.

Es por ello que resulta conveniente tener pasturas bien densas, además de juntar una buena cantidad de material. A los fines de juntar mucho material minimizando el uso de los rastrillos, se puede trabajar con nuevas herramientas presentándose dos alternativas principales:

Agrupadores de hileras adosados a las cortadoras que permiten juntar material, sin contaminarlo, gracias a un sistema de noria de accionamiento hidráulico que está montado en la parte posterior de las cortadoras acondicionadoras y que juntan hileras, a medida que se va efectuando el corte (Figura 11-17).



Figura 11-16 Para que las cuchillas del rotor picador realicen un corte neto y parejo contra la contracuchilla, es necesario que los rodillos alimentadores entreguen una buena cantidad de forraje.



Cabezales de recolección de gran ancho para poder juntar dos hileras, sin necesidad de uso de rastrillos o cualquier otro implemento para la formación de hileras más densas. De esta manera la picadora trabaja con altos volúmenes de forraje, minimizando la contaminación con tierra y el tránsito en los lotes de pasturas, con la mejora en las condiciones edáficas y disminución de costos operativos (Figura 11-19 y Figura 11-20).



Figura 11-17 Sistema de agrupadores de andanas adosados a las cortadoras, que juntan dos hileras sin necesidad de usar rastrillos, mejorando la higiene del forraje.



Figura 11-19 Segadora autopropulsada con sistema triple hilerador (15 m de ancho de corte en una sola andana).



Figura 11-18 Actualmente se dispone de equipos autopropulsados que trabajan con pilotos automáticos con señal correctora RTK y permite hacer un triple andanado. El primer paso es abrir una melga tirando el material cortado al medio (arriba) y luego realizar dos pasadas paralelas a esta primera pero con el desplazador activado, para arrojar el pasto sobre hilera (abajo).



Figura 11-20 Cabezales de gran ancho que evitan el uso excesivo de los rastrillos, para lograr volumen de carga en las picadoras, facilitando el largo de corte consistente.

1.10 Contaminación del forraje a conservar

Como ya fue mencionado en repetidas ocasiones, deben extremarse los cuidados para evitar el agregado de tierra al material a ensilar. La herramienta que más contamina el forraje cortado es el rastrillo, por lo tanto debe procurarse cortar con máquinas de gran ancho de labor y pasturas de buen volumen, tratando de evitar al máximo su uso.

En el caso de necesariamente tener que recurrir al empleo del rastrillo, realizar un correcto ajuste y calibración para que mueva toda la andana sin que toque el suelo. También existen disponibles en el mercado, herramientas que no se accionan al contacto con el suelo, como normalmente ocurre con los rastrillos estelares. Estos implementos son accionados por la toma de potencia del tractor, como ocurre con los giroscópicos, o a través de motores hidráulicos como los equipos de barras laterales oblicuas.

La ventaja de este tipo de herramientas, radica en que son menos agresivos para el forraje y al no rozar con el suelo, no arrastran residuos de cosechas anteriores ni restos de tierra o heces que se encuentren en el campo (Figura 11-21).

Otra alternativa de trabajo, sobre todo en zonas donde se hace mandatorio evitar el contacto del rastrillo con el suelo, por ejemplo cuando existen riesgos de recolectar piedras, son los agrupadores de hilera o "merger", que se accionan con un mando hidráulico, recolectan el forraje y mediante una noria lo depositan junto a las hileras laterales.

De esta manera el forraje siempre está limpio y se evita casi en su totalidad la recolección de objetos extraños, preservando no solo la calidad del forraje sino también el resto del equipamiento comprometido en la confección del silaje (Figura 11-22).



Figura 11-21 Los rastrillos giroscópicos representan una herramienta muy útil al momento de juntar hileras en la confección de silos de pasturas.



Figura 11-22 Merger o agrupador de hileras que favorecen el trabajo rápido y limpio en la confección de hileras de gran porte.

Dadas las condiciones de trabajo y fermentación reinantes en los silajes de leguminosas, con limitantes para su fermentación (altos niveles de N, elevada MS y mayor riesgo de contaminación con tierra), resulta crucial extremar los cuidados para que los acoplados o camiones que trasladan el material del campo a la estructura de almacenaje, no contaminen con tierra las diferentes capas de forraje que se están trasladando. La forma correcta de trabajar consiste en descargar el material en la base del silo y subirlo con tractores equipados con palas frontales, que no necesiten bajar del silo para desparramar el material a compactar.

