

# ENSILAJE DE LEGUMINOSAS CON ÉNFASIS EN ALFALFA Y SOJA

Ing Agr. Luis Romero. 2004. INTA E.E.A. Rafaela.

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)[Volver a: silos](#)

## INTRODUCCIÓN

La conservación del forraje por fermentación acidificante constituye una modalidad muy recomendable, particularmente donde las condiciones climáticas impiden la adecuada confección de heno. Es importante destacar el avance de la práctica del ensilaje en regiones de clima húmedo, como es el caso de los países del norte de Europa. En Inglaterra, por ejemplo, en 1965 sólo un 10% de la materia seca conservada se hacía en forma de silaje, mientras que alcanzaba más del 65% en 1985.

## ESPECIES PARA ENSILAR

Los carbohidratos no estructurales (o fácilmente fermentables) de la planta constituyen el sustrato nutricional del cual depende primordialmente la acción de la microflora fermentativa del forraje. En consecuencia, en la medida en que el contenido de azúcares del forraje sea mayor, más rápido será el proceso de ensilado.

Entre las plantas forrajeras, los cereales y las gramíneas, son las especies que más se prestan para la confección de ensilajes debido a su alto contenido de carbohidratos fácilmente fermentables y a su baja capacidad tampón, comparado con las leguminosas que son bajas en azúcares y de alta capacidad tampón (Cuadro 1).

Cuadro 1. Contenido de carbohidratos solubles y capacidad tampón de gramíneas, leguminosas y cultivos anuales.

Especie	Carbohidratos Solubles (% MS)	Capacidad Tampón (meq %)
Raigras perenne	16-18	24,0
Raigras anual	22-27	26,5
Festuca	18	
Pasto ovillo	10	19,0
Maíz	28-32	22,5
Trébol rojo	10-12	65,0
Alfalfa	4-6	52,0

Una baja cantidad de carbohidratos solubles en la planta asociada a un bajo contenido de materia seca (material muy húmedo), crean condiciones extremadamente propensas al desarrollo de fermentaciones secundarias. Así, el maíz es la mejor planta ensilable por su alto contenido de carbohidratos solubles, baja capacidad tampón y contenidos de materia seca normalmente superiores al 30%.

La importancia de los carbohidratos solubles se ve también reflejada en el contenido de nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) de los ensilajes, indicador de mala preservación del material. El nivel de N-NH<sub>3</sub> se relaciona inversamente con la concentración de carbohidratos solubles de la planta original. Es decir, las leguminosas forrajeras y las gramíneas en estados tempranos de desarrollo y con bajos tenores de azúcares y alto contenido de proteína producen, al ensilarse, una cantidad de ácido insuficiente para evitar el desarrollo de clostridios responsables de fermentaciones secundarias que transforman el ácido láctico en butírico y degradan proteínas y aminoácidos aumentando el nivel de N-NH<sub>3</sub>.

En las gramíneas, el nivel de carbohidratos solubles aumenta con el avance de la madurez, hecho que no se observa en las leguminosas. Sin embargo, la digestibilidad decrece dramáticamente a partir de la aparición de la espiga, en el caso de gramíneas, desde el 80% hasta alrededor del 50% en estados avanzados de madurez. El momento óptimo de corte de la especie a ensilar se define a través de estos dos parámetros.

También deben considerarse las variaciones registradas durante el día en el contenido de azúcares de la planta, derivada de la actividad fotosintética durante las horas de luz y la relación entre ésta y la respiración. El nivel de carbohidratos fermentables llega a su nivel más alto en horas de la tarde.

Durante la fermentación del forraje se producen pérdidas de energía, eliminada como calor por la conversión de los azúcares en ácidos y de las proteínas en compuestos más simples, al transformar una fracción de ellas en compuestos nitrogenados no proteicos.

El período entre la cosecha del forraje y el término del proceso de fermentación anaeróbica o estabilización ácida de la masa ensilada constituye, en consecuencia, un factor clave en la preservación del forraje como ensilaje.

Mientras menos extenso sea este período, menores serán las pérdidas de respiración y fermentación y también se reducirán las pérdidas por putrefacción.

## EL PROCESO DE ENSILADO

La fermentación depende de las decisiones y prácticas de manejo implementadas antes y durante el proceso de ensilado. Los factores de manejo primarios que están bajo el control del productor son:

- ◆ el estado de madurez del cultivo al momento de cosecha.
- ◆ el tipo de fermentación que ocurre dentro del silo.
- ◆ el tipo de estructura de almacenamiento utilizada y los métodos de cosecha y suministro.

Teniendo en cuenta detalles como la velocidad de cosecha, el contenido de humedad, el tamaño de picado, y la compactación y distribución del silaje, se puede llegar a ejercer una gran influencia sobre el proceso de fermentación y las pérdidas de almacenamiento. Fermentaciones eficientes garantizan un alimento más palatable y digestible, lo cual tiende a optimizar el consumo de MS y por ende, la performance animal.

