

# FORRAJES CONSERVADOS

## HENOS, HENOLAJE EMPAQUETADO, SILAJES, CALIDAD DE LAS RESERVAS Y RESPUESTA ANIMAL

Bruno, Oscar A., Luis A. Romero y Enrique Ustarroz. 1997. Invernada bovina en zonas mixtas. Agro 2 de Córdoba. **Capítulo III**: 58-92. INTA, Centro Regional Córdoba, EEA Marcos Juárez.

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

Volver a: [Reservas en general](#)

Los sistemas de producción de leche y/o de carne basan la alimentación de los animales en las pasturas semi-permanentes, complementadas en ciertas regiones con cultivos anuales. La actual intensificación determina altos requerimientos nutricionales y esto hace necesario contar con forrajes de alta calidad para no comprometer la producción de los animales.

Las pasturas, independientemente de las especies utilizadas, presentan una curva de crecimiento con alta concentración de la producción de forraje en el período primavera-verano y una menor oferta en otoño-invierno.

Para mantener producciones estables y continuas durante el año, con cargas medianas a altas, es necesario compensar los déficit con el uso de forrajes conservados y/o granos. Los primeros pueden ser obtenidos con los excedentes de las pasturas o con cultivos sembrados para tal efecto.

Las técnicas de conservación que pueden utilizarse son la henificación, el henolaje y el ensilaje.

Es importante destacar que, cualquiera sea el sistema de conservación utilizado, éste no mejora la calidad del material original. Por lo tanto, la prioridad debe ser transformar un forraje recién cortado (muy inestable), lo más rápidamente posible y con las menores pérdidas, a un estado que permita la conservación prolongada del producto (estable), disminuyendo al mínimo las pérdidas en cantidad y calidad de materia seca (MS).

Existe una diversidad importante de cultivos que pueden ser conservados, difiriendo en rendimiento de MS/ha y en calidad. La elección de un sistema de conservación dependerá principalmente de la especie disponible y las condiciones climáticas imperantes en la región.

Como ejemplo, se puede mencionar que para la alfalfa la henificación es la técnica más recomendable, mientras que para el maíz lo es el ensilaje. Además, en el caso de esta leguminosa, si las condiciones climáticas no son buenas para obtener un rápido secado se puede recurrir a conservarla como henolaje o silaje.

### III.1. Henos

El heno es un forraje conservado que se caracteriza por poseer un bajo contenido de humedad -menos del 15%-, que le permite ser almacenado sin peligro de fermentaciones y desarrollo de hongos.

#### III.1.1. Factores que afectan la calidad del heno

Los factores que inciden sobre la calidad del heno se pueden clasificar en:

- Condiciones climáticas.
- Especie forrajera y momento de corte.
- Proceso de confección.
- Almacenamiento.

##### III.1.1.1. Condiciones climáticas

La calidad del heno está estrechamente vinculada con los factores climáticos:

- variaciones entre zonas o regiones.
- la época del año
- las condiciones en el momento de corte (muchas veces obligan a demorar el corte, hecho que trae aparejada una cosecha de forraje más maduro)
- las condiciones durante el proceso de secado (dependen principalmente del tiempo de permanencia del vegetal en el campo y de los fenómenos climáticos que ocurren).

Los efectos de la lluvia sobre la pérdida de calidad se presentan en los Cuadros 8 y 9.

Cuadro 8.- Efecto de la lluvia sobre el consumo voluntario de heno en bovinos (expresado en %, como disminución del consumo con respecto al forraje fresco).

Características	Disminución del consumo de MS
Heno seco en galpón	15%
Heno directo sin lluvia	18%
Heno directo con lluvia	26%

Fuente: Wilkinson (1981).

Cuadro 9.- Pérdidas de MS y proteína en la henificación (%)

Características	MS (%)	Proteína Bruta (%)
Normal, sin lluvia	8,7	16,5
Pérdidas por lluvias		
- 1 a 20 mm	18,9	22,9
- 12 a 63 mm	27,1	27,1

Fuente: Watson y Nash (1960).

El agua de lluvia es responsable de grandes pérdidas del valor nutritivo de henos expuestos en el campo, debido básicamente al "lavado" de nutrientes. Dichas pérdidas no son muy importantes mientras la planta no haya comenzado a secarse, pero sí cuando las células están muertas, dado que pierden su capacidad de permeabilidad selectiva, permitiendo la entrada de agua, que disuelve y arrastra los nutrientes solubles y más digeribles, dejando en el campo un forraje de inferior valor nutritivo.

### III.1.1.2. Especie forrajera y momento de corte

Si bien la mayoría de las especies forrajeras pueden eventualmente conservarse como heno, el valor nutritivo de éste está fuertemente condicionado por el tipo de forraje del cual fue hecho. En el país, los más utilizados son: alfalfa, trébol rojo, pasturas semipermanentes y gramíneas anuales (avena, moha, mijo y sorgos). Un cultivo apto para henificar debe cumplir con los siguientes requisitos:

- buena producción de forraje
- rápido secado
- cantidad y calidad deben coincidir con la época del año apropiada para lograr un rápido secado
- buen valor nutritivo

A modo de ejemplo, se presentan en el Cuadro 10 los datos de calidad de henos promedios de distintas especies, obtenidos en ensayos experimentales en la EEA INTA Rafaela.

Cuadro 10.- Calidad de henos de distintas especies

Especie	Estado	PB (%)	FDN (%)	DIVMS (%)
Avena	Grano lechoso	15	59	63
Moha	Pre-panoja	10	71	62
Sorgo forr.	Pasto	8	60	53
Alfalfa	10% floración	20	45	67
Pastura	-	20	65	60
Trébol rojo	Princ. floración	22	48	67

Fuente: EEA INTA Rafaela.

En pasturas mezclas, la calidad final del heno depende de las especies presentes y de su participación. En general, tienen muchas variaciones y los valores promedio no deben ser tomados en cuenta. En estos casos es necesario tener el valor de la muestra puntual para conocer realmente su calidad.

El momento de corte es, sin duda, un factor de gran importancia en la calidad final del forraje conservado. Manejándolo, se puede manipular la cantidad de forraje, la calidad o las situaciones intermedias donde se pretende balancear cantidad con calidad.

Trabajos realizados en alfalfa, cortada en tres momentos -10, 50 y 100% de floración- mostraron diferencias notorias en el valor nutritivo y en el consumo voluntario. En el Cuadro 11 se presentan los resultados de un trabajo de Steacy y colaboradores (1983).

Cuadro 11.- Momento de corte de alfalfa para heno y su calidad

Item	% de floración		
	10	50	100
Proteína bruta (PB) (%)	15,8	10,7	9,2
Fibra detergente ácida (FDA) (%)	33,2	36,5	39,3
Digestibilidad (DIVMS) (%)	70,7	67,0	58,0
Consumo (g MS/kg)	127,9	128,1	114,0

Fuente: Steacy y colaboradores (1983).

En función de los resultados experimentales puede concluirse que, en alfalfa, el momento de corte más indicado para la cosecha del mayor porcentaje de nutrientes digestibles es el comienzo de la floración. En dicho estado, si bien no se logra el mayor rendimiento en MS del cultivo, la calidad del heno obtenido es superior al de otros estados de madurez más avanzada.

En gramíneas también es importante la incidencia del momento de corte sobre la producción de MS cosechada y el valor nutritivo del heno. En el Cuadro 12 se indican resultados de calidad de henos de moha (*Setaria italica*), cortados en dos estados distintos en la EEA INTA Rafaela.

Cuadro 12.- Producción y calidad de heno de moha en dos momentos de corte.

Item	Cultivo		Fardo	
	E 1	E 2	E 1	E 2
Fecha de corte	1/2	18/2		
Composición				
. Tallo (%)	51	36		
. Hoja (%)	49	26		
. Panoja (%)	0	38		
MS (kg/ha)	3.124	4.490		
MS (%)	19,6	36,5	88,9	88,5
PB (%)	11,6	7,9	10,8	6,7
FDN (%)	64,6	65,0	70,5	85,6
DIVMS (%)	63,3	57,9	55,7	46,8

E 1= pre-panojamiento. E 2= grano lechoso.

Fuente: EEA INTA Rafaela.

### III.1.1.3. Proceso de confección

En general, cuanto más favorables son las condiciones para la deshidratación del forraje, mejores son las características cualitativas de los henos obtenidos, aproximándose más a la digestibilidad del material de origen.