Se recuerda que en la tierra se encuentran los clostridios que producen fermentaciones del tipo butíricas, que no solo son ineficientes, ya que consumen el 24 % de los azúcares contenidos en el forraje a conservar, sino que además disminuye la aceptación por parte de los animales que lo van a consumir.

1.11 Estructuras de almacenaje

Teniendo en cuenta el reducido volumen de producción de material a picar por hectárea, en comparación con el maíz o sorgo y las dificultades en el picado que ese escaso volumen produce, es común que exista desuniformidad en el tamaño de picado, por consiguiente también problemas relacionados a la compactación.

Por otra parte, la superficie necesaria para la confección de un silo aéreo debe ser lo suficientemente grande para justificar la construcción de un puente o bunker, lo que normalmente no ocurre, confeccionándose en la mayoría de los casos silos de poca altura y con excesivas pérdidas en la superficie del mismo, en referencia a la masa total ensilada. Por esta razón, sumado a la tasa de uso o extracción diaria en los silajes de pasturas es que el sistema de embolsado, se presenta como una excelente alternativa, ya que no se necesita completar una bolsa sino que además se permiten confecciones parciales en la medida que haya disponibilidad de material y el proceso fermentativo se cumple perfectamente, asegurándose calidad en el forraje conservado.

Con respecto a la conservación en bolsas, siempre se debe ser muy cuidadoso en la confección, ya que el material que está preoreado, no "corre" con facilidad y a veces dificulta el trabajo.

El primer punto a considerar es que los camiones que se utilizan para el traslado del forraje, tenga una buena altura de descarga y que la caja no presente ningún obstáculo, como ganchos o barras internas que impidan que el forraje se deslice con facilidad (Figura 11-23).

Una de las herramientas que mejoran mucho el flujo del material y facilitan incluso la alimentación y por consiguiente formación de las bolsas, son los acoplados con sistemas hidráulicos internos, los cuales sirven tanto para pre compactar el material a cam-



Figura 11-23 La facilidad de la descarga posibilita que el llenado del silo sea más ágil.



Figura 11-24 Los acoplados con sistemas de precompactación, ayudan no solo en el traslado más eficiente del material del campo a la estructura de almacenaje, sino que además agilizan la descarga del forraje.

po, aumentando la capacidad de carga y haciendo más eficiente el traslado, como para la descarga, forzando la salida del forraje que de otra manera se descargaría con mayor dificultad y probablemente requiriendo más tiempo (Figura 11-24).

Cuando se elaboran bolsas de pasturas, principalmente de alfalfa, se tiene que poner especial cuidado en el llenado del túnel de compactación y la formación de la bolsa, ya que al ser la pastura un material que no fluye fácilmente, se tienden a formar zonas flojas y zonas de sobrepresión en detrimento de las condiciones de anaerobiosis y del estiramiento parejo de la bolsa (Figura 11-25).

Uno de los aditamentos de las bolsas, que ayudan en gran medida a mejorar la calidad de confección de las mismas bolsas, son los batidores superiores que están en la bandeja de descarga, los cuales ayudan a uniformar la entrada del forraje en el rotor de alimentación. Si este segundo batidor (superior), tiene un sentido de giro contrario al inferior, ayuda aún más a generar este efecto (Figura 11-26).

De acuerdo a lo citado en el capítulo correspondiente a embolsadoras, las máquinas que cuenten con túnel de compactación de mayor largo o extensible, siempre permitirán un mayor grado de compactación, con menor estiramiento de la bolsa, con las ventajas que esto trae aparejado.



Figura 11-25 Las bolsas de alfalfa por lo general son mucho más desperejadas en su confección que las de maíz o sorgo picado.



Figura 11-26 El rotor superior ayuda a ir "enrazando" el material en la bandeja de descarga.

Se debe tener en cuenta que no es común que los productores dispongan de superficie considerable para ser destinada a corte, ya que si se considera una producción de 2.000 kg MS/ha por corte, de los cuales se aprovecha solo el 90 %, serán necesarias aproximadamente 34 ha de alfalfa de excelente condición para completar la bolsa de 56 metros, con 200 t de silaje por bolsa.