Los microorganismos aeróbicos crecen sobre el forraje durante los estados tempranos de la fermentación. Las reacciones aeróbicas ocasionan un exceso de calor en el silo requiriéndose por lo tanto un ensilado rápido y un tapado adecuado para excluir lo más pronto posible el aire presente en éste. Al desaparecer el aire del silo y establecerse las condiciones de anaerobiosis (falta de oxígeno), se favorece el desarrollo de las bacterias anaeróbicas benéficas. En primer lugar, las bacterias productoras de ácido acético disminuyen el pH e incrementan la acidez del silaje. Al mismo tiempo, las bacterias de ácido láctico se multiplican rápidamente y tienden a dominar la fermentación. Estas productoras de lactato disminuyen aún más el pH (alrededor de 4), siendo así inhibido el crecimiento microbiano y lográndose las condiciones óptimas para la preservación del forraje. Estos procesos llevan de una a tres semanas, dependiendo del cultivo que va a ser ensilado. En este momento, el contenido de ácido láctico puede llegar a representar el 6% o más de la MS del silo.

Un silaje de calidad se logrará cuando el ácido láctico predomine sobre el resto de los ácidos formados, debido a que la láctica es la fermentación ácida más eficiente y la que disminuye el pH del silo con mayor rapidez. Cuanto más rápido se complete la fermentación, mayor cantidad de nutrientes se logrará retener en el silo.

Factores que afectan la conservación de los forrajes ensilados

Además de la influencia del contenido de carbohidratos fermentables y proteínas, existen otros factores que inciden en forma importante sobre la conservación y calidad de los ensilados.

### A) MADUREZ Y CONTENIDO DE HUMEDAD DEL FORRAJE

El contenido de MS del material ensilado es frecuentemente la principal limitante de la preservación satisfactoria del forraje. Niveles muy bajos dificultarán la compactación rápida de la masa ensilada, mientras que excesos de agua serán un obstáculo sobre el proceso de fermentación y acidificación del material, favorecerá la intervención de microorganismos poco deseables en la fermentación, como las bacterias formadoras de butírico, Clostridium y otras.

Es esencial mantener una adecuada humedad, para que se logre la óptima fermentación bacteriana y que, además, permita la fácil exclusión del oxígeno del silo durante la confección.

**Cuadro 2: Momento de cosecha y humedad recomendados para distintos cultivos**

Cultivo	Madurez	Tipo de silo			Tade (mm)
		Horizontal	Ve	Her	
Maíz	línea de leche, ½ a 2/3 del grano prebotón- 1/10	67-72	63-68	50-60	9-12
Alfalfa	floración.	65-70	60-65	50-60	6-9
Cereales	Preoreo a ... grano lechoso o pastoso blando.	67-72	63-68	50-60	6-9
Gramíneas	Preoreo a ... Primeras espigas	67-72	63-68	50-60	6-9
Trébol	1/4-1/2 floración.	67-72	63-68	50-60	6-9
Sorgo	Preoreo a ... Grano pastoso o pastoso duro	70-75	65-70	50-60	9-12

Fuente: The Pioneer Forage Manual (1990).

Eliminado: Maíz

Eliminado: picado

Eliminado: rbsal

Eliminado: rbsal

## B) TAMAÑO DE PICADO DEL FORRAJE

El tamaño de las partículas del material cosechado es otro factor que afecta el ensilado, debido a que un picado más fino facilitará la disponibilidad de los carbohidratos fermentables celulares del forraje para el medio fermentativo microbiano. Adicionalmente, la compactación será también más efectiva cuando el forraje sea finamente picado, en comparación con trozados más gruesos o forrajes ensilados sin picar.

Cuando se trabaja con ensilajes de bajo contenido de MS, el tamaño de picado reduce su importancia. La longitud del picado más conveniente es de alrededor de 6 a 12 mm, dependiendo del cultivo, de la estructura de almacenamiento y de la proporción de silo en la ración. Un tamaño de picado muy grande dificultará la compactación, quedando de este modo mayor cantidad de oxígeno atrapado en la masa del forraje, generando finalmente, como resultado, un incremento en la temperatura y en el desperdicio.

## C) LLENADO, COMPACTADO Y SELLADO

El cultivo debe ser cosechado y almacenado en el silo lo más rápido posible. Es necesario conseguir una pronta eliminación de aire de la masa ensilada para limitar el proceso de respiración inicial y evitar fermentaciones aeróbicas putrefactivas del forraje que derivan en pérdidas de material por descomposición. El compactado debe realizarse inmediatamente cuando el material es almacenado en silos bunker. Las ruedas del tractor son las más utilizadas para el pisado, debido a que ofrecen mayor peso por unidad de superficie en relación a otros rodados.

Para una adecuada preservación del ensilaje durante largos períodos, debe aislarse del ambiente atmosférico (cuadro 3).

**Cuadro 3.** Efecto de la cubierta con polietileno sobre las pérdidas por estratos en silos horizontales de 2,10 m de altura.

Estratos	Cubierto	Descubierto
	% de pérdidas de MS	
24 cm superiores	5,4	59,7
24-50 cm de profundidad	3,1	22,1
Más de 50 cm de profund.	Diferencias no significativas	

El silo puede ser tapado con una cubierta que quede en estrecho contacto con el material para prevenir la penetración de aire y lluvia dentro del silaje. Un plástico de buena calidad, cubierto con neumáticos en desuso, provee en general un adecuado sellado. Cuando el silaje se almacena en bolsas, los problemas de llenado, compactado y sellado, prácticamente no tienen relevancia.

