



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

El Ensilaje Como Método De Conservación De Forrajes.

SERVICIO PROFESIONAL QUE PRESENTA

MIGUEL ÁNGEL VIEYRA CORTES

PARA OBTENER EL TITULO DE

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

ASESOR:

M. C. Hugo Álvarez Hernández

MORELIA, MICHOACAN, AGOSTO DEL 2006.



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

El Ensilaje Como Método De Conservación De Forrajes.

SERVICIO PROFESIONAL QUE PRESENTA

MIGUEL ÁNGEL VIEYRA CORTES

PARA OBTENER EL TITULO DE

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

MORELIA, MICHOACAN, AGOSTO DEL 2006.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Padre celestial gracias te doy por la vida que me das, porque me cuidas en mi diario vivir. Quiero también agradecerte en especial por estos años de carrera los cuales siempre estuviste allí y me diste la bendición de darles a mis papas y a mis seres queridos el orgullo de este título. Por la familia tan hermosa que me diste al igual que mi esposa e hija. AMEN.

Gracias DIOS.

A MIS PADRES

Quiero agradecer a mi mamá y a mi papá por darme la gran oportunidad de nacer, de criarme y de cuidar de mi niñez, adolescencia y juventud y sobre todo de brindarme el tesoro más grande que es la educación.

A MI PADRE

Por inculcarme los grandes valores de honestidad, veracidad y sobre todo de respeto a mis hermanos, amigos, compañeros y gente que nos guía y enseña con sus experiencias. Por enseñarme a luchar por lo que quiero, por lo que hago y por lo que anhelo en mi vida.

Gracias PAPÁ. TE QUIERO

A MI MADRE

Por tus oraciones y suplicas a DIOS nuestro señor. Por levantarme el ánimo y el espíritu cuando disminuyen las ganas de salir adelante. Por darme todo el tiempo necesario para aprender mas de la vida con tu sabiduría y poder triunfar.

Gracias MAMÁ TE QUIERO

A MI ESPOSA

Porque en estos años tu siempre estuviste ahí sin dejar de alentarme y apoyarme por ser una inspiración para terminar mis estudios. Por compartir tu vida conmigo y ser la ayuda idónea que todo hombre desea y anhela. Y sobre todo por darme la niña mas hermosa que existe.

Gracias FLAQUITA. TE AMO Y MUCHO.

A MI HIJA

Por ser en estos dos años mi motivo para salir adelante y darte una vida mejor, por ser la inspiración de superarme cada día para ser mejor padre, y sobre todo para ser un amigo para ti.

Gracias CHIQUITA HERMOSA. TE AMO.

A MIS HERMANOS

Por compartir mis alegrías y por alentarme a echarle ganas a todo, por apoyarme.

A DANY

Por ser un ejemplo de lucha y sacrificio continuo, por cuidarme siempre y darme consejos de hermano mayor.

Gracias. TE QUIERO.

A LORENA

Por compartir tantos momentos conmigo y ser una ayuda en mi vida. Por lo que significas para mí. Y comportarte como mi hermana menor.

Gracias. TE QUIERO

A M.C. HUGO ALVAREZ HERNANDEZ

Por apoyarme con sus conocimientos y experiencias en la conclusión de este trabajo por su tiempo, los cuales fueron de gran ayuda y mucha enseñanza en mi vida. Por darme la oportunidad de conocer a una gran persona y un gran amigo.

Gracias AMIGO

GRACIAS.

INDICE

Introducción	1
Antecedentes del Ensilaje	2
Ensilaje	3
Características del Ensilaje	5
Forrajes a Ensilar	6
Tipos de Silos	7
Picado del Forraje	8
Llenado del Silo	9
Uso de Aditivos en el Ensilaje	9
Etapas del Ensilaje	12
Fermentación del Ensilaje	14
Fases del Ensilaje	15
Calidad del Ensilaje	17
El Ensilaje como Alimento	17
Ventajas y Desventajas en el Ensilaje	18
Ensilaje de Maíz	19
Conclusiones	23
Bibliografía Citada	24
Glosario	28

Índice de cuadros

Cuadro N° 1 Análisis bromatológico de cultivos ensilados.	18
Cuadro N° 2 Categorías de aditivos para el ensilaje.	12

Introducción

La conservación de alimentos en forma de ensilaje, es una herramienta de manejo que permite a los productores tener recursos alimenticios de los forrajes, residuos de la cosecha y productos agro-industriales, con demanda alimenticia para el ganado. La función básica de la manufactura del ensilaje es almacenar y preservar alimento para su uso posterior, con pérdidas mínimas de calidad nutricional.

La necesidad de acumular alimento para el ganado no es una novedad. El museo de Nápoles en Italia, exhibe pinturas egipcias de 1000-1500 a. C., mostrando las reservas de forraje asemejando un silo de piedra. En la agricultura moderna, la manufactura de heno; del exceso de pasturas; precedió a la manufactura del ensilaje como el primer método de conservación en el campo. Sin embargo, este ha reemplazado progresivamente al heno como técnica de elección en algunas partes del mundo ('t Mannetje, 1999).

El ensilaje es menos dependiente que la manufactura del heno en cuanto a las condiciones ambientales y puede ser extendido a una gran variedad de cultivos forrajeros como maíz, sorgo y cereales de grano inmaduro. Actualmente, la práctica de ensilaje ha evolucionado en paralelo con el éxito del maíz un alto rendimiento de cosecha que se conserva fácilmente en un silo. Las dificultades se incrementan cuando el ensilaje se extiende a otros cultivos forrajeros, que no son fáciles de conservar como los son en particular las leguminosas.