1.12 Reglas prácticas para lograr calidad en un silo de pasturas de alfalfa

- Realizar siempre el premarchitado de la pastura a ensilar. No es conveniente hacer corte picado directo, ya que el porcentaje de pérdidas por lixiviación de azúcares puede ser elevado, además se corre el riesgo de que se produzca una fermentación indeseable. Por ello el contenido de humedad para la confección debe ser de entre el 65 % y el 75 %.
- Evitar dentro de lo posible utilizar rastrillos cuyos dientes agreguen tierra a las andanas, por ello la tendencia marca la adopción de corta-hileradoras de mayor ancho de labor o bien con norias juntadoras de andanas.
- Utilizar cortadoras acondicionadoras para acelerar la pérdida de humedad del forraje, dis-

minuir el tiempo de permanencia en el campo y lograr un secado uniforme de tallo y hojas.

- Trabajar con picadoras de precisión provistas de cabezal recolector de andanas y si es posible de gran ancho, para recolectar dos o más hileras en una sola pasada.
- Picar el material en un tamaño comprendido alrededor de los 15 mm, priorizando siempre la uniformidad de picado.
- Tapar el silo con nylon luego de su confección, procurando lograr hermeticidad en el mismo.
- En volúmenes que no superen los 400 mil kilos de MV, se aconseja utilizar silos bolsa, ya que las pérdidas en silos aéreos son muy elevadas, resultando más económica la contratación del servicio de embolsado.
- Cuando se trabaje con el sistema de silo bolsa, trabajar con los batidores de la embolsadora con un sentido de giro opuesto al que se trabaja en maíz, para desagregar las porciones de forraje que presentan aglomeraciones y por consiguiente sobrepresiones en la estructura del silo.
- Trabajar en lo posible con acoplados o camiones, con sistema de descarga forzada, para lograr una alimentación gradual de la máquina, evitando zonas de sobreestiramiento de la bolsa.
- Durante el suministro, utilizar un sistema de extracción que disminuya las pérdidas por remoción de la pared expuesta del silo.

2. Silaje de Cereales de Invierno

- Por Jonatan N. Camarasa

Los cereales de invierno (CI) que pueden ser usados para silajes, incluyen **avena, cebada, centeno, trigo, raigrás y otros**, siendo opciones para realizar reservas en otra época del año que no sea la estival. Algunas de las ventajas que presentan los cultivos de invierno para silaje son:

1. Fuente de fibra, energía y proteína: al igual que otros silajes, estos constituyen una adecuada opción para suplementar a los animales, cubrir déficits y para reemplazar a las pasturas cuando acontecen problemas climáticos (sequía e inundación) que impiden el pastoreo normal.
2. Práctica que posibilita la realización del doble cultivo en el año (silaje de CI + silaje /grano de maíz; silaje de CI + silaje/grano de soja, etc.), ya que se siembran más tarde en relación a los verdes para pastoreo. Además posibilita la rotación en lotes para agricultura, con aptitud para soja, que tanto auge ha tenido estos últi-

mos años. Entrega el lote libre de malezas para agricultura.

3. Aportan más estabilidad al sistema productivo al producir silajes en diferentes épocas del año, y de esta manera se diversifican riesgos.
4. La fecha de picado y confección es un momento donde hay una gran disponibilidad de empresas que realizan el servicio, ya que las mismas tienen su época de mayor trabajo durante el fin del verano al otoño.

2.1 Momento de picado de los cereales de invierno

El estadio óptimo de corte va a estar en relación a los objetivos productivos que tengamos planteados en nuestro sistema ganadero, optando por la calidad del forraje cuando sea para categorías animales con mayores requerimientos o, en caso contrario, buscando mayores rendimientos con menos calidad.

Para el momento de la cosecha se debe considerar lo siguiente:

- Efecto en el rendimiento de MS
- Uso final del silaje. Para altas producciones animales vs. nivel de mantenimiento
- Disponibilidad de maquinaria para cosecha
- Siembra de primavera, considerar el cultivo siguiente
- Condiciones meteorológicas durante la cosecha
- Tipo de suelo y las condiciones de humedad del suelo en la cosecha

2.2 Parámetros a tener en cuenta en el momento de la cosecha

2.2.1 Contenido de MS

El contenido de MS recomendada en el que se cosechan los cultivos de invierno para silaje varía, pero la mayoría acepta un rango de 35 % a 50 % de MS.

El contenido de MS en los cereales de cultivos se puede determinar mediante el uso de la técnica de microondas o estufas de secado y/o el uso de la etapa de crecimiento como guía.