## PÉRDIDAS DEL ENSILADO

Entre la cosecha del forraje y su utilización por el ganado, ocurren pérdidas inevitables, las que son particularmente variables dependiendo de diversos factores. Estas se pueden clasificar en:

- ◆ Pérdidas de campo, correspondientes al forraje cortado y que queda en el potrero, a las que se suman otras inherentes al marchitamiento del forraje cuando se procede a reducir el contenido de humedad antes de ensilar.
- ◆ De respiración en el silo
- ◆ De putrefacción o descomposición aeróbica. Estas pérdidas también se clasifican como “pérdidas de oxidación”, por ocurrir únicamente con la participación del oxígeno.
- ◆ De fermentación
- ◆ De lixiviación, por pérdidas de materia seca en el líquido exudado del silo.

### a) Pérdidas de campo

Al cosechar mecánicamente la pastura, pequeñas partículas de forraje pueden quedar en el suelo, lo que sumado al residuo en pie de las plantas cortadas podría denominarse “pérdidas de campo”. Por otra parte, si se procede al preoreo del forraje, intervienen tres tipos de pérdidas: mecánicas, bioquímicas (derivan de la respiración y otros procesos enzimáticos en la planta después del corte, dependen del contenido de humedad del forraje y del tiempo de permanencia del forraje cortado) y de lavado o lixiviación (producidas por la lluvia por el lavado de los nutrientes solubles del forraje).

### b) Pérdidas de oxidación

Una vez ingresado el material al silo, la presencia de oxígeno resultará en pérdidas de oxidación por los siguientes conceptos: respiración a base de oxígeno atrapado en la masa (pueden ser mínimas si se consigue confeccionar los ensilajes rápidamente y al mismo tiempo compactarlos y sellarlos adecuadamente), descomposición de

material por ingreso de aire (ocurre principalmente en las orillas y superficie del silo) y acción del aire sobre el ensilaje expuesto después de abrirlo. Entre las pérdidas oxidativas, la descomposición del material por entrada de aire en los contornos del silo es cuantitativamente la más importante en la mayoría de los casos. En el cuadro 2 se presentan datos de pérdidas en silos cubiertos y descubiertos.

### c) Pérdidas fermentativas.

La magnitud de las pérdidas fermentativas es variable, dependiendo de los nutrientes fermentados y los microorganismos involucrados en ello. Trabajos experimentales han registrado pérdidas de materia seca total por fermentación, que podrían fluctuar entre aproximadamente 1 y 10 % debiendo ser en la mayoría de los casos entre el 3 y el 5 %.

### d) Pérdidas de lixiviación

Las pérdidas registradas por eliminación de líquido dependerán principalmente del contenido de humedad del forraje ensilado, influyendo además el grado de compactación, el tipo de silo y el pretratamiento del forraje. Existen fórmulas para calcular las pérdidas por lixiviación en función del contenido de materia seca del forraje. Sobre la base de éstas se puede deducir que pueden fluctuar entre el 10 y el 0%, cuando el contenido de materia seca del forraje es de 14% o superior a 33%, respectivamente. No obstante, hay autores que estiman pérdidas menores (alrededor del 3% para raigrás perenne con un contenido de materia seca de aproximadamente 22%). Cabe destacar que el líquido lixiviado arrastra nutrientes de alta calidad, como son los carbohidratos y las proteínas solubles, los ácidos orgánicos y los minerales, por lo que en términos nutricionales, las pérdidas de lixiviación suelen ser muy importantes.

Las pérdidas por fermentación, respiración y lixiviación en forrajes húmedos pueden reducirse a través del premarchitamiento, sin embargo, es importante considerar la cuantía de las pérdidas inherentes a esta último proceso, debido a que bajo condiciones climáticas desfavorables podrían ser éstas mayores que las derivadas del lixiviado de agua del cultivo ensilado.

En el cuadro 4 se presentan datos de pérdidas en silos de raigrás, con distintas alternativas de ensilado.

**Cuadro 4.** Pérdidas parciales y totales en raigrás ensilado directamente o previo marchitamiento.

Tipo	Tipo de ensilaje	
	Directo	Premarchito
Materia seca (%)	21,0	31,9
Pérdidas de campo, MS (%)	-	7,4
<b>Pérdidas de ensilado (%)</b>		
<b>- Materia seca</b>		
Totales	20,6	6,0
Por concepto de:		
Putrefacción (exteriores)	1,3	1,2
Lixiviación	2,9	0,0
Invisibles (1)	16,4	4,8
<b>- Energía bruta</b>		
Totales	18,6	4,4
Por concepto de:		
Putrefacción (exteriores)	1,3	1,3
Lixiviación	2,4	0,0
Invisibles (1)	14,9	3,1
<b>- Proteína</b>		
Totales	17,6	11,7
Por concepto de:		
Putrefacción (exteriores)	1,4	1,2
Lixiviación	4,2	0,0
Invisibles (1)	12,0	10,5

(1) Pérdidas por concepto de respiración, fermentación y gases.

Como resumen se puede decir que las causas que contribuyen a producir pérdidas en los ensilajes son de diversa índole, y la contribución de cada una en las pérdidas totales es variable, dependiendo de una serie de factores inherentes al forraje ensilado, a la flora microbiana, al clima y a la tecnología aplicada en la confección y utilización del ensilaje. Las pérdidas totales de materia seca también serán variables, fluctuando entre valores mínimos (entre 3 y 6%) para ensilajes preparados en condiciones óptimas, hasta un 70% o más cuando la mayor parte del forraje ensilado se hace inutilizable.