El ensilaje se ha transformado en una herramienta importante para que los productores manejen la producción de cultivos y los programas de alimentación del hato lechero, usando esta técnica en los sistemas de producción alrededor del mundo. Sin embargo, el ensilaje requiere de un considerable capital, una inversión en trabajo en el campo y demanda un buen nivel de experiencia técnica.

Por lo anterior el objetivo del presente trabajo es recopilar información documental sobre el ensilaje, un método de conservación de forrajes considerado como una actividad primordial en los sistemas de producción ganaderos en nuestro país.

Antecedentes del Ensilaje

El ensilaje del pasto es un proceso bastante antiguo, que fue practicado por los egipcios y luego por los romanos, pero no hace mucho tiempo que ocupa un lugar muy definido en la ganadería inglesa (Martínez, 2003).

En Finlandia en 1933, el proceso consistía en el agregado de ácidos y minerales diluidos al material verde en el momento del ensilaje para prevenir la fermentación butírica y disminuir el pH.

En los años 30's, con la abundante disponibilidad y los bajos costos de concentrados lecheros, la producción de cualquier clase de ensilaje no podía tener mucho éxito en la Gran Bretaña. Sin embargo, la situación cambio dramáticamente con el comienzo de la guerra en 1939, el Ministerio de Agricultura junto con sus agencias impulsaron una campaña de popularización del ensilaje que continuo durante los años cuarenta (Watson y Smith, 1984).

En los 40's el ensilaje no tuvo gran éxito y los granjeros encontraban buenas razones para no realizarlo, debido a que se necesitaba de mucha mano de obra para poner y sacar el material de los silos improvisados y el mantener la mayor parte de las vacas lecheras en establos, para lo cual se tenía que efectuar un doble manejo, considerando que era una masa de olor desagradable que impregnaba la leche y la ropa de los peones (Martínez, 2003).

En 1950, se dio el primer paso importante en la producción de ensilaje disminuyendo los altos costos de producción, cuando desarrolló el rastrillo de

empuje e introdujo con mucho éxito, el concepto de autoalimentación con ensilaje, mediante el acceso controlado del ganado a la parte delantera del silo.

Al rastrillo de empuje le siguió una cosechadora de forrajes eficiente y relativamente barata. Con la disponibilidad de subsidios para la mejora de las granjas, cada vez más granjeros pudieron construir alojamientos diseñados especialmente para autoalimentación del ganado con ensilaje.

Una de las características de la investigación sobre ensilaje durante los últimos veinte años, ha sido la búsqueda de aditivos que fuesen capaces de asegurar una fermentación, propia de un buen ensilaje.

Los pioneros en la producción de ensilaje preferían la sal común, lo que reflejaba la creencia muy arraigada en el campo de que la sal común es una panacea para muchos males. Hasta épocas relativamente recientes, el aditivo es la melaza, principalmente utilizada con cultivos leguminosos como la alfalfa. En la actualidad existen gran variedad de aditivos que se usan en los ensilajes como bacterias lácticas, enzimas y levaduras, entre otros.

Otro factor que promocionó la popularidad en esta época fue la creciente confianza de los granjeros en el valor alimenticio del ensilaje (Martínez, 2003).

Ensilaje

Se denomina silo al depósito o construcción donde se almacena el forraje picado para que se produzca la fermentación anaeróbica, necesaria para el ensilaje (Cotton, 1979).

El ensilaje es un método de conservación para los forrajes con que se alimenta al ganado ya sea en engorda o lechero, es un proceso que expone al forraje a factores que pueden hacer disminuir su valor alimenticio, entre los más importantes se encuentran: estado de madurez del forraje, largo del corte, tasa

de llenado, densidad del material, diseño y sellado del silo y condiciones climáticas al momento del llenado.

La calidad del ensilaje depende primordialmente de la velocidad de acidificación del forraje, de su composición y de las especies bacterianas presentes. El número de bacterias ácido lácticas presentes en el ensilaje es muy variable e influye en forma considerable en la fermentación (Woolford, 2000).

En general el proceso de producción del ensilaje se divide en cuatro etapas: Cosecha, transporte, compactación y cubrir el silo.

La primera decisión a tomar en el plan para elaborar el silo es calcular la cantidad de forraje requerida, lo que depende de los siguientes factores:

- Cantidad y tipo de ganado que recibirá el ensilaje.
- Duración del período de alimentación.
- Proporción de la ración completa que añadirá el ensilaje.
- Recursos disponibles (superficie a cosechar y distancias, equipos y construcciones, mano de obra, capital, asistencia técnica, e insumos) (Romero y Aronna, 2003).

Una vez calculada la cantidad de forraje, se deben aplicar los siguientes principios:

1. El forraje a ensilar debe tener un alto valor nutritivo.
2. No debe estar contaminado con suelo.
3. Deberá ser triturado en trozos no mayores a 2 cm para facilitar la compactación y reducir la cantidad de aire retenido en el forraje.
4. Antes de cubrir el silo, para impedir la penetración de aire y de agua se debe expulsar el aire del interior del silo.
5. El sellado del silo debe realizarse en el menor tiempo posible.
6. El área por donde se tomará el ensilaje durante el proceso para alimentar a los animales debe ser lo más reducida posible, para que la

superficie expuesta sea pequeña. Además esta operación debe ser lo más rápido posible (Romero y Aronna, 2003).