1. Microondas o estufa de secado hasta alcanzar la estabilización del peso seco de la muestra de material.
2. Fase de crecimiento

En los CI a medida que avanzan los estado fenológicos la planta cambia, madura, y junto a esto hay un aumento en el contenido de MS de la planta, mayor acumulación de almidón y disminución de la digestibilidad de la fibra. Dependiendo del uso final del ensilado, los CI pueden cortarse en dos etapas de crecimiento.

1. Hoja Bandera-espiga embuchada
2. Grano lechoso-pastoso

La hoja bandera, por lo general es una hoja más ancha que la mayoría, es la última hoja en expandirse antes que la espiga comienza a emerger. Todos los cultivos de invierno pueden ser cosechados durante esta etapa, siendo la producción de energía alta (más de 2,4 Mcal EM/kg MS), pero tendrán un menor rendimiento, en comparación con su potencial, si se cosecha en las etapas de formación de grano (Figura 11-27).

Si se quiere un ensilado de alto valor nutritivo, deben ser cosechados en la etapa vegetativa a pesar de que se deberá realizar un premarchitado, para alcanzar el valor recomendado de MS antes del embolsado. Las plantas tendrán en esta etapa las hojas y tallos, suculentos y de alto valor nutritivo.



Figura 11-27 Cuando se decide ensilar en hoja bandera la secuencia de trabajo es realizar primero un corte para generar un preoreo y luego pasar la picadora con el recolector pick-up.

En el caso de confeccionar silaje de cereales de invierno cortando la pastura en estadios tempranos (hoja bandera), pueden utilizarse segadoras con acondicionador, ya sean de rodillos o bien de dedos, pero en líneas generales y considerando el volumen de forraje que se persigue, los de rodillos suelen ser los más eficientes.

Cuando se trabaja con cereales de invierno, como cebada, trigo, avena, se debe considerar que los mismos tienen una relación grano-planta más similar a un cultivo de verano como maíz o sorgo para lo cual es fundamental considerar en primer lugar cuál es el objetivo o fin que se le dará al silaje confeccionado.

Debido a la relación grano-planta de estas especies, es que en la mayoría de los casos se considera a estos cultivos como un forraje energético y fibroso, lo mejor será realizar un corte directo con cabezales de corte adaptados a las picadoras, y aprovecharlos en estadio de grano pastoso a pastoso duro, observando siempre cuál fue el desarrollo del cultivo y las condiciones climáticas preponderantes, para evitar la caída de granos y con esto la disminución del valor nutricional de forraje conservado.

A medida que la planta alcanza la madurez, los azúcares en los tallos y las hojas son traslocados a los granos y se convierten en almidón. Estos cambios están asociados con cambios en el color de una planta totalmente verde, en las etapas vegetativas, a una planta amarilla en la etapa de grano duro. Los granos a su vez se forman y maduran, pasando por una fase líquido claro, a continuación se convierte en lechosa, en una pasta blanda, pastoso y finalmente a duro y, por último como grano seco adecuado para la cosecha de grano (Figura 11-28).



Figura 11-28 En el caso de los cereales de invierno es recomendable aprovecharlos como un forraje energético y fibroso, realizando un corte directo con cabezales de corte adaptados a las picadoras aprovecharlos en estadio de grano pastoso a pastoso duro.

2.2.2 Efecto de la MS en el silaje

Húmedos: si los cereales de invierno se cosechan por debajo de los niveles recomendados de MS (<35 %), el material se somete a una fermentación menos eficiente y menos deseable.

Esto provoca una cierta pérdida de valor nutritivo, ya que puede resultar en que parte de los nutrientes se laven y se vayan con los efluentes o produce un silaje menos apetecible, todo lo cual reducirá la producción animal en diferentes grados.

Secos: si la cosecha se realiza por encima de los niveles de MS recomendados (>45-50 %), el material ensilado quedaría con un exceso de aire. Esto resulta en mayores pérdidas de MS y del valor nutritivo, debido a una prolongada fase aeróbica del proceso de fermentación y al aumento de la actividad microbiana.

Tras la apertura o perforación por rotura, el aire entra más profundamente en el silaje mal compactado en comparación con uno bien compactado. Este aire provoca el deterioro aeróbico del material ensilado, los microorganismos inactivos se reactivan y aumentan rápidamente en número, las cuales consumen nutrientes valiosos y causan la ruptura de proteínas (de proteína verdadera a nitrógeno no proteico). Debido a lo anterior se producirá rápidamente un aumento de la temperatura y crecimiento de hongos.

Esto también conduce a altas pérdidas de calidad y de MS durante la fase uso y entrega del silaje como alimento, lo que resulta en una menor producción animal.