## FORRAJE CONSERVADO DE ALFALFA

La henificación es la técnica de conservación de alfalfa más difundida en Argentina. En los últimos años ésta técnica está siendo complementada y en algunos casos, reemplazada, por el ensilaje o henolaje debido fundamentalmente a la mayor disponibilidad de maquinarias.

La decisión de elegir por una u otra técnica de conservación (o tipo de reserva) depende de:

- ♦ Las condiciones meteorológicas: la confección del ensilaje es más rápida y menos dependiente del clima (precipitaciones fundamentalmente).
- ♦ Pérdidas y valor nutritivo: bajo correctas técnicas de manejo, el silaje posee menos pérdidas y mantiene una mayor calidad que el heno.
- ♦ Estrategias alimenticias

Los relevamientos realizados en campos de productores de la cuenca lechera santafesina, indican que se logra una mejor calidad del forraje conservado de alfalfa con la técnica del ensilaje o henolaje que con la henificación. En el cuadro 5 se indica la calidad del heno, henolaje y silaje picado embolsado de alfalfa, confeccionados por los productores durante 1998.

CUADRO 5. Calidad del heno, henolaje y silaje picado embolsado de alfalfa confeccionados por productores durante 1998.

Tipo almacenaje (nro. muestras)	MS	PB	FDN	FDA	DIVMS	EM	pH
	-----			.....(%).....		Mcal/kg MS	
Heno (122)	85,1	19,2	54,4	43,8	54,8	1,97	
Henolaje (127)	62,7	20,5	46,7	35,9	60,9	2,19	5,5
Silo picado Embolsado (143)	38,0	18,8	48,6	38,2	59,5	2,14	4,8

MS= materia seca, PB= proteína bruta, FDN= fibra detergente neutro, FDA= fibra detergente ácido, DIVMS= digestibilidad de la materia seca, EM= energía metabolizable.

Cabe aclarar que, de aplicar adecuadamente la técnica de la henificación se podrían mejorar sensiblemente la calidad de este forraje.

En los últimos años la E.E.A Rafaela ha trabajado en muchos de los aspectos que conducen a mejorar la calidad nutritiva y fermentativa de los silajes de alfalfa, presentándose en esta publicación los resultados más importantes en cuanto a momento de corte, manejo de la andana, uso de conservantes y sistemas de conservación.

### 1) Momento de corte

El momento de corte es el factor que más incide en la calidad nutritiva del producto final, indicándose en el cuadro 6 el efecto de este factor sobre la calidad de los silajes de alfalfa.

CUADRO 6. Calidad de silajes confeccionados a partir de una pastura de alfalfa en distintos estados fisiológicos.

Tratamientos	MS	PB	FDN	FDA	DIVMS	EM
	-----			.....(%).....		
(Mcal/kgMS)						
Botón floral	62,0	22,2	41,8	31,3	65,6	
2,36						
10 % de floración	61,0	20,4	46,0	33,8	62,6	
2,25						
100 % de floración	60,2	20,0	49,7	38,3	59,1	
2,12						

MS= materia seca, PB= proteína bruta, FDN= fibra detergente neutro, FDA= fibra detergente ácido, DIVMS= digestibilidad de la materia seca, EM= energía metabolizable.

Como se puede observar en el cuadro se produce un marcado descenso de la calidad a medida a que se atrasa la fecha de corte (digestibilidad y energía metabolizable).

### 2) Manejo de la andana.

Otro factor a tener en cuenta es el manejo de la andana durante el premarchitado. El uso del rastrillo, sobre todo los estelares, puede producir pérdidas de hojas e incorporación de material muerto y heces al silaje. Esto puede

provocar fermentaciones indeseables y contaminaciones butíricas. En el cuadro 7 se presentan los resultados de las características nutritivas y fermentativas de los ensilajes de alfalfa embolsados, confeccionados con diferente manejo del forraje durante el secado.

CUADRO 7: Características nutritivas y fermentativas de ensilajes embolsados de alfalfa confeccionados con diferente manejo del forraje durante el secado.

PARAMETRO	TRATAMIENTO	
	Sin juntar andanas	Juntando andanas
MS %	51,2	52,9
PB %	21,5	21,2
FDN %	43,1	47,6
FDA %	34,3	40,4
DIVMS %	62,1	57,3
EM (Mcal/kg MS)	2,2	2,0
pH	4,7	5,7
NH <sub>3</sub> /NT %	9,9	15,7

Referencias: MS= materia seca, PB= proteína bruta, FDN= fibra detergente neutro, FDA= fibra detergente ácido, DIVMS= digestibilidad de la materia seca, EM= energía metabolizable, NH<sub>3</sub>/NT= nitrógeno amoniacal.

Como se puede observar en el cuadro al usar el rastrillo para juntar las andanas se produjo un descenso de la digestibilidad y de la energía metabolizable, un aumento del contenido de fibra, y mayores valores de pH y NH<sub>3</sub>/NT, lo que estaría indicando problemas en la fermentación.

### 3) Como mejorar la conservación.

La aptitud de un forraje para ser ensilado depende de las características de la planta recomendándose que la misma posea altos contenidos de azúcar, bajos de proteína bruta y reducida capacidad buffer (resistencia a disminuir el pH). Estas condiciones son comunes en el maíz pero no en la alfalfa, por lo que se debe recurrir a ciertas practicas de manejo para mejorar su conservación. Las más utilizadas son el premarchitado, el agregado de algún ácido (fórmico o propiónico), granos molidos e inoculantes y enzimas (cultivos de bacterias lácticas + enzimas).