Mientras el contenido de humedad de la planta que se henifica no alcance valores inferiores al 20%, humedad que asegura prácticamente una buena conservación, se producen modificaciones de la composición química del forraje como consecuencia de la actividad celular de los tejidos.

El corte puede realizarse con guadañadora, segadora acondicionadora o cortadora-hileradora de hélice. Las pérdidas pueden originarse desde el mismo momento de corte del forraje, y son mayores cuando las maquinarias no cumplen satisfactoriamente este trabajo (sistemas deficientes, mal acondicionado de elementos cortantes, etc.).

La manipulación del forraje durante el proceso de secado influye sobre la calidad del heno logrado, siendo el mal uso del rastrillo (contenido de humedad del forraje, hora del día, etc.) una de las causas más graves de pérdida de calidad, principalmente en leguminosas.

En el Cuadro 13 se muestra el efecto del uso del rastrillo en alfalfa con distintos contenidos de humedad y densidad de la andana sobre la pérdida de MS.

Cuadro 13.- Pérdidas (%) de MS durante el rastrillado de alfalfa

Contenido de humedad	Densidad andana		
	Baja	Media	Alta
50%	8	4	1
30%	15	8	2
15%	32	14	4

Fuente: Buckmaster (1993);  
Klinner y Shepperson (1975).

Otro aspecto importante a considerar para la obtención de heno de alta calidad es el uso de los acondicionadores. En la bibliografía se encuentran numerosos trabajos que demuestran el efecto del uso de los mismos para acelerar el secado del forraje, disminuyendo las pérdidas que pueden producirse por un mayor tiempo de exposición en el campo.

El uso de acondicionadores mejora y uniformiza el secado entre hojas y tallos y reduce el tiempo de permanencia del forraje en el campo. Esto varía según la especie, el estado fonológico al corte y las condiciones climáticas (temperatura, intensidad del viento y humedad relativa) imperantes durante el proceso de secado.

La escasa difusión de este tipo de equipos en el país se debió a una falta de desarrollo de la industria local y a la escasa demanda ejercida por los usuarios. En los últimos años, las principales empresas relacionadas con maquinarias para conservación de forrajes introdujeron equipos de última generación, ampliamente difundidos en los países desarrollados.

En 1995 se realizaron dos ensayos en la EEA INTA Rafaela, con la finalidad de comparar la tasa de secado en alfalfa, utilizando una segadora acondicionadora en comparación con una cortadora-hileradora de hélice. Los resultados mostraron diferencias en la tasa de secado entre ambos tratamientos, siendo mucho más rápida la pérdida de humedad en la alfalfa acondicionada. Estas diferencias en la tasa de secado determinaron que se necesitaran 84 y 48 horas de permanencia de la andana en el campo para llegar al 20% de humedad en el primer ensayo con los tratamientos cortadora-hileradora y segadora acondicionadora, respectivamente. Los valores para el segundo ensayo fueron de 37 horas para la cortadora-hileradora y de 28 horas para la segadora acondicionadora.

La conservación del heno húmedo, usando preservantes químicos aplicados antes de su enfardado o enrollado, se ha estudiado en el extranjero y también existe alguna información nacional. Con estos productos se pretende reducir el período de permanencia del forraje cortado en el campo antes de la recolección, disminuyendo los riesgos de la acción climática y evitando mover el forraje cuando las hojas (principalmente en leguminosas) están particularmente frágiles.

Se han probado diversos productos, siendo el ácido propiónico uno de los más efectivos. Los inconvenientes que presentan tienen que ver con la rápida volatilización de algunos compuestos y la dificultad para su aplicación en forma uniforme. El uso de estos preservantes en el mundo no es muy grande y los resultados desde el punto de vista experimental son contradictorios.

#### III.1.1.4. Almacenamiento

Cuando se almacena heno (fardos, rollos, etc.) lo suficientemente seco y se lo protege de la lluvia, las pérdidas que se producen hasta su utilización son escasas.

El valor límite para el almacenaje, sin peligro de fermentaciones que produzcan calentamientos capaces de provocar su combustión espontánea, está en el rango del 20-25% de humedad, pudiendo existir variaciones según el tipo y la condición del forraje, la temperatura y la circulación del aire. El aumento de la temperatura del heno almacenado está directamente relacionado con el contenido de humedad en el momento de la recolección del forraje o de entrada de agua. Esto puede producir grandes pérdidas en la materia seca, en el valor nutritivo y en la respuesta animal.

Se deben extremar los cuidados en el almacenamiento de henos cosechados con un porcentaje de materia seca inferior al 70% y evitar henicificar cultivos con malezas de tallos gruesos y jugosos, que requieren un tiempo muy superior al que necesita la especie principal o predominante. Un ejemplo muy común de esta situación es la henicificación de lotes de alfalfa con infestación de sorgo de Alepo.

En el caso de moha, en estados tempranos de corte el secado no es parejo entre la fracción hoja y tallo de la planta, produciéndose elevación de temperatura con combustión al tenerse en cuenta solamente el grado de secado de la hoja en el momento de su recolección.

Las condiciones climáticas imperantes en el momento de la recolección (rocío, humedad ambiente, etc.) y la hora del día influyen sobre el contenido de humedad del forraje y pueden originar pérdidas.

Por otra parte, éstas pueden incrementarse notablemente cuando los rollos no son confeccionados correctamente (normas de manejo de las rotoenfardadoras), pudiendo alcanzara más del 50%, especialmente cuando se trabaja con rollos livianos de gramíneas, tales como avena o moha.

Otro factor de pérdida durante el almacenaje es el tiempo transcurrido entre la confección y la utilización, influenciado, además, por la forma de recolección (fardos y/o rollos).

En la EEA Rafaela se realizaron evaluaciones de pérdidas de rollos tapados y sin tapar, con rangos entre el 9 y el 17% de MS. Además, se registraron pérdidas de calidad en la periferia, mayores en los rollos sin tapar.

Otro factor de pérdida en rollos es el que se produce en el material en contacto con el suelo. Estas pérdidas se pueden evitar si los rollos son colocados sobre gomas, postes u otros elementos que eviten el contacto con el piso o se almacenan bajo galpones.

En una situación extrema, rollos sin tapar y en contacto con el suelo tuvieron pérdidas de MS del orden del 23%, mientras que los tapados y sin contacto con el suelo (sobre postes) tuvieron pérdidas de sólo el 6%.

La información presentada pone en evidencia los distintos factores que influyen sobre la calidad final del heno. En la Argentina es común no tenerlos en cuenta y normalmente se hace referencia a fardos o rollos de alfalfa, pastura, avena, moha, etc. como si todos fueran iguales.

Especialmente en rollos, resulta frecuente que en condiciones de campo no se tenga en cuenta la información básica que hace a la calidad del heno realizado, para su clasificación y almacenaje en lugares perfectamente determinados. Contando con la información, se podría hacer un uso más eficiente de los mismos, suministrándolos en función de su calidad a las distintas categorías de animales que componen los rodeos de leche y/o carne.

Como resumen general, se presenta en el Cuadro 14 una forma práctica de clasificar los rollos en función de la especie, el estado al corte y las condiciones durante el secado.

Cuadro 14.- clasificación de los rollos en función de su calidad para el almacenaje

Especie	Estado al corte	Condiciones durante el secado	Calidad			
			Muy buena	Buena	Reg.	Mala
Leguminosas (incluye alfalfa y trébol rojo)	Pre o inicio de floración	Buenas	X			
		Malas			X	
	50% de floración	Buenas		X		
		Malas				X
Gramíneas (incluye moha, mijo y avena)	Vegetativo o inicio reproductivo	Buenas		X		
		Malas			X	
	Inicio de formación de grano o más	Buenas			X	
		Malas				X

Fuente: EEA INTA Rafaela.

En el caso de las pasturas consociadas hay que tener en cuenta, además del estado fenológico al corte, la participación de cada una de las especies y la proporción y el tipo de malezas.

En estos casos, el responsable del almacenamiento de los rollos tiene que aplicar un criterio para darles la ubicación correspondiente.

Cabe aclarar que se producen casos en que en un mismo lote no todos los rollos deben almacenarse bajo la misma clasificación.

### III.2. Henolaje empaquetado (extractado del manual sobre Henolaje Empaquetado del Ing. Gerardo Iza, 1992)

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 deseado 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.

Una vez iniciados los procesos de fermentación, junto con los de respiración del material cortado, el oxígeno se irá consumiendo rápidamente y se originará un ambiente de anaerobiosis, en el cual se desarrollarán las bacte-

rias lácticas. Estas fermentan los azúcares de la planta y los transforman en ácido láctico, con lo que va disminuyendo el pH hasta valores de 4 a 4,5 aproximadamente.