Aunque la capacidad total de ensilaje en una finca dependa tanto del número y el tipo de los animales, como del período de alimentación, es recomendable que para reducir las pérdidas, no se almacene el ensilaje en un único silo. La mejor estrategia es preparar silos que puedan ser consumidos individualmente en un tiempo breve; de este modo el tamaño de cada silo dependerá de la ración diaria por animal y del número de animales que serán alimentados.

En un plan de alimentación anual, una estrategia es ensilar durante diferentes períodos del año y utilizar cada silo después de aproximadamente 60 a 70 días de conservación. De esta forma el ensilaje tendrá posibilidades de tener de una buena fermentación y reducir al máximo todo deterioro aeróbico. No obstante, el momento de ensilar depende de las condiciones de crecimiento de las plantas (Wattiaux, 2000).

Características del Ensilaje

Existen características físico químicas que determinan la calidad nutricional de un ensilaje. Son importantes como características físicas el color, el cual debe ser amarillo parduzco y nunca presentar color negro; el olor que debe ser agradable; y el aspecto del cual se debe destacar la ausencia de hongos.

Las fallas durante el tapado del silo, ó la ausencia de materiales pesados para evitar que el plástico con el que se tapó el silo se levante, hacen que la capa superficial de la masa forrajera presente una fermentación indeseable y/o putrefacción del material (fermentación butírica), ocasionada por la presencia de aire y agua, razón por la cual la capa adquiere un color negro y olor desagradable, lo que no va a ser consumido por los animales (Alcaldía Mayor de Bogota, 2005).

Forrajes a Ensilar

Para la preparación de un ensilaje de buena calidad, hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Forraje y corte.
- Llenado y apisonado.
- Fermentación.
- Conservadores.
- Cobertura y sellado.
- Pérdidas (Bareeba, 1999).

Se puede ensilar todo tipo de gramíneas usadas para pastoreo, con o sin mezcla de leguminosas (tréboles y leguminosas); gramíneas de corte: (imperial, elefante, sudán, entre otros); sorgo forrajero, maíz, avena forrajera y otros cereales.

Para obtener una mayor cantidad de materia seca digestible, el forraje debe ser cosechado por lo menos cinco días antes del estado óptimo del forraje o de máxima producción de materia seca. Por cada día que pase después de este estado óptimo disminuye la digestibilidad en 0.5 %.

El forraje bien picado debe tener un tamaño de entre 1.5 -2.0 cm. de largo, ya que permite el apisonar más fácilmente, lo cual hace posible la compactación y la expulsión rápida del aire de la masa ensilada. Los forrajes maduros, se deben picar con cuidado, pues de lo contrario se aumentan las pérdidas de materia seca y el ensilaje puede resultar de olor fuerte y de aspecto mucilaginoso (Titterton, 1999).

Tipos de Silos

Los tipos de silos más comunes son:

- *Aéreos o de torre.* Son poco comunes por los elevados costos de construcción. Se fabrican con diferentes materiales como ladrillo, bloques de cemento, cemento armado, piedra, láminas metálicas, entre otros. Tienen techo que proporciona una buena protección contra la lluvia. Con relación a otros silos, presenta una mejor compactación del forraje, menores pérdidas superficiales del ensilaje pero producen mayores pérdidas por jugos exprimidos. Estos silos además de costosos, requieren maquinaria complicada para llenarlos y vaciarlos (Jiménez y Moreno, 1999).
- *Subterráneos o de trinchera.* Su construcción resulta más barata que la de los silos de torre. Se cargan y descargan fácilmente usando otro tipo de maquinaria. Hay menor pérdida por jugos exprimidos, pero por la mayor superficie expuesta a condiciones ambientales, pueden aumentar las pérdidas. Se necesita de buena experiencia para llenarlo y lograr una buena expulsión del aire, la cual depende de la distribución del forraje, de la compactación y del tapado o sellado (Holguín, 2005).
- *Horizontal (tipo Bunker).* Son los más utilizados por la facilidad de construcción. Existen los silos bunker tradicionales con paredes y piso de concreto, que minimizan las pérdidas durante la fermentación, pero incrementan los costos. Aunque pueden presentar altas pérdidas, el control que se logra durante el llenado y tapado, las reducen al mínimo (Ojeda, 2003).
- *Horizontal (Bunker modificado).* Debe construirse en piso firme, proporcionando cierto desnivel para evitar el encharcamiento. Las paredes se pueden construir con tablas o material similar que disminuya los costos. Debe adicionarse a la construcción, un plástico que evite el contacto de la masa forrajera con el suelo, aire y agua. Cuando no existe

desnivel, es recomendable la construcción de zanjas de drenaje alrededor del silo. También es importante proteger el silo con alambre, para evitar la entrada accidental de animales que romperían el plástico (Gottschal y Spoelstra, 1999).