#### 3.a) El premarchitado

La alfalfa es una especie que posee un alto contenido de agua cuando se la corta al estado de botón floral o primeras flores, resultando de esta manera inconveniente su corte directo para efectuar silajes porque pueden ocurrir malas fermentaciones (se pudren). Además se está transportando agua y poca materia seca del campo al lugar del almacenamiento elevando los costos de confección. El premarchitado del material puede evitar estos inconvenientes. El contenido de humedad al momento de la cosecha deberá estar entre el 45 y 65%, no siendo aconsejables porcentajes menores porque se pueden producir pérdidas de hojas y por lo tanto de calidad. En el cuadro 8 se presentan resultados de silajes llevados a cabo con distintos contenidos de materia seca de la andana al momento de la confección.

CUADRO 8. Características nutritivas de silajes realizados con distintos contenidos de humedad.

Item	Porcentaje de materia seca de la andana			
	39	48	58	61
MS (%)	40,3	50,3	56,8	69,0
PB (%)	18,1	19,1	18,3	18,4
FDN (%)	41,8	42,0	45,5	52,6
FDA (%)	28,1	29,1	29,0	33,6
DIVMS (%)	67,0	66,2	66,2	62,7
pH	4,7	5,1	4,9	5,9
NH <sub>3</sub> /NT (%)	14,6	7,4	6,2	7,6

MS= Materia seca, PB= proteína bruta, FDN= fibra detergente neutro, FDA= fibra detergente ácido, DIVMS= digestibilidad de la materia seca.

Se considera que cuando se supera el 55% de materia seca, se produce un descenso importante de la digestibilidad y un aumento del contenido de fibra.

### 3.b) Uso de aditivos

Existe en la bibliografía mucha información sobre el uso de mejoradores de la conservación en silajes de pastura. En la E.E.A Rafaela del INTA se han efectuado numerosos trabajos en los cuales se evaluaron el preoreo y el agregado de aditivos a los silajes de alfalfa. En el cuadro 9 se observan algunos de los resultados obtenidos.

CUADRO 9. Calidad nutritiva y fermentativa de silajes de alfalfa preoreada con distintos aditivos.

Tratamiento	MS	PB	FDN	FDA	DIVMS	NH <sub>3</sub> /NT	pH
	------(%)-----						
Premarchitado	50,6	21,3	39,2	31,5	63,6	8,4	4,8
+Acido Propiónico	45,5	23,3	37,4	32,0	63,5	9,0	4,2
+Inoculante	44,7	20,8	37,8	30,1	64,1	8,3	4,3

MS= materia seca, PB= proteína bruta, FDN= fibra detergente neutro, FDA= fibra detergente ácido, DIVMS= digestibilidad de la materia seca, NH<sub>3</sub>/NT= nitrógeno amoniacal.

Los resultados indican que cuando se trabaja con un material premarchito el agregado de un aditivo o inoculante no produce ningún efecto positivo sobre la calidad nutritiva y fermentativa de los silajes.

En otros trabajos en los que se evaluaron distintos inoculantes solo se han encontrado efectos positivos en los valores de pH y NH<sub>3</sub>/NT cuando se ensilaron alfalfas picadas muy húmedas (80% de humedad y picado directo). Los resultados obtenidos fueron los siguientes: pH= 5,3 y 4,7, y NH<sub>3</sub>/NT= 20,1 y 9,3, para los silajes sin inocular e inoculados, respectivamente.

El agregado de grano de sorgo o maíz molido al momento del ensilado son una fuente de hidratos de carbono que ayudaría a lograr una mejor conservación actuando como alimento para las bacterias lácticas. Como consecuencia, se aumenta el valor nutritivo del silaje de alfalfa a través de una disminución de la fibra y un incremento de la digestibilidad de la materia seca. Puede existir sin embargo, una pequeña disminución en el contenido de proteína bruta. Este efecto positivo del grano adicionado al silaje de alfalfa se observó hasta el agregado de un 4 % (40 kg de grano/tonelada de material ensilado).

En conclusión, la información general indica que el premarchitado es la práctica más recomendable para mejorar la conservación de esta leguminosa como silaje. Si bien los aditivos conducen a la obtención de silajes bien conservados, su poca practicidad en la aplicación y los costos hacen que su uso sea restringido. Solamente tendrían mayor utilidad en aquellas zonas que por condiciones climáticas no es posible realizar un premarchitado.

### 4) Sistema de almacenamiento

Cuando se va a tomar la decisión de conservar la alfalfa con la técnica del ensilado se pueden elegir dos métodos de almacenaje: a) la alfalfa entera almacenada bajo la forma de rollos húmedos empaquetados o embolsados y b) la alfalfa picada conservada en silos comunes o embolsada. Cualquiera sea el método de conservación seleccionado estos se deben realizar bajo determinadas normas para alcanzar el producto final deseado.

#### HENOLAJE EMPAQUETADO

El henolaje o empaquetado de rollos húmedos es una técnica de conservación que consiste en cortar el forraje y someterlo a un premarchitado durante cierto período de tiempo, hasta lograr un contenido de materia seca de aproximadamente el 50%. El tiempo de secado varía según la especie vegetal, las condiciones ambientales y el acondicionamiento previo o no del material. El preoreo tiene como objeto aumentar la concentración de azúcares para lograr un buen proceso fermentativo.