Así se obtiene un silo de baja humedad, que no alcanza temperaturas tan altas como un silo común y que, generalmente, se estabiliza a los 30-45 días.

### III.2.1. 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 se requieren tractores de alta potencia.
- se pueden conservar pequeñas superficies de pastura (a diferencia del silo, que requiere superficies mayores).
- al crearse condiciones de anaerobiosis, el proceso de fermentación es rápido.
- 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 pesos por rollo.



Henolaje empaquetado

### III.2.2. 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 lograr 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 adecuadas para que la fermentación se complete satisfactoriamente (Cuadro 15).

Cuadro 15.- Características nutritivas y fermentativas de henolajes empaquetados de alfalfa, realizados con distintos contenidos de humedad.

Item	MS andana		
	40%	50%	60%
PB (%)	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
N amoniacal (%)	10,0	6,2	7,6

Fuente: EEA INTA Rafaela.

El tiempo de secado dependerá de las condiciones climáticas y de la especie a ensilar.

**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, para 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 los árboles, ya que se producen daños por acción de los pájaros y/o ramas
- la forma de estiba más adecuada es la de tubo horizontal
- hacer recorridas periódicas, con el fin de controlar los posibles daños y reparar las perforaciones que pudieran producirse en la envoltura empleando trozos frescos del mismo polietileno.

La duración de los rollos está en función del tiempo que el polietileno mantenga sus propiedades, siendo lo normal de 10 a 12 meses.

### III.3. Silajes

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.

#### III.3.1. Consideraciones generales

##### III.3.1.1. Especies para ensilar

Los carbohidratos no estructurales de la planta constituyen el sustrato nutricional del cual depende primordialmente la acción de la microflora fermentativa del forraje. En consecuencia, en la medida que el contenido de azúcares del forraje sea mayor, más rápido y eficiente 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, en comparación con las leguminosas, que son bajas en azúcares y de alta capacidad tampón.

Una baja cantidad de carbohidratos solubles en la planta, asociada a un bajo contenido de materia seca, crean condiciones extremadamente propensas al desarrollo de fermentaciones secundarias. La interrelación entre el contenido de materia seca, los carbohidratos solubles y la capacidad tampón, determinan el tipo de fermentación que ocurre en el ensilado. Así, el maíz es la mejor planta ensilable, por tener alto contenido de carbohidratos solubles, baja capacidad tampón y contenidos de materia seca normalmente superiores al 30%.

La interrelación entre el contenido de humedad y el nivel de carbohidratos solubles parece ser un punto controvertido en la literatura. Hay autores que atribuyen al contenido de humedad el éxito o fracaso de un ensilaje, mientras que otros le otorgan mayor importancia al nivel de carbohidratos solubles disponibles para la fermentación.

La importancia de los carbohidratos solubles se ve también reflejada en el tenor 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 las 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, derivadas de la actividad fotosintética durante las horas de luz y la relación entre ésta y la respiración durante el día y la noche. El nivel de carbohidratos fermentables llega a su nivel más alto en horas de la tarde.

Durante la fermentación se producen pérdidas de energía, eliminada como calor por la conversión de los azúcares en ácidos, y de proteínas, que resultan 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.

### III.3.1.2. El proceso de ensilado

La fermentación depende de decisiones y prácticas 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 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. 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 bruscamente el pH e incrementan la acidez del silaje. Al mismo tiempo, las bacterias productoras de ácido láctico se multiplican rápidamente y tienden a dominar la fermentación. Estas bacterias disminuyen aún más el pH (alrededor de 4), inhibiendo así el crecimiento microbiano y lográndose condiciones óptimas para la preservación del forraje. Estos procesos llevan de una a tres semanas, dependiendo del cultivo que va a ensilarse. 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.

### III.3.1.3. 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 de 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 exce-

Los niveles de agua serán un obstáculo sobre el proceso de fermentación y acidificación del material, diluyendo los ácidos formados y extendiendo con ello el proceso fermentativo. El lento descenso del pH de una masa ensilada con exceso de humedad favorecerá la intervención de microorganismos poco deseables en la fermentación, como las bacterias formadoras de butírico, Clostridium y otras.

Las recomendaciones varían según los diferentes cultivos a ensilar (Cuadro 16).

Cuadro 16.- Momento de cosecha y humedad recomendadas para distintos cultivos

Cultivo	Madurez	% humedad por tipo de silo			Tamaño de picado (mm)
		Horizontal	Vertical	Hermético	
Maíz	línea de leche, 1/2 a 2/3 del grano	67-72	63-68	50-60	9-12
Alfalfa	prebotón. 1/10 de 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 a 1/2 de 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).

Una apropiada madurez asegura el suministro de una adecuada cantidad de azúcares fermentables para las bacterias del silo y el máximo valor nutritivo para la óptima alimentación del ganado. La madurez también tiene un gran impacto sobre la humedad en los cultivos que no se preorean, como el maíz.

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.

#### 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.

Cabe considerar, no obstante, que el tamaño del picado reduce su importancia cuando se trata de ensilajes con bajo contenido de MS. La longitud de 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.

A menos que el material a ensilar esté muy seco, la malla de repicado no es, en general, recomendable, dado que aumenta los requerimientos de potencia y hace más lenta la cosecha.

Picados demasiado finos pueden producir algunos trastornos en los animales, como menor salivación, dificultades en la rumia y acidosis.



Un tamaño uniforme de partículas del material a ensilar facilita la compactación y la obtención de una buena anaerobiosis

### 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 pérdida de material por descomposición.

Un llenado prolongado puede resultar en una excesiva respiración y, por lo tanto, incrementar las pérdidas del silaje. 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. Esto se consigue procurando la impermeabilidad de las paredes y colocando cubiertas sobre el mismo. 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.



El ensilaje de forraje o grano húmedo en bolsas posibilita una óptima fermentación con escasas pérdidas de nutrientes.

#### III.3.1.4. Tratamiento del forraje para mejorar el ensilado

Es factible modificar artificialmente el curso del proceso de ensilado, con la finalidad de conseguir una mejor y más rápida conservación ácida del material. Entre las técnicas empleadas se encuentran el premarchitamiento y el uso de aditivos.

**a) Premarchitamiento:** consiste en cortar y mantener el forraje extendido sobre el suelo durante algunas horas, con el objeto de conseguir su deshidratación parcial, para luego recolectarlo y ensilarlo.

Una reducción en el contenido de agua, particularmente en forrajes muy húmedos, contribuirá a obtener una fermentación más favorable, menores pérdidas totales de materia seca en el silo y mejorar, en la mayoría de los casos, su valor nutritivo. Los beneficios son mayores en la medida que la humedad inicial del forraje es más alta.

Esta práctica involucra mayor inversión en maquinaria. También tiene implícito un factor de riesgo durante la etapa de deshidratación a campo, dado que condiciones climáticas muy favorables para el secado podrían elevar el contenido de materia seca del material a niveles muy altos en corto tiempo o, por el contrario, condiciones de

alta humedad o precipitaciones ampliarían excesivamente el período de exposición en el campo, con el consiguiente aumento de las pérdidas de nutrientes por respiración y fermentación.

Por otra parte, la contaminación del forraje con tierra puede producirse en el preoreo, aumentando el contenido de cenizas del ensilado, con los efectos negativos consecuentes sobre su preservación y la productividad animal.

**b) Aditivos:** el uso de algunos productos agregados al forraje en el momento de su descarga en el silo constituye una alternativa para mejorar las condiciones de fermentación y conservación, particularmente para aquellos forrajes que presentan condiciones difíciles de ensilar.

Forrajes que tienen bajos contenidos de carbohidratos solubles no logran disminuir suficientemente el pH de la masa ensilada como para prevenir la acción de bacterias indeseables. En ello también influye la humedad del material. Las condiciones de pH requeridas para evitar el desarrollo y la acción de *Clostridium* son menores en la medida que el contenido de agua en el material es más alto. En consecuencia, es conveniente que la concentración de carbohidratos solubles en estos casos sea alta. Una deficiencia en tal sentido puede corregirse, en parte, a través del uso de aditivos.