- *Horizontal de montón.* Son hechos directamente sobre la tierra, no poseen paredes, el forraje se acumula en forma circular o trapezoidal; el piso puede ser la misma tierra, estar cementado o cubierto por un plástico. En la medida que el forraje se va acumulando se compacta mediante pisoteo o se utiliza un pisón, un rodillo u otro equipo. Una vez finalizado el proceso se cubre con plástico y se colocan materiales pesados encima para ayudar a la compactación (Deere & Company, 2005¹).
- *De vacío (de bolsa).* Consiste en colocar el material que se va a ensilar dentro de bolsas de plástico calibre 4 - 6 y capacidad de 30 - 40 Kg, después de extraer mediante una adecuada compactación la mayor cantidad posible de aire, se deben cerrar herméticamente. Este proceso se puede mejorar utilizando una aspiradora de uso doméstico; al extraer el aire, el forraje se comprime y se evitan las fermentaciones indeseables. Con este sistema, se facilita el manejo del material, especialmente lo relacionado con el llenado, apisonamiento y sellado; no requiere maquinaria complicada ni costosa, y es uno de los más recomendables para el ganadero pequeño (Lane 1999).

Picado del Forraje

La longitud de la partícula que debe obtenerse durante el picado del forraje debe oscilar entre 0.7 - 2.5 cm, para garantizar la compactación ideal, que permita la eliminación de todo el aire de la masa forrajera.

Por esta razón, es necesario disponer de una picadora de forraje alimentada por rodillos, y controlar periódicamente el filo de las cuchillas, garantizando de

esta manera la uniformidad del corte. Las partículas de forraje demasiado largas imposibilitan la compactación del material forrajero, y en consecuencia, no permiten la eliminación del aire (Martínez *et al.*, 2002).

Llenado del Silo

Se realiza mediante capas de forraje picado, que pueden variar entre 20-30 cm de altura. El llenado mediante capas uniformes facilita la aplicación de los aditivos recomendados para el ensilaje y su mezcla con el forraje, y permite la realización de una buena compactación de la masa forrajera, aspectos básicos para obtener buenos resultados en el proceso. A cada capa se aplican los aditivos recomendados, para realizar luego la compactación ó apisonado (Big Dutchman, 2002).

Uso de Aditivos en el Ensilaje

A partir de los años 90's, el uso de aditivos para mejorar las condiciones del proceso de ensilaje comenzó hacerse muy común. Existe un amplio rango donde escoger sustancias como aditivos y actualmente se dispone de un gran número de aditivos químicos y biológicos comerciales adecuados para el ensilaje, es relativamente simple elegir el aditivo apropiado, puesto que el modo de actuar de la mayoría está comprendido en pocas categorías.

Entre aditivos de la misma categoría se manifiestan diferencias tales como la efectividad general, la adecuación para determinado tipo de forraje y la facilidad para su manejo y aplicación. Estos factores, junto al precio y la disponibilidad, determinan cual es el aditivo más conveniente para un ensilaje específico.

La calidad del almacenaje de los aditivos biológicos por parte de los fabricantes, vendedores y el propio agricultor es un elemento fundamental. Pese a estas exigencias, tanto en Europa como en los EE.UU., los inoculantes con bacterias se han convertido en el tipo más frecuente de aditivo empleado en ensilajes de maíz, gramíneas y leguminosas (Mühlbach, 1999).

Aditivos Biológicos

Se considera que los inoculantes y las preparaciones de enzimas son productos naturales, sin riesgo en su manipulación, no corrosivos para los equipos y que no causan problemas ambientales. Consecuentemente, su uso se ha expandido apreciablemente en las últimas décadas. Quizás ningún otro tema vinculado al manejo del ensilaje ha recibido tanta atención, por parte de investigadores y de ganaderos, como los inoculantes bacterianos. Se dispone de muchos productos comerciales que varían en su eficacia. Para alcanzar la eficacia prevista cada producto debe ceñirse a la dosis indicada y seguir el método de aplicación descrito.

Inoculantes

Este tipo de aditivos son exitosos principalmente con ensilajes de alfalfa y de pastos templados pero con el ensilaje de maíz muestra un efecto limitado. No obstante, se recomienda enfáticamente el uso de inoculantes bacterianos para todo tipo de forraje ensilaje.

Enzimas

La adición de enzimas, solas o en combinación con inoculantes, se propone como una estrategia para aumentar el sustrato disponible y mejorar la fermentación láctica del ensilaje o aumentar el valor nutritivo del forraje o ambos (Mühlbach, 1999).

Uso de Ingredientes Alimenticios y Subproductos como Aditivos

La incorporación de ingredientes ricos en elementos fácilmente fermentables tales como el azúcar o la melaza a sustratos provistos por forrajes tropicales con valores bajos de MS y de azúcares, permite mejorar la fermentación del ensilaje. En general, los granos y sus subproductos industriales como el maíz o la harina de sorgo, el salvado de arroz, la harina de yuca, la pulpa de citrus y

otros también pueden ser usados como aditivos, en parte para suplir un substrato fermentable, pero también para influir sobre la evolución de la fermentación al absorber el exceso de humedad.

Para optimizar su eficacia y reducir las pérdidas de nutrientes en el efluente, deben usarse en tasas relativamente altas y efectuar una buena mezcla con el forraje picado; esto requiere mano de obra extra y equipo apropiado. Este tipo de aditivo puede estar disponible en forma estacional y sólo en ciertos lugares. Pero al evaluar la rentabilidad de su empleo se debe considerar el efecto positivo que tienen al mejorar el valor nutritivo del ensilaje (Mühlbach, 1999).