Una vez que se ha alcanzado el nivel de materia seca, se procede al arrollado del pasto. Finalmente, el rollo es tomado por la mesa empaquetadora y cubierto automáticamente con un film de polietileno especial que posee la propiedad de contraerse, creando de esta manera condiciones de hermeticidad dentro del rollo.

#### VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA

Las mayores ventajas del sistema se relacionan con aspectos agronómicos y nutricionales, como por ejemplo:

- ◆ reduce el riesgo climático (por menor tiempo de exposición en el campo).
- ◆ al trabajar el forraje húmedo, las pérdidas de material (principalmente de hojas) en la confección, distribución y suministro son menores.
- ◆ no son requeridos tractores de alta potencia.
- ◆ se pueden conservar pequeñas superficies de pastura (a diferencia del silo que se requieren superficies mayores).

- ◆ al crearse condiciones de anaerobiosis, el proceso de fermentación es rápido.
- ◆ bajo requerimiento de mano de obra para la confección.
- ◆ no son necesarias inversiones de capital muy grandes.
- ◆ no se requieren instalaciones de almacenamiento especiales.
- ◆ fácil manipulación para racionar.
- ◆ total mecanización de las operaciones.
- ◆ Se producen bajas pérdidas de almacenaje (3 al 7 %).

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

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

Hay que tener en cuenta la calidad del forraje que se va a destinar para henolaje empaquetado, debido a que el costo del plástico es del orden de los 4 a 5 \$/rollo.

### PASOS A SEGUIR PARA LA CONFECCIÓN DE UN SILOPAQ

**Corte:** deben tenerse en cuenta las mismas consideraciones que para el caso de henificación (momento de corte, tipo de maquinarias, etc.)

**Hilerado:** es importante confeccionar hileras de ancho uniforme, para favorecer la obtención de rollos bien formados, condición deseable para un correcto empaquetado.

**Preoreo:** debe ser el adecuado, hasta que se logre aproximadamente el 50% de MS. Un exceso de humedad retarda el proceso fermentativo y da lugar a la acumulación de jugos en la parte inferior del rollo. Si por el contrario la materia seca asciende a valores por sobre 60%, no estaremos asegurando condiciones para que la fermentación se complete satisfactoriamente (cuadro 8). El tiempo de secado dependerá de las condiciones climáticas y de la especie a ensilar.

Cuadro 10: Características nutritivas y fermentativas de henolajes empaquetados de alfalfa, realizados con distintos contenidos de humedad.

Item	MS andana		
	40%	50%	60%
Proteína bruta %	18,1	19,1	18,4
FDN %	41,8	45,5	52,6
FDA %	28,1	29,0	33,6
DIVMS %	66,5	66,2	64,5
pH	4,7	4,9	5,9
Nitrógeno amoniacal %	10,0	6,2	7,6

Fuente: E.E.A INTA Rafaela.

**Empaquetado:** debe realizarse lo más pronto posible, dentro de las 24 horas posteriores a la confección de los rollos. Es importante tratar de empaquetar en el lugar donde se almacenarán los rollos, a fin de evitar daños en la envoltura. Tampoco hacerlos con lluvia, pues el polietileno no adhiere correctamente.

**Almacenamiento:** no es necesaria ninguna estructura especial. Sólo deben tenerse algunos recaudos:

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

- ♦ La duración de estos rollos estará en función del tiempo en que el polietileno mantenga sus propiedades, siendo lo normal 10 a 12 meses.

## **ROLLOS HÚMEDOS EMBOLSADOS**

Hace tres o cuatro años se ha comenzado a difundir el uso de las “embolsadoras de rollos” con alta humedad. Esta técnica no difiere mucho de la que se conoce como “silopaq”, cambiando solamente la manera de almacenar los rollos húmedos. Básicamente consiste en confeccionar los rollos con un contenido de humedad de 60 y 65 % los que se colocan, utilizando una embolsadora de rollos, en una bolsa de plástico especial. Estas tienen una longitud de aproximadamente 70 metros y tienen la particularidad de una cierta capacidad de estiramiento y una vez colocado el rollo en su interior retorna a su tamaño anterior, ajustándose bien al mismo, eliminando el aire de su interior.

Las ventajas de este sistema con respecto al “silopaq”, las podemos enumerar en:

- ♦ La máquina es más rápida en el embolsado de los rollos.
- ♦ No requiere tractor para su funcionamiento: tiene incorporado un motor de baja potencia.
- ♦ Se producen menos movimientos en el campo, con la “embolsadora” una vez que se terminó de hacer los rollos, se los lleva con el tractor y un transportador de rollos hasta donde se encuentra la máquina y ésta automáticamente coloca el rollo dentro de la bolsa gracias a un sistema hidráulico que lo empuja hacia el interior.
- ♦ Se pueden hacer rollos más grandes (1,30 m de diámetro), esto significa que hay más kilogramos por rollo, y por lo tanto menos rollos por hectárea con menor gasto de plástico.

Es una técnica cuyos costos de confección son mayores que los rollos secos, por lo tanto para obtener los mejores resultados no solo se debe tener cuidados en la confección sino que se debe partir de forrajes de muy buena calidad. Las especies más recomendadas para utilizar son la alfalfa, que debe ser cortada cuando está al estado de botón floral o primeras flores y libre de malezas, la avena, cosechada al estado de grano lechoso y el raigrás, al estado vegetativo para lograr su más alta calidad o florecido para obtener mayor volumen. También, podrían ser utilizadas las pasturas mezclas de gramíneas y leguminosas y el trébol rojo.