Existe una clasificación de los aditivos de acuerdo a la forma en que contribuyen a mejorar la preservación de los forrajes ensilados. Los mejores resultados se han obtenido con aquellos que aportan carbohidratos fermentables (tales como la melaza, el suero de quesería deshidratado, los granos, etc.) o con compuestos destinados ya sea a acidificar la masa ensilada (por ejemplo, ácido fórmico u otros ácidos orgánicos) o a inhibir la acción microbiana (por ejemplo, formalina, metabisulfito de sodio, etc.). La sal común (cloruro de sodio) no debe ser empleada en la preparación de ensilajes, debido a que ejercerá una acción contraria a la preservación ácida del forraje.

La aplicación de niveles crecientes de ácido fórmico en alfalfa o pasto ovillo se traduce en mayores índices de acidez de la masa ensilada. Adiciones de alrededor de 0,5% base forraje verde permiten conseguir resultados satisfactorios en la preservación de estas especies.

Trabajos realizados en el país compararon distintos tratamientos del forraje para mejorar el ensilado en alfalfa y sus resultados indican que los tratamientos con conservantes (glucosa o ácido fórmico) o el preoreo ofrecen mayor seguridad en la obtención de silajes con buenas características nutritivas y fermentativas, en relación al corte directo.

### III.3.1.5. Pérdidas del ensilado

Entre la cosecha del forraje y su utilización como ensilaje para el ganado ocurren inevitablemente pérdidas, que son particularmente variables y dependen de diversos factores. Se pueden clasificar en:

**a) Pérdida de campo:** al cosechar mecánicamente la pastura, pequeñas partículas de forraje pueden quedar en el suelo. Esto, sumado al residuo en pie de las plantas cortadas, podría denominarse "pérdida 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, dependiendo del contenido de humedad del forraje y el tiempo de permanencia del mismo en el campo); y de lavado o lixiviación (producida por la lluvia, por lixiviación 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 o embolsarlos); descomposición del material por ingreso de aire (fenómeno que ocurre principalmente en las orillas y superficie del silo) y acción del aire sobre el ensilaje ya 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.

**c) Pérdidas fermentativas:** el nivel de las pérdidas fermentativas es variable, dependiendo de los nutrientes fermentados y los microorganismos involucrados en ello. Trabajos experimentales han registrado pérdidas de MS total por fermentación que podrían fluctuar entre el 1 y el 10%, siendo 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 lixiviado en función del contenido de MS del forraje, sobre la base de las cuales se puede definir que éstas fluctúan entre 10 y 0%, cuando el contenido de MS del forraje es de 14% o superior a 33%, respectivamente, lo que corresponde a un rango normal para praderas ensiladas. No obstante, algunos autores estiman pérdidas menores (alrededor del 3% para raigrás perenne con aproximadamente el 22% de MS). Cabe destacar que el líquido lixiviado arrastra nutrientes de alta calidad, como los carbohidratos y

proteínas solubles, los ácidos orgánicos y los minerales y, por ello, en términos nutricionales, las pérdidas de lixiviación suelen ser muy importantes.

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

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, la flora microbiana participante, el clima y la tecnología aplicada en la confección y utilización del ensilaje. Las pérdidas totales de MS también serán variables, fluctuando desde 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.

### III.3.2. Silaje de maíz

El silaje de maíz es uno de los forrajes más importantes en el mundo. Se lo usa ampliamente por las siguientes razones:

- altos rendimientos de MS por ha de alimento con buen valor energético o alta palatabilidad
- no requiere preoreo, debido a que posee buenas características para ser ensilado a través del corte directo o rápida cosecha
- bajos costos de almacenamiento.

El silaje de maíz presenta ciertas limitantes cuando se desea suministrarlo como único alimento.

Posee una baja proporción de proteína bruta (PB) y minerales (esencialmente calcio), requiriéndose de una suplementación estratégica cuando es consumido por los animales.

El silaje de maíz es un forraje de alta energía cuando contiene entre un 40 y un 50% de la MS en forma de grano. En el área central de Santa Fe, este contenido no supera el 35 a 40%.

### Composición de la planta

La composición de las plantas cosechadas varía, dependiendo del híbrido usado y las condiciones ambientales. El Cuadro 17 muestra rangos posibles para los diferentes componentes de la planta.

Cuadro 17.- Composición de la planta en híbridos cosechados para silaje de maíz.

Parte de la planta	Rango observado (% MS)
Grano	15 a 60
Hojas	15 a 25
Tallos	20 a 40
Marlo	6 a 10
Chala	6 a 8

Fuente: The Pioneer Forage Manual, 1990.

La porción grano es la que contiene más energía digestible, seguida por las hojas, chalas, marlo y tallos. El contenido de nutrientes en el silaje de maíz puede tener un significativo rango de variación, que se muestra en el Cuadro 18.

Cuadro 18.- Contenido de nutrientes en el silaje de maíz.

Nutriente	Promedio <sup>(1)</sup>	Rango
Proteína cruda (%)	8,0	6-17
Fibra detergente ácida (%)	28,0	20-40
Fibra detergente neutra (%)	48,0	30-58
Total nutrientes digestibles (%)	67,0	55-75
Energía neta lactación (Mcal/kg)	1,49	1,28-1,63
Calcio (%)	0,26	0,10-0,40
Fósforo (%)	0,30	0,10-0,40

(1) Valores en base a MS. Fuente: The Pioneer Forage Manual, 1990.

Existen pautas de manejo que permiten maximizar los beneficios a obtener con silaje de maíz. Las más importantes, que influyen sobre la calidad y cantidad de cultivo que va a ser cosechado, son:

**Híbrido seleccionado:** la selección del híbrido puede influenciar al silaje de maíz a través de tres aspectos:

- rendimiento del material cosechado
- contenido de grano al momento de la cosecha
- digestibilidad o contenido de FDA del silaje.

El rendimiento puede estar influenciado en gran medida por el híbrido elegido, que debe seleccionarse teniendo en cuenta el ciclo más apropiado para la zona. Si es de ciclo muy corto, el rendimiento total de MS del silaje de maíz se verá reducido, aunque ofrece la ventaja de una mayor relación grano/tallo del material cosechado. Si, por el contrario, se siembra un ciclo muy largo, se pueden obtener mayores rendimientos de MS, aunque la proporción de grano en la MS total puede ser menor.

El contenido de grano puede variar significativamente, por diferencias genéticas, entre híbridos de igual ciclo. Además, se han encontrado diferencias en la calidad del resto de la planta (tallo, hoja, marlo y chala).

Cuando se combinan los efectos del contenido de grano y la digestibilidad del resto de la planta, se pueden encontrar variaciones significativas en la calidad de los silajes, por las diferencias entre híbridos. Es muy importante tener en cuenta la relación entre el contenido de granos y la calidad del resto de la planta. Una baja calidad de la planta, o una caída brusca de la digestibilidad (debido a una gran lignificación del tallo), pueden enmascarar el efecto favorable que produce la acumulación de grano en la espiga. Desde este punto de vista, el mayor contenido de grano es deseable siempre y cuando compense la caída de calidad del resto de la planta.

El valor nutritivo del material a ensilar mejora a medida que aumenta el contenido de grano, hasta que éste representa un 30% de la MS total. Luego, con el avance de la madurez, una mayor significación del tallo puede reducir o contrarrestar el beneficio de un mayor nivel de grano de la planta. La selección del híbrido debe realizarse en función de la calidad y cantidad de silaje producido.

Si la superficie de maíz a cosechar es importante, se deberán sembrar materiales de diferente ciclo o hacerlo en distintas fechas, para mantener un estado de madurez similar durante todo el período de cosecha.

Las características ideales del híbrido para silaje son:

- capacidad de producir altos rendimientos de un forraje de calidad
- capacidad de lograr un porcentaje de grano por encima del 40%
- no deben producirse caídas de espigas al momento de la cosecha
- la planta debe permanecer verde el mayor tiempo posible
- resistencia al vuelco
- buena digestibilidad del resto de la planta

**Densidad de plantas:** la calidad y el rendimiento del silaje se ven afectados significativamente por la densidad de plantas. Para el caso de silaje de maíz, la población puede incrementarse entre un 10 y un 15% por sobre la recomendada para la cosecha de grano.