Melaza

La melaza de caña (75% MS) es un subproducto ampliamente usado, agregándose hasta a razón de 10% para suplir carbohidratos fácilmente fermentable a ensilajes de forrajes tropicales. Su aplicación directa es difícil debido a su alta viscosidad, por lo que se recomienda diluirla, preferiblemente con un pequeño volumen de agua tibia para minimizar las pérdidas por escurrimiento. Su aplicación en el ensilaje de pastos tropicales, precisa una dosis alta de melaza (4 - 5%). En forrajes de cultivos con muy bajo contenido de MS, una parte considerable del aditivo puede perderse en el efluente del silo en los primeros días del ensilaje (Mühlbach, 1999).

A continuación se presenta un cuadro con los principales aditivos para el ensilaje.

Cuadro N° 2. Categorías de aditivos para el ensilaje.

Tipo de aditivo	Ingrediente activo típico	Comentarios
Estimulantes de fermentación	BAC	Puede afectar la estabilidad aeróbica
	Azúcares (melaza)	
	Enzimas	
Inhibidores de fermentación	Ácido fórmico*	
	Ácido láctico*	
	Ácidos minerales	
	Nitritos	Inhibición de clostridios
	Sulfitos	
	Cloruro de sodio	
Inhibidores de deterioro aeróbico	BAC	
	Ácido propiónico*	
	Ácido benzoico*	
	Ácido sórbico*	
Nutrientes	Urea	Puede mejorar estabilidad aeróbica
	Amoníaco	Puede mejorar estabilidad aeróbica
	Minerales	
Absorbentes	Pulpa seca de remolacha azucarera	
	Paja	

* Sal correspondiente.

BAC: Bacterias epifíticas de ácido láctico.

Fuente: (Mühlbach, 1999).

Etapas del Ensilaje

Después del período de recolección y picado del forraje, transporte y tapado del ensilaje, se dan dos fases (respiración y acidificación), que es necesario conocer para una correcta elaboración del silo y obtener los logros deseados.

Respiración

Después de cosechada la planta, cuando la célula vegetal aún respira, produce anhídrido carbónico, que eleva la temperatura hasta 58-60° C, conduciendo al oscurecimiento del ensilaje y haciendo mas dulce los azúcares. Esta fase aerobia no se debe permitir, pues disminuye sensiblemente el contenido de azúcares solubles y la digestibilidad; si el silo se cierra en forma hermética, el oxígeno presente se consume con rapidez (primeras cinco horas) y garantiza un buen resultado (Rodríguez *et al.*, 1997).

Acidificación

Al comienzo del proceso, cuando hay presencia de oxígeno y la temperatura se encuentra entre 20-60° C, se presenta un crecimiento de bacterias aerobias gram negativas, las cuales conservan los azúcares y liberan ácido fórmico, acético, láctico, butírico, alcohol y anhídrido carbónico.

Una vez que se agotó el oxígeno, se inicia un proceso de fermentación láctica, cuyo grado depende del contenido de azúcares fermentables y del nivel de anaerobiosis; por tanto, cuando el material de ensilaje no contiene suficientes carbohidratos, como ocurre con leguminosas, es conveniente adicionar durante el proceso de ensilaje, materiales ricos en estos elementos como maleza y granos molidos, entre otros (Hughes, 1966).

Un ensilaje puede conservar su calidad cuando su pH es inferior a 4.2; sin embargo, valores hasta 5.0 son aceptables, siempre y cuando exista una proporción elevada de materia seca. Si no se logra una acidez adecuada, se desarrollan fermentos que además de acentuar la proteólisis atacan y transforman el ácido láctico, producen ácido butírico y presentan putrefacción.

El éxito del ensilaje consiste en una distribución del material y un apisonamiento y tapado adecuado para desalojar la mayor cantidad posible de

aire al comienzo del proceso. Durante el llenado del silo se pueden adicionar productos destinados a mejorar la conservación (Bolsen, 2000). Los agentes más utilizados son:

- **Azúcares Fermentables:** su adición depende de la cantidad de materia seca, el incremento de ésta, disminuye los azúcares en el forraje. Las soluciones más empleadas son: *melaza*: (3-4%) *granos de cereales triturados*: (4-10%) del peso del forraje (Bertoia, 2004).
- **Acidificantes:** La disminución artificial del pH desde el principio de la formación del silo bloquea las fermentaciones peligrosas, estabiliza el ensilaje, y disminuye las pérdidas. Se utiliza una mezcla de ácido clorhídrico disuelto en seis partes de agua, ácido sulfúrico, disuelto en cuatro partes de agua. De esta solución, se utilizan entre 4-8 litros por cada 100 kilogramos de forraje a ensilar. Otro producto utilizado es el ácido fórmico al 12% en proporción de 40-50 litros por cada 1000 kg, de forraje (López, 2004).

Fermentación del Ensilaje

El ensilaje es una técnica de preservación de forraje que se logra por medio de una fermentación láctica espontánea bajo condiciones anaeróbicas. Básicamente es una “batalla” entre microorganismos “buenos” y “malos”. El resultado de la batalla, depende de las características de forraje, pero también en gran parte de las prácticas que siguen durante el proceso de ensilaje.

Las bacterias epifíticas de ácido láctico (BAC) fermentan los carbohidratos hidrosolubles (CHS) del forraje produciendo ácido láctico y en menor cantidad, ácido acético. Al generarse estos ácidos, el pH del material ensilaje baja a un nivel que inhibe la presencia de microorganismos que inducen la putrefacción.