Cuanto mayor es el contenido de MS de los cultivos de invierno en la cosecha, más rápido deberá ser el avance del frente del silo.

El picado con un tamaño de partícula corta o chica puede corregir parcialmente los problemas de silajes secos, y también asegura un mejor mezclado de espiga, tallos y hojas.

Además se produce menos desperdicio ya que los animales no pueden seleccionar fácilmente las diferentes partes de las plantas cuando (el animal) se alimentan.

El aumento de la densidad de material compactado (densidad kg/m³) también reduce la tasa a la cual se produce el deterioro aeróbico cuando se abre el silo, es un problema común aunque no es insuperable con los silajes de cereales.

2.2.3 Implicaciones prácticas de la época de la cosecha

Hay algunas implicancias prácticas a considerar en el momento de corte de los cultivos de invierno.

1. Altura de corte

La altura de corte es generalmente entre 7-10 cm por encima del nivel del suelo. Un corte superior dará lugar a un ligero aumento en el valor nutritivo, pero los rendimientos en consecuencia serán menores.

Trabajos extranjeros han observado que en cultivos con rendimiento de 15 t MS/ha, el aumento de 10 cm en la altura de corte reduce el rendimiento en aproximadamente 1 t MS/ha y la concentración energética aumenta 50 Kcal/kg MS. Si se corta y se hace el premarchitado, la altura de corte más alta también tiende a que el contenido de MS sea mayor y que la tasa de secado sea más acelerada. También se reduce el riesgo de contaminar el material picado con tierra.

2. Premarchitamiento

Los cultivos de invierno en las etapas vegetativas, como ya fue mencionado, presentan un bajo contenido de MS y además una elevada capacidad de tampón, es decir, que son "reacios o difíciles" para producir niveles deseables de ácido láctico para el éxito de la fermentación del silaje.

Este problema puede ser superado cuando la cosecha se realiza a más del 33 % MS. Si no es el caso y el material tiene menos de 33 % MS se puede realizar el corte, se deja el material orear durante algunas horas en el lote (premarchitado) y luego se realiza la recolección y el picado del mismo.

Las pérdidas de grano pueden ser ligeramente mayores en cultivos premarchitados debido a la acción de la máquina y, sobre todo si se rastrilla antes de la cosecha y, como consecuencia, el rendimiento de MS y valor nutritivo también serán ligeramente menores.

3. Efecto del clima en las velocidades de secado

Las condiciones climáticas cuando se acerca la cosecha tiene gran influencia en la tasa de secado. La cebada por ejemplo puede estar en aproximadamente 1,5 a 2 % por día.

Sin embargo, bajo condiciones muy calurosos y secos, estas velocidades de secado aumentarán sustancialmente y viceversa.

2.2.4 Inoculantes para ensilajes de cereales de invierno

La correcta conservación del forraje como silaje, depende de la ausencia de oxígeno y de la acidificación del material, que se produce cuando hay suficiente concentración de ácido láctico, el cual es producido por la población de bacterias ácido-lácticas presentes de forma natural en la planta o con el agregado de inoculantes con bacterias homofermentativas.

Comparados al maíz y sorgo, los cultivos de invierno para silaje son recursos con menos carbohidratos solubles y, por tanto, la fermentación láctica durante el almacenamiento, aún con un compactado adecuado, es más lenta y menos estable.

Para lograr una correcta conservación del forraje, el pH que debe alcanzar la masa ensilada deberá ser cercano a 4. En los casos de los cultivos de invierno, los valores de pH están alrededor de 5,5 produciendo fermentaciones indeseables, pérdida de MS y de calidad.

En INTA Pergamino se realizaron ensayos de cebada que se cosecharon en estado de grano pastoso. Se utilizó un inoculante que contenía bacterias homofermentativas y se aplicó siguiendo las especificaciones del producto, siendo su concentración de 2,6 M células de bacterias ácido lácticas/ml. En función del presente trabajo se pudo concluir que el silaje de cebada, cuando es inoculado con bacterias homofermentativas, presenta menor pérdida de MS que el control (sin inocular), debido posiblemente a una menor respiración de carbohidratos soluble en agua y ácidos orgánicos, que se observa por una menor temperatura alcanzada por el silaje.

En ambos tratamientos se observa un adecuado valor de pH (< 4,5), para una correcta y prolongada conservación aunque en el tratamiento inoculado lo alcanzaría antes de tiempo. No se observó que el inoculante mejore la calidad nutricional del ensilaje.