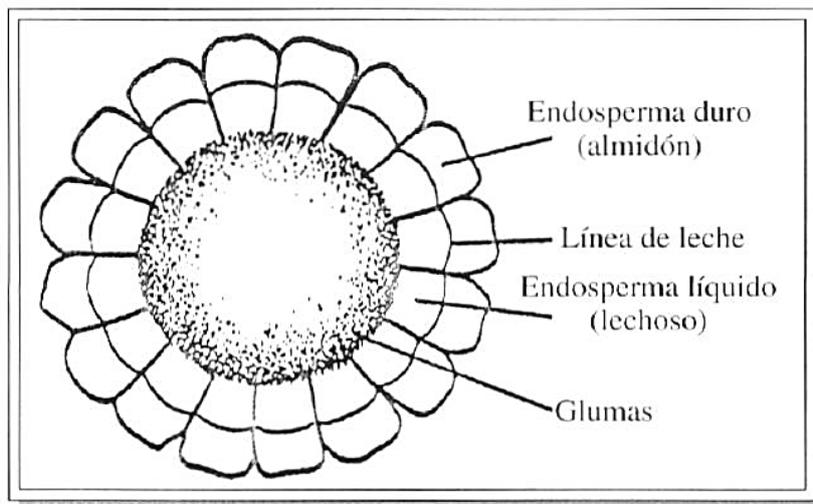
Un adecuado espaciamiento entre plantas es crucial para poder alcanzar el pico en rendimiento y calidad, y esto maximizará la producción potencial.

**Fertilización:** una adecuada fertilización es esencial para obtener el máximo rendimiento y valor nutritivo del silaje de maíz. El nivel de fertilización debe ser determinado teniendo en cuenta el rendimiento que se desea obtener, ajustado por factores como la época de aplicación, el tipo de suelo, los abonos que han sido incorporados al suelo y la densidad de siembra.

**Madurez a cosecha:** la madurez a cosecha afecta la calidad del silaje de maíz, dado que influye sobre el contenido de humedad y grano y sobre la digestibilidad del resto de la planta.

El estado de madurez del maíz para silaje puede ser determinado por medio de la localización de la línea de leche. Esta es la interfase entre la porción líquida y sólida del grano (Fig. 8). A medida que el maíz madura, la línea de leche se mueve hacia la parte inferior del grano y, por lo tanto, la composición y los valores de energía varían cuando se lo cosecha en estados diferentes de madurez.

Figura 8.- Sección transversal de la mitad superior de una espiga de maíz mostrando el desarrollo de la línea de leche.



Cabe recordar que los cultivos de secano están expuestos a bruscas variaciones climáticas, que tienen un importante efecto sobre el rendimiento en grano y la relación grano-planta.

Esto determina que no siempre sea conveniente utilizar el criterio de la línea de leche del grano para elegir el momento de ensilaje. El estado ideal sería aquel que permita al híbrido acumular la máxima cantidad de MS digestible, considerando la planta total, pero con un nivel de digestibilidad aceptable para ser utilizado en animales de altos requerimientos (como mínimo, un 60% de digestibilidad).

Si el porcentaje de grano es bajo (menor al 25-30%, como consecuencia de una sequía, suelos de baja fertilidad, malezas, etc.) no sería aconsejable utilizar el concepto de estado de línea de leche (o sea, basarse exclusivamente en el estado de la espiga), porque el esperar la máxima acumulación de MS no compensará la caída de calidad de la planta entera. En este caso, debería ensilarse cuando la planta todavía está verde (porque esto indica que aún mantiene la calidad o, al menos, que no ha disminuido sustancialmente). Así, el criterio de línea de leche debería ser utilizado sólo cuando el rendimiento en grano es elevado (35-40% o más).

### Manejo durante la cosecha

La calidad del silaje de maíz será óptima si se permite el llenado del grano entre 1/2-2/3 línea de leche. A partir de entonces, la concentración energética del silo baja, como consecuencia de la pérdida de digestibilidad del resto de la planta. Estudios con animales indican que el consumo óptimo de silaje de maíz también se logra en ese estado de madurez. La cosecha en ese momento generalmente resulta en un contenido de humedad ideal para el almacenaje del material a ensilar.

Algunos ensayos demuestran que al comenzar a formarse los granos (antes de la aparición de la línea de leche), la humedad de la planta entera está entre 73 y 76%. Cosechar en este estado de madurez puede resultar en un menor contenido de granos y pérdida de valiosos nutrientes, como consecuencia de la mayor producción de efluentes.

Cuando el grano se halla en el estado de 1/2-2/3 de línea de leche, la humedad de la planta entera está en un rango de 65 a 70%. Este estado ofrece un mayor compromiso entre el contenido de grano, el contenido de azúcar, la digestibilidad del resto de la planta y el contenido de humedad.

Si el silaje de maíz se almacenará en silos verticales o embolsado, se recomienda trabajar con 65% de humedad. Cuando los primeros granos forman la capa negra, la humedad de la planta entera está entre el 58 y el 62%, disminuyendo aún más en la medida que la planta y grano sigan madurando. El menor contenido de humedad aumentará las pérdidas de cosecha y el pisado será mucho más dificultoso, incrementando las pérdidas de almacenamiento.

Pueden observarse variaciones en estos valores como consecuencia del uso de diferentes híbridos, las localidades en que se siembra y las condiciones ambientales. El estado de madurez y el contenido de humedad de las plantas de maíz deben ser siempre monitoreados antes de comenzar la cosecha.

Una forma de mejorar la calidad de un silaje de maíz consiste en elevar la altura de corte de la planta, con lo cual se modifica la relación grano/planta. Estudios realizados en la EEA Rafaela determinaron que, por cada centímetro de aumento en la altura de corte por encima de 15 cm del suelo, se pierden 130 kg de MS/ha, pero se incrementa la calidad (66, 69 y 71 % de digestibilidad de la planta cortada a 15, 30 y 45 cm de altura, respectivamente).

### Manejo durante el almacenamiento

Una vez que el contenido de humedad y la madurez han sido determinados para definir el momento de cosecha, los principales pasos a tener en cuenta son:

- cosechar el cultivo tan rápido como sea posible
- evitar la formación de efluentes
- almacenar y compactar el silaje de maíz tratando de excluir la mayor cantidad posible de oxígeno.

Estos pasos asegurarán una rápida y eficiente fermentación, con pérdidas mínimas durante el ensilado, almacenamiento y suministro. Las decisiones de manejo tomadas durante cosecha y almacenamiento son claves para producir silajes de maíz de la mayor calidad.

### III.3.3. Silaje de sorgo

El sorgo granífero se ha convertido en una alternativa a considerar en aquellas regiones donde el maíz no puede expresar su potencial de producción. Esto se debe a su conocida capacidad de adaptación a condiciones de menor fertilidad y su mayor resistencia a la sequía. No obstante, es escasa la información relacionada con el comportamiento para ensilado de sorgos graníferos con alta producción de grano.

En el Cuadro 19 se presentan resultados obtenidos en la EEA Rafaela entre 1992 y 1994, donde se comparan parámetros productivos y de calidad de materiales de sorgo obtenidos en tres diferentes momentos de corte. La producción de MS se incrementó en alrededor del 30% cuando el corte se efectuó al estado medio o al estado tardío. El aporte de los distintos componentes del rendimiento presentó una clara tendencia a una disminución del tallo y de la hoja y a un aumento de la panoja con el avance del estado de madurez del cultivo.

Cuadro 19.- Producción y composición de sorgo granífero (cv. Dekalb DA-48) en distintos momentos de corte

Estado	MS (%)	Producción de forraje		Composición		
		kg MV/ha	kg MS/ha	Tallo	Hoja	Panoja
Temprano	25,4	51.475	12.929 (b)	41	23	36
Medio	29,9	54.933	16.078 (a)	30	18	52
Tardío	37,7	51.133	18.461 (a)	21	13	66

En el tercer estado se efectuó una estimación del rendimiento de los componentes de la panoja, correspondiéndole un aporte del 88% de grano y un 12% de escobajo. La contribución de la producción de grano en relación con la materia seca total fue de 52%.

En el Cuadro 20 se indican los valores promedio de los distintos parámetros de calidad de la planta y de los silajes y las características fermentativas de éstos, para los distintos estados de corte evaluados.

Cuadro 20.- Características nutritivas de la planta y nutritivas y fermentativas de silajes de sorgo granífero (cv. Dekalb DA-48) en distintos momentos de corte.

Item	Momento de corte		
	Temprano	Medio	Tardío
<b>Planta</b>			
PB (%)	9,2	8,9	8,7
FDN (%)	58,3	57,4	57,5
FDA (%)	41,4	36,5	32,2
CNE (%)	14,4	18,3	19,2
DIVMS (%)	56,6	60,4	63,5
<b>Silaje</b>			
PB (%)	10,1	8,9	9,0
FDN (%)	61,8	62,7	61,6
FDA (%)	42,8	39,9	36,3
DIVMS (%)	55,5	56,1	61,1
pH	4,2	4,9	4,6
N-NH <sub>3</sub> /NT (*)	11,2	9,1	9,9

CNE: Carbohidratos no estructurales. N-NH<sub>3</sub>/NT: N amoniacal sobre N total. Fuente: EEA Rafaela.