Es importante tener presente que desde el momento en que se comienza a elaborar el rollo hasta que se finaliza el material va perdiendo humedad, más aún si se trata de un día de alta temperatura, soleado y muy ventoso. En esos casos se debe comenzar a enrollar con la humedad mas alta (65%) y tratar de no bajar más halla del 50% porque a partir de allí se empieza a tener pérdidas de hojas, es más difícil la compactación, y luego se producen roturas en la cubierta plástica debido a la dureza de los tallos sobre todo si lo que se almacena es alfalfa.

Debe controlarse periódicamente que no se rompa el plástico. Si se rompe, tratar de tapar los agujeros, para evitar el deterioro del material que se manifiesta con afloramientos blancos u otro tipo de manchas.

La principal desventaja del ensilaje es su mayor inversión en maquinarias incrementándose en consecuencia el costo de la confección. Por lo tanto, es muy importante lograr silajes de alta calidad que permitan respuestas animales que cubran esos mayores costos.

El sistema de almacenamiento es otra variable a tener en cuenta. El que mejor se adapta a la alfalfa picada es el embolsado debido a que se asegura la calidad y se logran reducir las perdidas con respecto a los silos comunes (búnker o puente).

En lo que respecta al almacenamiento del material como picado o entero (silopaq o rollos embolsados), los trabajos efectuados confirman que si se tienen en cuenta todas las medidas que conducen a una buena conservación no hay diferencias de valor nutritivo entre estos dos tipos de almacenamientos. Sin embargo, un silaje picado resulta más fácil de utilizar en sistemas alimenticios que usan mixer (el rollo húmedo tiene problemas para ser desmenuzado) pudiendo además controlarse mejor el consumo.

## **ENSILAJE DE SOJA**

Uno de los principales problemas que se presentan en zonas donde por limitantes de suelo y/o clima no se puede implantar la alfalfa, o ésta se ha perdido a causa de los excesos de lluvias, es la falta de una especie de ciclo primavera-estival que aporte volumen y calidad (proteína bruta) para ser utilizada para conservar.

Por lo general en esta época se utilizan cultivos como sorgos, moha, etc., que si bien aportan volumen tienen un bajo contenido de proteína bruta, que es lo que generalmente falta durante el invierno. Con la finalidad de encontrar una especie que pueda brindar un alto aporte de proteína pero que además tenga una buena producción de materia seca, se efectuaron experiencias utilizando la soja (*Glycine max*) con fines forrajeros, demostrando esta leguminosa tener buena adaptación para estos fines, con producciones superiores a los 5.000 kg/ha de MS y buena calidad. Los primeros trabajos estuvieron orientados al estudio de esta especie bajo pastoreo y luego se la evaluó para comprobar su aptitud para ser utilizada para conservar.

Se debe aclarar que la soja es una leguminosa, que tiene alto contenido de proteína y bajo de azúcares, por lo tanto esto es una restricción importante que tiene la especie lo cual determina que sea más dificultosa su conservación comparada a un maíz o sorgo

A continuación se presentan los resultados de la utilización de la soja conservada con la técnica del ensilado.

- ◆ Se evaluaron tres períodos en los que se utilizó un cultivar de soja de grupo 7, a una densidad de 24 plantas/m de soja, a 0,70 m entre surcos.
- ◆ La cosecha fue realizada al estado de R4, el material picado fue embolsado, con dos contenidos de humedad en corte directo y con premarchitado.
- ◆ Las evaluaciones de los ensilajes fue realizada después de 90 días de almacenaje.
- ◆ Las producciones medias alcanzadas estuvieron entre los 4.900 a 8.000 kg/ha de MS/ha. La composición promedio de la producción fue de 30 % de tallo, 50 % de hoja y 20 % de vaina.

◆ CUADRO 11. Características fermentativas y nutritivas de soja ensilada en corte directo y con premarchitado.

Item	Tratamientos	
	Corte directo	Premarchitada
MS %	24	45
PB %	18	17,5
FDN %	47	49
FDA %	38	31
DIVMS %	60	65
N-NH3/NT %	35,4	7,5
pH	5,1	5,1

MS = materia seca; PB= proteína bruta; FDN= Fibra detergente neutro; FDA= fibra detergente ácido; DIVMS= digestibilidad in vitro de la materia seca; N-NH3/NT= nitrógeno amoniacal.

El silaje de soja pura en corte directo, como los de cualquier leguminosa, manifestó problemas en el proceso de conservación, lo que se vio reflejado por el alto contenido de N-NH3/NT y en el alto valor de pH, estos valores tendrían que estar por debajo de 10 y 4 para el primero y segundo parámetro, respectivamente y el menor valor nutritivo. Esto como se puede observar en el cuadro pudo ser modificado con el silaje confeccionado con un mayor porcentaje de MS (premarchitada).

Una técnica a tener en cuenta y que ayudaría a mejorar la conservación sería el uso de inoculantes biológicos. También la confección de silos mezclas compuesto por soja y gramíneas como el sorgo forrajero o granífero ha sido evaluada como una alternativa para mejorar la conservación de la soja, ya que las gramíneas le estarían aportando el azúcar necesario para obtener una buena fermentación, y al mismo tiempo la soja mejoraría la calidad del sorgo aportándole proteína y disminuyendo el contenido de fibra.