Otro trabajo realizado por Gutiérrez y Viviani Rossi (2008) en la confección de silo de raigrás anual se ha evidenciado el beneficio del uso de inoculantes cuando este es cortado y ensilado directamente con alto porcentaje de humedad (< 20 % MS). En este caso, el inoculante determina mejor calidad fermentativa (> % de MS y < pH) con respecto al material cosechado sin tratar. También se observó un incremento en el % FDN, % PB, % CHS y % de degradabilidad de la MS.

Calidad nutricional de distintos cultivos de invierno.

Tabla 11-2

	FDN, %	DFDN, %	DVIVMS, %	EM, Mcal kg MS
Avena	59.7 c	32.5 b	59,7 b	1.74 b
Cebada	54.5 b	46.7 a	71.1 a	2.14 a
Trigo	43.7 a	37.5 b	72.8 a	2.20 a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

2.2.5 Calidad nutricional

El silaje es siempre ligeramente inferior en calidad que el material original. Por lo tanto, el primer paso en la producción de silaje de calidad es la cosecha de forraje de alta calidad. Las pérdidas de los silaje se inician cuando se corta, que los azúcares y proteínas se descomponen por las enzimas y bacterias.

La calidad nutricional en los distintos cultivos de invierno es diferentes (Tabla 11-2).

El trigo y la cebada son alternativas válidas para obtener silaje de cultivos de invierno de alta calidad y posibilitaría mejores resultados productivos cuando son usados en suplementación o como única fuente energética en dietas a corral.

3. Anexo primero: Silaje de soja

Si bien el ensilado de la planta entera de soja no es una técnica novedosa, la reducida superficie destinada a eso hace que no sea muy frecuente su implementación y que muchos de sus aspectos técnicos sean todavía desconocidos. Además, por ser un cultivo contemporáneo con el maíz, generalmente se prioriza este último por la ecuación costo/rendimiento.

En ciertas ocasiones, por una coyuntura climática como una sequía, suele tomarse la decisión de ensilar un lote de soja que había sido planificado para cosecha de granos. Ante este contexto, lo primero que se debe tener en cuenta es que la mayoría de los cultivos que hayan sido pensados para grano, y que luego se deriven a reserva como ensilado, no han sido pensados para este último fin; por lo tanto es conveniente consultar con los asesores de la nutrición la factibilidad de su incorporación en las dietas, a los fines de no destinar recursos que luego no será fácil incluir en la ración.



Figura 11-29 Silaje de soja, que sería más correcto llamarla "henolaje de soja" por el contenido de MS, es recomendable llevarla a cabo superando siempre el 40 % de MS.

3.1 Consideraciones a tener en cuenta a la hora de confeccionar eficientemente un silaje de soja:

La soja, al igual que la alfalfa, pertenece a la familia de las leguminosas, lo que nos indica que poseen considerables niveles de proteínas en relación a la cantidad de azúcares fermentables, sumado a que en estados fenológicos avanzados, poseen altos contenidos de humedad, lo que le brinda una condición que puede derivar en procesos de fermentación indeseados (clostridiales), si no se controlan ciertas condiciones.

El cultivo de soja presenta alto poder buffer, por lo que es recomendable picarlo cuando contiene entre el 40-45 % de MS, siendo necesario y recomendable para ello, realizar un oreado previo que permita lograr dichos valores, si el cultivo en pie no alcanza tales porcentajes de MS.

El silaje de soja, como el de cualquier leguminosa, cosechado con contenidos de MS inferiores 40 %, manifiesta problemas en el proceso de conservación, que se denotan en valor de nitrógeno amoniacal sobre nitrógeno total (>10 % N-N/Nt) y pH (>4.5), Romero (2006) encontró valores de N-NH₃/Nt 35.4 % vs 7.5 % para henolajes con 24 y 45 % de MS respectivamente.

Esta leguminosa, al poseer un alto contenido de proteína y un bajo porcentaje de azúcares, es un cultivo con mayores dificultades para su conservación como silaje, comparada a un maíz o sorgo. El mínimo de 40 % de MS planteado, responde a un mejor control de proceso fermentativo y a la mayor capacidad de las bacteria lácticas de crecer en medios de menor humedad, lo cual es fundamental para la correcta generación de ácido láctico, logrando un rápido e intenso descenso del pH aumentando la estabilidad de conservación, y evitando el desarrollo de bacterias butíricas (clo-

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 (≈ 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.