El análisis de la información del valor nutritivo de la planta y de los silajes manifiesta una tendencia al aumento de la calidad con el avance de la madurez.

Esto no ocurre cuando se analizan sorgos forrajeros en distintos estados, debido a que el aporte de grano es mínimo en la producción total.

Cuando se trabaja con sorgos de alta producción de granos (más del 50% de la MS total) la presencia del mismo mejora la calidad del forraje, manteniéndose la del resto de la planta.

Los sorgos forrajeros son otra alternativa para ensilar, debido a su reconocida adaptación a condiciones edafoclimáticas limitantes y su elevada producción de forraje.

En el mercado nacional existe un importante número de híbridos evaluados, tanto del tipo azucarados (mejor calidad), como del tipo Sudán y también los fotosensitivos. Los resultados de un relevamiento de forrajes conservados en el área central de Santa Fe indicaron calidades medias, para sorgos forrajeros, de 1,8 Mcal EM/kg MS.

#### **III.3.4. Silaje de alfalfa**

En sistemas de producción donde la base forrajera está constituida por alfalfa se producen, en determinadas épocas del año, excedentes que pueden ser almacenados en forma de silaje.

Sin embargo, las leguminosas no poseen las ventajas anteriormente citadas para el caso de las gramíneas. La principal limitante es la baja concentración de azúcares (precursores de los ácidos orgánicos) y un alto contenido de proteínas y cationes. Estas dos características dificultan un rápido descenso del pH y la estabilización del silo.

Por estas razones se generan importantes pérdidas respecto de la calidad original del forraje, dado que al prolongarse la fermentación se consumen en el proceso proteínas, hidratos de carbono, etc., además de las pérdidas que por efluentes (alto contenido de humedad inicial) pudieran producirse.

Por estas razones es que, para lograr una buena conservación, se hace necesario recurrir a estrategias complementarias, tales como el preoreo y/o la incorporación de aditivos al material a ensilar.

Como ya fue mencionado anteriormente, el tratamiento con conservantes (como glucosa, ácido fórmico y bacterias) de las alfalfas a ensilar o el preoreo del material ofrecen la mayor seguridad para la obtención de ensilajes con buenas características nutritivas y fermentativas, en relación al corte directo.

En el caso del secado del material antes de la realización del ensilado, se obtiene la ventaja adicional del acarreo de menor cantidad de material del campo al silo.

De todas formas, la aplicación de productos conservantes es bastante complicada, lo cual, sumado a que las respuestas en calidad del ensilaje no son tan importantes, hace que el productor no las ponga en práctica.

Las ventajas de esta forma de conservación con respecto a la henificación se relacionan con una menor pérdida de hojas entre corte y ensilado, escasas pérdidas de nutrientes por respiración y menor dependencia de los factores climáticos adversos, dada la menor necesidad de exposición del forraje a los mismos.

#### **III.3.5. Silaje de granos con alta humedad**

El ensilado de granos (maíz o sorgo) con alta humedad es una técnica de conservación de forraje recientemente incorporada a los sistemas de producción ganaderos, razón por la cual se presentan a continuación algunas de sus principales características.

Las ventajas que presenta el ensilaje de granos con alta humedad, en relación con el grano seco, son:

- desocupación anticipada de los lotes
- disminución de las pérdidas de cosecha
- eliminación del gasto de secado, fletes, etc.

Desde el punto de vista del valor nutritivo, no existen prácticamente diferencias entre el grano ensilado con alta humedad y el seco. Como desventajas, se mencionan la imposibilidad de su posterior comercialización y el requerimiento de una estructura especial de almacenamiento y suministro (en el tambo no es factible ofrecerlo automáticamente durante el ordeño). Además, en caso de no realizar un correcto ensilado, las pérdidas durante el almacenamiento pueden llegar a ser elevadas.

El cultivo debe cosecharse cuando el grano alcanza la madurez fisiológica (por ejemplo, en maíz, grano punta negra) y el contenido de humedad se encuentra entre el 22 y el 35%, siendo el óptimo el 28%.

En ese estado, la cantidad de nutrientes del grano es máxima y las condiciones para su preservación son buenas. Si el grano es cosechado cuando está demasiado húmedo e inmaduro, se verá afectado el rendimiento de MS y se generarán problemas durante la cosecha. Si, por el contrario, el contenido de humedad es inferior al 22% habrá menor posibilidad de lograr buena compactación y fermentación, debiéndose proceder al agregado de agua para contrarrestar estos inconvenientes.

**Procesamiento del grano:** el grano húmedo puede almacenarse entero o quebrado/molido. En el primer caso, se aconseja el agregado de conservantes (ácidos orgánicos o urea).

El quebrado puede realizarse con una moladora de granos (cuya capacidad de trabajo debe estar relacionada con la de la cosechadora) o una máquina especial para ensilado de grano húmedo, que posee una pequeña tolva de recepción y dos rodillos moledores. Las principales ventajas del quebrado son el mejor ordenamiento del material dentro del silo (con lo cual se reduce la cantidad de oxígeno) y la disminución del volumen del material a ensilar.

**Almacenamiento:** existen dos métodos de almacenamiento para granos de alta humedad: en silos o en bolsa.

**Almacenamiento en silos:** las estructuras de almacenamiento más utilizadas son silos puente, bunker o de alambre recubiertos en su interior con un plástico. A nivel práctico existen, dentro de cada uno de ellos, muchas variantes en cuanto a su construcción. En todos los casos, el grano debe colocarse aplastado y en capas, para posteriormente compactarse firmemente y, una vez finalizado el silo, deberá taparse. Se deben extremar las precauciones en la confección, para reducir al mínimo las pérdidas.

**Almacenamiento en bolsas:** en el mercado existen máquinas de diversas marcas, que posibilitan almacenar forraje o el grano en bolsas plásticas. Las bolsas disponibles en el país son de 1,2 m de diámetro por 30 ó 60 m de largo (para la máquina que viene con aplastadora incluida) y de 2,4; 2,7 y 3,0 m de diámetro por 45 y 60 m de largo (para las embolsadoras de forraje y grano).

Existen diferentes calidades de plástico y su elección dependerá del lapso que se desee almacenar el grano.

Las pérdidas en este sistema son mínimas (menores al 5%) y las condiciones para la fermentación óptimas.

**Extracción y suministro:** la extracción del silaje de grano húmedo puede ser manual o mecánica. Dentro de esta última, las más difundidas son la pala frontal y el elevador a tornillo sinfín (chimango). El suministro se realiza generalmente en gomas de tractor, piletas de cemento o plástico, comederos media caña, planchadas de hormigón con boyero o, directamente, en el suelo.

**Utilización de aditivos en granos húmedos enteros:** para lograr una buena conservación de los granos húmedos enteros, éstos deberán tratarse con conservantes (ácidos orgánicos o amoníaco). Las ventajas que presenta este sistema con respecto al ensilado de granos húmedos quebrados son:

- disminución de las pérdidas del silaje
- puede almacenarse fácilmente en depósitos temporarios
- el grano tratado puede ser transportado

Trabajos realizados en maíz indican que, para vacas en lactación, la producción y calidad de leche y el consumo de materia seca es el mismo cuando se alimentan con silaje de granos húmedos, granos con alta humedad tratados con ácido o con granos secos.

Las mayores desventajas de los tratamientos con ácidos son:

- el grano no puede ser destinado al consumo humano
- el grano no puede ser utilizado como semilla
- los ácidos corroen las estructuras de almacenamiento construidas en metal u hormigón
- alto costo de los ácidos orgánicos

El mecanismo de acción de los conservantes ácidos no es totalmente conocido, aunque podría en parte ser causado por el bajo pH originado. Sin embargo, no todos los productos que crean condiciones ácidas inhiben el desarrollo fúngico.

La segunda vía de acción de los conservantes consiste en penetrar en la semilla y matar el embrión. Como consecuencia, se eliminan las pérdidas relacionadas con la respiración y la actividad enzimática, y no se produce el calentamiento de la masa ensilada.

Pueden utilizarse varios tipos de ácido: propiónico, acético, isobutírico, fórmico, benzoico o una mezcla de ellos. Sin embargo, los más comúnmente usados en el mundo son el propiónico o la mezcla de propiónico y acético (comercializados por diferentes empresas).