Una vez sellado o cerrado el silo, se inician en su interior los cambios químicos dentro de la masa forrajera, los cuales se prolongan durante unos 15 a 21 días;

sin embargo, por seguridad, destapar del silo y su ofrecimiento a los animales solo debe realizarse entre 25-30 días después de sellado el silo (Driehuis, 1999).

Fases del Ensilaje

Una vez que el material fresco ha sido almacenado, compactado y cubierto para excluir el aire, el proceso del ensilaje se puede dividir en cuatro etapas:

- **Fase aeróbica.** Esta fase dura sólo pocas horas, el oxígeno atmosférico presente en la masa vegetal disminuye rápidamente debido a la respiración de los materiales vegetales y a los microorganismos aeróbicos y aeróbicos facultativos como las levaduras y las enterobacterias. Además hay una actividad importante de varias enzimas vegetales, como las proteasas y las carbohidrasas, siempre que el pH se mantenga en el rango normal para el jugo del forraje fresco (pH 6.5 – 6.0).
- **Fase de fermentación.** Esta fase comienza al producirse un ambiente anaeróbico. Dura de varios días hasta varias semanas, dependiendo de las características del material ensilaje y de las condiciones en el momento del ensilaje. Si la fermentación se desarrolla con éxito, la actividad BAC proliferará y se convertirá en la población predominante. A causa de la producción de ácido láctico y otros ácidos, el pH bajará a valores entre 3.8 – 5.0.
- **Fase estable.** Mientras se mantenga el ambiente sin aire, ocurren pocos cambios. La mayoría de los microorganismos de la Fase 2 lentamente reducen su presencia. Algunos microorganismos acidófilos sobreviven este período en estado inactivo; otros, como clostridios y bacilos, sobreviven como esporas. Sólo algunas proteasas y carbohidrasas, y microorganismos especializados, como *Lactobacillus buchneri* que toleran ambientes ácidos, continúan activos pero a menor ritmo.

- **Fase de deterioro aeróbico.** Esta fase comienza con la apertura del silo y la exposición del ensilaje al aire. Esto es inevitable cuando se requiere extraer y distribuir el ensilaje, pero puede ocurrir antes de iniciar el aprovechamiento por daño de la cobertura del silo (roedores o pájaros). El período de deterioro puede dividirse en dos etapas. La primera se debe al inicio de la degradación de los ácidos orgánicos que conservan el ensilaje, por acción de levaduras y ocasionalmente por bacterias que producen ácido acético. Esto induce un aumento en el valor del pH, lo que permite el inicio de la segunda etapa de deterioro; en ella se constata un aumento de la temperatura y la actividad de microorganismos que deterioran el ensilaje, como algunos bacilos.

La última etapa también incluye la actividad de otros microorganismos aeróbicos facultativos como mohos y entero bacterias. El deterioro aeróbico ocurre en casi todos los ensilajes al ser abiertos y expuestos al aire. Sin embargo, la tasa de deterioro depende de la concentración y de la actividad de los organismos que causan este disminución del ensilaje. Las pérdidas por deterioro que oscilan entre 1.5 - 4.5 por ciento de materia seca diarias pueden ser observadas en áreas afectadas. Estas pérdidas son similares a las que pueden ocurrir en silos herméticamente cerrados y durante períodos de almacenaje de varios meses (Driehuis, 1999).

Para evitar fracasos, es importante controlar y optimizar el proceso de ensilaje de cada fase. En la fase 1, las buenas prácticas para llenar el silo permitirán minimizar la cantidad de oxígeno presente en la masa ensilada. Las buenas técnicas de cosecha y de puesta en silo permiten reducir las pérdidas de nutrientes, inducidas por respiración aeróbica, dejando así mayor cantidad de nutrientes para la fermentación láctica en la fase 2. Durante las fases 2 y 3, el agricultor no tiene medio alguno para controlar el proceso de ensilaje. Para optimizar el proceso en estas fases, es preciso recurrir a aditivos que se aplican en el momento del ensilaje.

La fase 4 comienza en el momento en que reaparece la presencia del oxígeno. Para minimizar el deterioro durante el almacenaje, es preciso asegurar un silo hermético; las roturas de las cubiertas del silo deben ser reparadas inmediatamente. El deterioro durante la utilización del silo puede minimizarse manejando una rápida distribución del ensilaje. También se pueden agregar aditivos en el momento del ensilaje, que pueden reducir las pérdidas por deterioro durante el aprovechamiento del silo. (Driehuis, 1999).

Calidad del Ensilaje

Existen varios indicadores para calificar la calidad del ensilaje y por lo general, se asocian con algunas características como olor, color, textura, sabor y naturaleza de la cosecha ensilada.

Un ensilaje de buena calidad debe tener las siguientes características:

- Forraje cosechado en estado de desarrollo apropiado.
- pH de 4.2 o menos.
- Contenido de ácido láctico entre 5-9% en base seca.
- Libre de hongos y malos olores como amoníaco, ácido butírico y pudrición.
- Ausencia de olor a caramelo o tabaco.
- Color verde.
- Textura firme (McAllister y Hristov, 2003).

El Ensilaje como Alimento

La importancia del ensilaje como alimento depende de su composición química, digestibilidad y cantidad consumida por el animal. El contenido de elementos nutritivos está dado por la naturaleza del forraje. Con el ensilaje no hay mejoramiento de la calidad, pero cuando el proceso ha sido correcto se conserva por muchos meses la calidad original (Delorit, 1982).