Como se logra esto, sembrando en el mismo lote sorgo y soja en líneas alternadas, (1 línea de sorgo y un de soja o 2 de soja y una de sorgo) en función de la proporción que se quiere obtener de soja y sorgo. Trabajos realizados en el INTA Rafaela indican que la mejor proporción es de 60 % de soja y 40% de sorgo. Hay que tener en cuenta que cuanto mas líneas de sorgo sean reemplazadas por soja se produce un menor rendimiento de forraje pero se mejora la calidad total.

Si bien los trabajos se hicieron en los estados del cultivo R3, R4, cortes en estados mas avanzados (cuando comienzan a cambiar de color las hojas inferiores) hace que la planta tenga menos humedad, lo que permitiría hacer el corte directo lográndose de esa manera una mejor conservación del material, un mayor rendimiento del cultivo y una leve disminución de la calidad.

El contenido de humedad del cultivo al corte puede tener distinta incidencia según el sistema de almacenaje (bolsa o convencional) que se utilice. En los silos convencionales (puente, torta, búnker) la humedad del forraje puede drenar mas fácilmente, y si se realiza un optimo manejo de la confección del silo (compactado, tapado) el silaje puede ser bueno, en cambio en la bolsa el exceso de humedad puede dificultar el embolsado y además provocar perdidas por una mala fermentación a causa del agua que queda dentro de la bolsa y en el material.

### RECOMENDACIONES PARA LOGRAR SILOS DE SOJA DE CALIDAD

- ◆ Sembrar cultivares de ciclo largo (6, 7 u 8) según la zona, debido a que son los que brindan los mayores volúmenes de forraje.
- ◆ Cortar en los estados de R3 – R5.
- ◆ Hacer un premarchitado para favorecer y asegurar la conservación.(R3)

## Otras factores que mejorarían la conservación

- ◆ Cortar en estados avanzados de desarrollo (cambio de color hojas inferiores)
- ◆ Usar inoculantes biológicos.
- ◆ Mezclar con una gramínea (sorgo forrajero o granífero).

Por último hay que tener muy en cuenta lo siguiente: para que el silaje de soja sea de utilidad se debe lograr una excelente conservación, de no ser así la calidad y el consumo serán muy bajos y especialmente este último es el que se verá más afectado a causa del olor muy desagradable que tienen los silajes de soja mal conservados.

Para lograr un mejor consumo voluntario es conveniente darlo mezclado con otros alimentos.

Los resultados ponen de manifiesto que es posible lograr buenos silajes de soja si se tienen en cuenta las medidas detalladas anteriormente.

## BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

- BRUNO, O.A.; ROMERO, L.A.; GIORDANO, J.M.; DIAZ, M.C. y GAGGIOTTI, M.C. 1996. Relevamiento de Forrajes Conservados en el Área Central de Santa Fe. INTA, E.E.A Rafaela. Inf.Técnico N° 55. 8 pp.
- BUCKMASTER, D.R. 1993. Alfalfa raking losses as measured on artificial stubble. Trans. ASAE 36 (3):645-651.
- CHANDLER, P.T.; MILLER, C.N. and JAHN, E. 1975. Feeding value and nutrient preservation of high moisture corn ensiled in conventional silos for lactating dairy cows. Journal of Dairy Science 58(5): 682-688.
- GAGGIOTTI, M.C., ROMERO, L.A., TAVERNA, M., CALVINHO, L. Y BRUNO, O.A. 1999. Clostridios gasógenos en leche: Influencia del uso de silaje de alfalfa y de la limpieza de la ubre. Anuario 1999 E.E.A Rafaela p 3-7.
- GROSS, F. 1987. Conservación de forrajes para ensilados. Seminario para Técnicos Agropecuarios. D.A.T. "La Serenísima". 61 pp.
- INTA. Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. 1996. Temas de Producción Lechera. Publicación Miscelanea N° 81. Santa Fe. Argentina. 225 pp.
- INTA. Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. 1996. Producción y utilización de forrajes conservados. Curso para profesionales y estudiantes avanzados. Apuntes. Santa Fe. Argentina. 174 pp.
- INTA. Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. 1997. Información técnica para productores 1995-96. Publicación Miscelanea N° 82:16-23. Santa Fe. Argentina.
- IZA, G.A. 1992. Empaquetado de rollos. Henolaje. Manual práctico para la realización de henolaje empaquetado. Apuntes. 36 pp.
- JUAN, N.A.; ROMERO, L.A. y BRUNO, O.A. 1995. Conservación del forraje de alfalfa. Cap. 9. p.174-192. In: La alfalfa en la Argentina. Hijano, E.H. y Navarro, A. (ed.). INTA-Centro Regional Cuyo. Agro de Cuyo. Manuales 11. San Juan. Argentina.
- PHILLIPS, C.J.C. 1988. The use of conserved forage as supplement for grazing dairy cows. Grass and Forage Science. Vol 43:215-230.
- PIONEER HI-BRED INTERNATIONAL, INC. 1990. The Pioneer Forage Manual. A Nutritional Guide. 55 p.
- WATSON, S.J. and NASH, M.J. 1960. The conservation of grass and forage crops. Oliver and Boyd Ltd. London. England. 758 pp.
- WILKINSON, J.M. 1981. Losses in the conservation and utilization of grass and forage crops. Ann. Appl. Biol. 98:365-376.

[Volver a: silos](#)