**Preservación con urea:** la acción de este producto se ejerce a través de su transformación en amonio (aumenta el pH a 8-9), con lo cual inhibe el desarrollo fúngico y el calentamiento de la masa ensilada.

Algunos trabajos, realizados en sorgo con alto contenido de taninos, indican que el tratamiento con urea (en una dosis de 3 a 4 kg por cada 100 kg de MS de grano), además de asegurar una buena conservación, produce otras reacciones que desactivan rápidamente los taninos (aproximadamente en 10 días desde su aplicación), alteran la cubierta del grano, incrementan la digestión ruminal del almidón y la respuesta a nivel de ganancia de peso.

**Valor nutritivo de los granos con alta humedad:** la información a nivel mundial indica que no existen diferencias significativas en el consumo total de MS, producción de leche y porcentaje de grasa butirosa cuando las vacas son suplementadas con grano de maíz preservado de distintas maneras (seco, húmedo o tratado con ácido).

No obstante, algunos trabajos indican diferencias a nivel de porcentaje de grasa, de eficiencia de conversión del alimento en leche o de sitio de digestión (mayor degradabilidad ruminal para el grano húmedo).

En general, los autores sugieren que la clave está en la realización de una apropiada preservación del grano, más que en el sistema de conservación (cuando son ofrecidos en la misma cantidad de kg de MS).

Otros factores que pueden alterar la respuesta animal, tanto en el caso del grano seco como en el húmedo, son la forma física del grano y/o su combinación con otros alimentos (pastura, heno, henolaje o silaje). El procesamiento del grano (quebrado o molido) mejora su utilización.

En trabajos realizados en el país, cuando se compararon el grano húmedo y el seco utilizados como suplementos sobre pasturas en vacas lecheras, no se encontraron diferencias en producción y composición química de la leche, ni tampoco en el consumo de MS de suplemento.

### III.4. Calidad de las reservas forrajeras y su influencia en la respuesta animal

La calidad del forraje conservado tiene influencia directa sobre la respuesta animal. Por este motivo, resulta fundamental prestar la mayor atención a este aspecto cuando se decide utilizar este alimento como medio para intensificar los sistemas de producción de carne o leche.

Para considerar el aspecto de calidad del forraje conviene revisar la importancia relativa que en cada caso tiene cada uno de los parámetros de calidad que comúnmente se utilizan para evaluar forrajes, los cuales se pueden sintetizar en: tenor proteico, tenor energético, contenido mineral y consumo. El peso relativo de estos parámetros es diferente si el forraje conservado es utilizado como único alimento o si se usa para suplementar una pastura de baja o de alta calidad.

En el presente caso, hacemos referencia fundamentalmente al forraje conservado utilizado como único alimento o para complementar la dieta de pasturas de buena calidad. En este marco quedan cubiertos, en general, los requerimientos proteicos de los animales y, por lo tanto, aparece claramente la importancia de dos parámetros: tenor energético y consumo.

La energía consumida sufre una serie de pérdidas antes de llegar al producto final, ya sea carne o leche. La magnitud de estas pérdidas aumenta con la disminución de la calidad del forraje. Es decir que a mayor calidad del forraje, mayor será la eficiencia de transformación de la energía metabólica (EM) en producto.

La energía, en los análisis de calidad, está representada por la digestibilidad o la fibra detergente ácida (FDA).

La digestibilidad de un forraje, es la diferencia entre lo que el animal ingiere menos lo excretado en heces, valor que normalmente se expresa en porcentaje.

Así, por ejemplo, si se habla de una digestibilidad del 65%, significa que el animal utiliza ese porcentaje del alimento y hay un 35% que se pierde por heces.

El valor de la digestibilidad puede transformarse rápidamente en valor energético, mediante la siguiente ecuación:

$$3,6 \times \text{Digestibilidad} = \text{concentración energética en Mcal EM/kg MS}$$

Este valor se puede utilizar para calcular la cantidad de energía que dispone el animal en función de un consumo conocido o para calcular cuántos kg de ese forraje son necesarios para cubrir una demanda energética determinada.

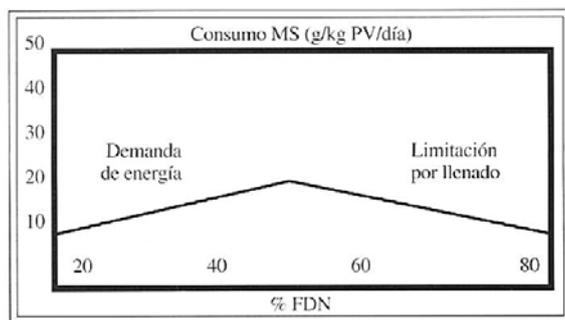
La fibra detergente ácida (FDA) está asociada con lo más indigestible del forraje. Por lo tanto, mientras más alto sea su valor, peor será la calidad del mismo. A partir del dato de FDA se puede obtener la digestibilidad según la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Digestibilidad} = 88,9 - (0,779 \times \% \text{ FDA})$$

y luego, a partir de la digestibilidad, obtener la energía como se explicó anteriormente.

El consumo que un animal puede lograr de un forraje dado es el otro gran componente de la calidad del mismo. El consumo está afectado por gran cantidad de variables, pero su regulación puede ser visualizada de la forma graficada en la Fig. 9.

Figura 9.- Relación entre la concentración de FDN de la dieta y el consumo



En forrajes conservados, generalmente, los tenores de FDN son superiores al 40%, siendo el consumo, por lo tanto, limitado por llenado. Y es por ello, justamente, que el porcentaje de FDN es otra variable importante en los análisis de calidad forrajera, a partir de la cual se puede cuantificar el consumo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo de MS 120 (\% del peso vivo)} = \frac{120}{\% \text{ FDN}}$$

Por otra parte, desde hace muchos años se ha intentado representar los recursos forrajeros mediante un valor numérico que represente su calidad. Con este fin se elaboraron diferentes índices, de los cuales el desarrollado por Moore en 1994 parece ser el más indicado para estos objetivos. Fue denominado "índice de calidad" (QI), y resulta de una relación entre el consumo de energía metabólica y las necesidades de esta energía que un animal tiene para su mantenimiento. Este índice, por lo tanto, tiene en cuenta los dos parámetros de calidad mencionados como los más importantes: consumo y energía.

$$\text{QI} = \frac{\text{Consumo EM}}{\text{Necesidad EM (mantenimiento)}}$$

Además, este índice da una idea de la respuesta animal que se puede obtener. Un valor de QI = 1 indicaría que el animal está en mantenimiento. Con un valor menor de 1, estaría perdiendo peso y con un valor mayor de 1 estaría destinando energía con fines productivos. Cuanto más alto sea el valor, mayor respuesta animal se obtendría.

### III.4.1. Respuesta animal al consumo de henos

Mediante los parámetros mencionados se puede estimar la respuesta animal que se esperaría de las distintas calidades y tipos de henos, utilizados como único alimento.

En el Cuadro 21 se observa que con henos de excelente calidad y bajos tenores de FDN se logran altos consumos. En estos casos es posible obtener muy buenas respuestas, en todas las categorías, con henos de alfalfa confeccionados en estas condiciones.

Cuadro 21.- Calidad y respuesta con heno de alfalfa

Calidad	FDN %	Dig.	Peso Consumo		QI	Ganancia kg/día
			animales	MS		
Máxima	43	66	150	4,19	1,776	0,594
			250	6,98	2,057	0,802
			350	9,77	2,231	0,931
Media	50	60	150	3,60	1,391	0,309
			250	6,00	1,611	0,472
			350	8,40	1,784	0,573
Mínima	70	46	150	2,57	0,760	- 0,157
			250	4,29	0,881	- 0,068
			350	6,00	0,955	- 0,013

Un aspecto importante a tener en cuenta es que, si el heno de alfalfa se confecciona temprano, se obtiene mejor calidad pero menor cantidad. Lo importante es visualizar la respuesta que cada alternativa brinda. No obstante, es común encontrar gran variabilidad en la calidad de este recurso forrajero, que se refleja en los valores presentados, provenientes de relevamientos efectuados en nuestro país. En el mismo cuadro se presentan datos de respuesta animal en ganancia de peso que pueden obtenerse con henos de alfalfa de distintas calidades, para novillos de 150, 250 y 350 kg de peso vivo.