La digestibilidad de la materia seca puede ser un poco menor que la del material o forraje verde usado, mientras que la proteína puede disminuir especialmente cuando ocurre sobrecalentamiento en el silo. Por lo demás, los ácidos producidos por las bacterias a expensas de los carbohidratos no producen cambios notables en el contenido total de los elementos nutritivos (Pizarro, 1999)

Si se considera el contenido de nutrientes, particularmente la relación proteína energía, la planta de maíz con 14.7% de proteína y 3.9 mega calorías de energía bruta, ofrece mayores ventajas con relación a otras gramíneas como el pasto Taiwán (*Pennisetum sp*) con solo 5% de proteína y 3.5 mega calorías de energía bruta.

Cuadro N° 1. Análisis bromatológico de cultivos ensilajes.

Identificación	PC %	FDA %	DIG %	E.B. Mcal
Maíz	14.7	47.16	61.09	3.9
Pasto Taiwán	5.0	75.56	59.17	3.5

Fuente: Vera, 1999.

Ventajas y Desventajas en el Ensilaje

El ensilaje, como cualquier otro proceso, tiene ventajas y desventajas las cuales guardan relación con la situación particular de cada productor, sin que permita esto generalizar al respecto.

Dentro de las ventajas se pueden mencionar:

- Suministra forraje succulento de calidad uniforme durante todo el año.
- Aumenta la capacidad de carga por hectárea en la finca.
- Es el método más práctico para conservar el valor nutritivo de un forraje.
- Conserva el sabor del forraje durante el tiempo de almacenamiento.
- Disminuye la utilización de alimentos concentrados.
- Permite utilizar variedad de equipo y maquinaria para su elaboración.

- Reduce las pérdidas de forraje en las acciones de recolección. (Wilson, 1970).

Algunas desventajas que se pueden señalar:

- Es voluminoso para almacenar y manejar.
- Se requieren equipos para la siembra y cosecha del forraje como son; tractor, segadora, trilladora, sembradora, cosechadora, desvaradora, rastrillos, picadora de forraje (Deere & Company, 2005)².
- Las pérdidas pueden ser muy grandes cuando no se hace en forma adecuada.
- Se requiere la selección de forrajes apropiados (Wong, 1999).

Ensilaje de Maíz

El maíz (*Zea mays*), es una planta herbácea anual, perteneciente a la familia de las gramíneas y posee interés desde el punto de vista agrícola y económico. Presenta variedades tanto para uso humano destinado a su consumo en fresco, en lata o congelado y otras variedades para alimentación animal.

Como planta, el maíz es una especie monoica, es decir, presenta flores tanto femeninas como masculinas. Las femeninas reunidas en varias espigas, que se originan en las axilas de las hojas del tercio medio de la planta, y las masculinas reunidas en una panícula terminal.

Dentro de las gramíneas, el maíz es el cereal más eficiente en la producción de granos. A ello lo ayudan varios factores como: gran tamaño de la planta, área foliar considerable, tallo fuerte y de gran altura, abundante sistema radicular y vascular. Por todas estas razones, el maíz posee amplio poder de almacenar carbohidratos o azúcares (en especial sacarosa, glucosa y fructosa). Estos azúcares, al fermentar mediante la liberación de los contenidos de la planta por picado, compactación y acción de bacterias naturalmente presentes en el forraje, producen en último término energía, que es su principal característica (Anselmo, 1999).

La técnica de ensilar el maíz es muy antigua y los primeros ensilajes de este cultivo se efectuaron en Estados Unidos en 1875, pero su uso masivo se efectuó con el desarrollo de la maquinaria moderna que permitió cortar, picar y cargar el forraje mediante una sola operación. Más tarde se avanzó con la maquinaria de corte de precisión que permitió un tamaño de corte pequeño (40 mm, al inicio y luego 8-10 mm), con el cual se mejora la compactación y por ende la fermentación del cultivo. En la actualidad existe la maquinaria con capacidad de corte de 40-60 toneladas por hora.

La característica de alto contenido de carbohidratos junto a la baja capacidad buffer, hacen que el maíz forrajero sea el más popular de los cultivos a ensilar con los productores de ganado de leche y carne del país. De esta forma, con maíz se obtiene dentro de los ensilajes, el de la mejor calidad, con mínimos riesgos de fermentación indeseada y de deterioro aeróbico al abrirlo con destino a la alimentación invernal de los animales.

En años recientes, se ha mejorado en forma importante la calidad genética de la semilla de maíz utilizada para la producción de ensilaje. Antiguamente se privilegiaba la obtención de altos volúmenes de producción, sin mayor énfasis en su composición. Sin embargo, se ha comprobado que el 70% del valor nutritivo del ensilaje de maíz está dado por el grano que contiene. Además, existe una alta correlación entre altos rendimientos de grano y altos rendimientos totales. Por este motivo se recomiendan los híbridos de mayor rendimiento para grano (Silveira *et al.*, 1999).

Otro adelanto genético es el maíz en estado óptimo, que permite obtener un ensilaje con menor contenido de humedad (mejora el contenido de materia seca (MS). De esta forma, puede efectuarse con contenidos de 35% MS (en lugar del 25 % tradicional), sin una disminución exagerada en el color verde de las hojas y por ende de su valor nutritivo (Anselmo, 1999).