En el Cuadro 22 se presentan datos extremos de calidad, provenientes de laboratorios del país, y respuestas animales que se pueden obtener con henos de moha. Como puede verse, las ganancias de peso son muy bajas.

Cuadro 22.- Calidad y respuesta con heno de moha.

Calidad	FDN	% Dig.	Peso anim.	Cons. MS	QI	Ganancia kg/día
Máxima	63	63	150	2,857	1,157	0,136
			250	4,762	1,340	0,272
			350	6,667	1,454	0,356
Intermedia prepanoja	71	62	150	2,535	1,010	0,028
			250	4,225	1,170	0,146
			350	5,915	1,270	0,219
Mínima	77	50	150	2,338	0,750	- 0,164
			250	3,896	0,870	- 0,076
			350	5,455	0,944	- 0,091

El motivo fundamental de ese resultado es el altísimo valor de FDN que contiene esta especie, razón por la cual los consumos de heno son muy bajos y, como consecuencia, la respuesta animal también lo es.

Otro recurso forrajero que comúnmente está destinado a la confección de heno es la avena, cuyos datos se presentan en el Cuadro 23.

Cuadro 23.- Calidad y respuesta con heno de avena.

Estado	FDN	% Dig.	Peso anim.	Cons. MS	QI	Ganancia kg/día
Vegetativo	58	61,6	150	3,103	1,229	0,189
			250	5,172	1,423	0,333
			350	7,241	1,544	0,423
Emergen. panoja	62	58,5	150	2,903	1,092	0,088
			250	4,839	1,264	0,216
			350	6,774	1,372	0,295
Granada	56	62,4	150	3,214	1,289	0,234
			250	5,357	1,493	0,385
			350	7,500	1,620	0,479

La respuesta animal que se obtiene con heno de avena, tomando como base los datos disponibles, obtenidos en otros países, indica que sólo es satisfactoria la ganancia de peso cuando el heno se confecciona en estado vegetativo temprano o cuando la avena ya se encuentra granada.

#### III.4.2. Respuesta animal al consumo de henolaje empaquetado de alfalfa

Otro forraje conservado que tiene muy buenas características y puede resultar una alternativa, especialmente cuando las condiciones climáticas no son óptimas para la henificación, es el henolaje o ensilaje de alfalfa marchita, con la cual pueden obtenerse resultados similares a los que se consiguen con henos de alfalfa de buena calidad (Cuadro 24).

Cuadro 24.- Respuesta a distintas calidades de henolaje empaquetado de alfalfa.

FDN	% Dig.	Peso animales	Consumo MS	QI	Ganancia kg/día
44,9	65,0	150	4,02	1,68	0,522
		250	6,69	1,94	0,718
		350	9,37	2,10	0,840
47,3	60,5	150	3,81	1,48	0,377
		250	6,35	1,72	0,550
		350	8,89	1,86	0,658
53,6	57,9	150	3,43	1,28	0,223
		250	5,71	1,48	0,373
		350	7,99	1,60	0,465

### III.4.3. Respuesta animal al consumo de silajes

El silaje de maíz es una reserva forrajera excelente, que permite diferir una gran cantidad de MS de cada hectárea que se dedique a este recurso. La respuesta animal esperable está en relación directa con la calidad que tenga dicho silaje, como se puede observar en el Cuadro 25.

Cuadro 25.- Respuesta animal a tres calidades de silaje de maíz

Calidad	FDN % Dig.		Peso Consumo			Ganancia kg/día
			animales	MS	QI	
Máxima	39,1	74,6	150	4,60	2,21	0,914
			250	7,67	2,56	1,172
			350	10,74	2,77	1,333
Media	51,0	70,0	150	3,53	1,59	0,455
			250	5,88	1,84	0,641
			350	8,24	2,00	0,757
Mínima	70,0	56,6	150	2,59	0,94	- 0,028
			250	4,29	1,08	0,082
			350	6,00	1,18	0,150

Las mejores respuestas están relacionadas con silajes de bajos tenores de FDN y altos valores de concentración energética. Estos resultados se logran ensilando maíces que podrían ser excelentes para la producción de granos.

Como ya se discutió, cuando se decide hacer un maíz para silo, deben utilizarse todos los recursos tecnológicos, como si se tratara de un maíz para cosecha. De este modo, se lograrán silajes que contengan alrededor de un 30 a 40% de grano sobre base seca.

Esta será una reserva forrajera de alto valor energético, que puede suministrarse sola, con alguna corrección en su contenido proteico, o puede usarse para mejorar dietas desbalanceadas, como las pasturas base alfalfa y los verdes, durante el otoño.

Como consideraciones finales, puede decirse que los forrajes conservados juegan un rol clave en la intensificación de los sistemas de invernada.

Cuanto más intensivos son los sistemas, mayor participación deberán tener los forrajes conservados en la alimentación de los novillos.

Estos esquemas requieren altos niveles de productividad y ciclos cortos, de no más de 12 meses.

Para ello es necesario contar con una provisión de forraje adecuada en cantidad, como para mantener altas cargas y, a la vez, deben ser de excelente calidad, para lograr ganancias individuales acordes con la duración del ciclo buscada.

Los forrajes conservados, confeccionados oportunamente y con la alta tecnología hoy disponible, nos permiten disponer de recursos que pueden dar a nuestros sistemas de invernada mayor flexibilidad e ingresos, ya que sus costos son inferiores a otras alternativas y su impacto es muy importante sobre la productividad de carne.

### III.5. 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. EEA INTA Rafaela. Informe Técnico 55. Santa Fe. Argentina. 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.; BRUNO, O. A. y QUAINO, O. R. 1992. Cultivares de sorgo forrajero para silaje. 2. Características fermentativas y nutritivas de los silajes. Revista Argentina de Producción Animal 12(2): 163-167.
- GROSS, F. 1987. Conservación de forrajes para ensilados. Seminario para Técnicos Agropecuarios. D. A. T. "La Serenísim". 61 pp.
- HAVILAH, E. J. and KAISER, A. G. 1992. Sorghums for silage: A review. Pag. 338354. In: Proceedings of the 2nd Australian Sorghum Conference. Gatton. Australia.
- INTA. Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. 1996. Temas de Producción Lechera. Publicación Miscelánea 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 Miscelánea 82: 16-23. Santa Fe. Argentina.

- IZA, G. A. 1992. Empaquetado de rollos. Henolaje. Manual práctico para la realización de henolaje empaquetado. Apuntes. Santa Fe. Argentina. 36 pp.
- JUAN, N. A.; ROMERO, L. A. y BRUNO, O. A. 1995. Conservación del forraje de alfalfa. Cap. 9. Pag. 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.
- KLINNER, W. E. and SHEPPERSON, G. 1975. The state of haymaking technology. A review. Journal Br. Grassi. Society 30: 259-266.
- MERTENS, D. R. 1994. Regulation of forage intake. Chapter 11. Pag. 450 in: Based on the National Conference on Forage Quality Evaluation and Utilization. Fahey, G. C. Jr. (ed.). University of Nebraska. Lincoln. Nebraska. EE.UU. 13-15 april 1994.
- MOORE, J. E. 1994. Forage Quality índices: development and application. Chapter 24. Pag. 967 in: Based on the National Conference on Forage Quality Evaluation and Utilization. Fahey, G. C. Jr. (ed.). University of Nebraska. Lincoln. Nebraska. EE.UU. 13-15 april 1994.
- MORAN, J. B.; KAISER, A. G. and STOCKDALE, C. R. 1990. The role of maize silaje in milk and meat production for grazing cattle in Australia. Outlook on Agriculture 19: 171-177.
- 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.
- ROMERO, L. A.; BRUNO, O. A.; GAGGIOTTI, M. C. y QUAINO, O. R. 1989. Producción y calidad de cultivares de maíz para silaje. Revista Argentina de Producción Animal 9(Supl. 1): 26.
- ROMERO, L. A.; DIAZ, M. C.; BRUNO, O. A.; COMERON, E.A. y GAGGIOTTI, M. C. 1996. Silaje de grano húmedo de maíz y sorgo en la alimentación de vacas lecheras. EEA INTA Rafaela. Informe Técnico 110. Santa Fe. Argentina. 2 pp.
- STEACY, G. M.; CHRISTENSEN, D. A.; COCHRAN, M. I. and HORTON, J. 1983. An evaluation of three stages of maturity of hay fed with two concentrate levels for lactating dairy cows. Can. J. Anim. Sc. 63: 623-629.
- 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. Appi. Biol. 98: 365-376.

Volver a: [Reservas en general](#)