Es así como, por lo general, un ensilaje de maíz posee un contenido de 8.9 % de proteína cruda (PC) y de 3.33 Mcal/kg. de energía digestible (ED) versus 14

15% de P.C. y de 2-2.3 Mcal/kg. de E. D. posibles de obtener con una pradera de calidad, en base a una buena mezcla de gramíneas y leguminosas en su estado óptimo de fisiología y corte.

Dado el bajo contenido proteico del ensilaje de maíz y que no ha sido posible aumentarlo vía mejoramiento genético, es factible de aumentarse mediante la agregación de Nitrógeno No Proteico (NNP). La forma más corriente de esta fuente es la urea, utilizada tal cual o bien disuelta en una reducida cantidad de agua para facilitar su aplicación. Se emplea en cantidad de 0.5% del material verde que se ensila (siempre que el contenido de MS del forraje sea cercano al 30%).

Con ello se ha logrado buenos resultados en alimentación de bovinos productores de leche y carne. Su incorporación al momento de ensilar tiene ventajas: mejor distribución, reducción de la proteólisis (rompimiento de las proteínas del material a ensilar), aumento del contenido de proteína microbiana (el NNP alimenta a la flora microbiana del rumen); mejora la estabilidad aeróbica del ensilaje una vez que éste se abre y reduce la acidez del material ensilaje (Anselmo, 1999).

El momento de la cosecha del ensilaje de maíz es también importante. En general la literatura cita valores de 25-35% de MS como adecuados para ensilar. Ello generalmente ocurre en el estado de grano lechoso a pastoso o pastoso a duro del cultivo. Los resultados de trabajos nacionales de alimentación de vacas lecheras con ensilajes de maíz cosechados con este contenido de MS, producen aumentos en el consumo y en la producción de leche. Cosechas de maíz para ensilaje con 30-35% de MS, producen un aumento en el valor nutritivo, debido al mayor contenido de grano, lo cual se traduce además en un aumento en el consumo y en la producción de leche (Silveira *et al.*, 1999).

Es importante que al suministrar ensilaje de maíz éste no sea el único componente de la dieta, debido a que en caso de vacas lecheras, se produce una disminución del contenido de grasa de la leche. Ello se soluciona al ofrecer

una ración balanceada que incluya heno y otros alimentos. Lo mismo ocurre en el caso de los minerales. El maíz es bajo en contenido de minerales (excepto en potasio) y bajo en vitamina A (Anselmo, 1999).

En resumen, para obtener un buen ensilaje de maíz se deben tener en consideración los siguientes aspectos:

- Es ideal un silo tipo zanja o trinchera, con el fin de obtener una buena compactación y fermentación, dado el pequeño tamaño del picado.
- Contenidos de MS de 30-35 % al ensilarlo.
- Incorporación de NNP (Urea) para aumentar el nivel de proteína microbiana ruminal y disminuir su deterioro aeróbico (ideal es 0,5% del volumen del forraje verde a ensilar).
- Tamaño del picado fino (ideal de 10-15 mm).
- Rapidez del llenado en el silo (3-5 días).
- Buena compactación con tractor.
- Buen sellado con polietileno oscuro y grueso.
- Apropiaada cobertura para proteger el sellado (tierra, neumáticos en desuso, fardos llovidos u otro material adecuado).
- Buen cercado a sus alrededor (para evitar ruptura del polietileno a causa de animales).
- Dejar cubierta la superficie cortada cada día después del suministro a los animales (Silveira *et al.*, 1999).

Conclusiones

Los países en vías de desarrollo precisan de aumentar el nivel de ingreso proveniente de la actividad ganadera; para ello es indispensable tener sistemas de alimentación eficaces y de bajo costo.

El uso del ensilaje como método para conservar residuos y subproductos agrícolas y agroindustriales es una opción que ya ha sido probada y que ofrece oportunidades para mejorar el nivel de ingreso de los sistemas de producción agrícola y ganadera.

El uso de aditivos biológicos, aplicados a forrajes de calidad, mejora la propiedad de fermentación y reduce las pérdidas durante el proceso de ensilaje. Esta técnica permite ajustar el tipo de alimento a distribuir, de acuerdo a las necesidades de los animales.

El ensilaje de subproductos ofrece la ventaja de aportar un forraje de buena calidad, aún en períodos de sequía, y a un costo limitado, es una tecnología accesible a los productores.

El uso del ensilaje resulta ser apropiado para el sistema de alimentación, es necesario que esta actividad se restrinja a forrajes que produzcan un alimento de buena calidad. Nos permite integrar programas de alimentación con exigencias que deben cumplir los sistemas modernos de producción.

Bibliografía Citada

Alcaldía Mayor de Bogota. D. C. Departamento Técnico Administrativo, Medio Ambiente. Ensilaje Como alternativa sostenible para la producción bovina en las áreas rurales del D.C. [en línea]
<http://200.14.206.180/agro/ensilaje.pdf> [Consulta: 20 octubre, 2005].

Anselmo J. S. 1999. Evaluación del ensilaje de variedades de maíz de grano y de maíz forrajero en la alimentación de bovinos Nelore y Canchim y su comportamiento en corrales de engorde (feedlots) [en línea] UNESP-IB/IBD, Botucatu, Sao Paulo, Brasil.
http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/X8486S/X8486S00.HTM [Consulta: 17 septiembre, 2005].

Bareeba F.B. 1999. Ensilaje de gramíneas y leguminosas en los trópicos [en línea] Department of Animal Science, Makerere University.
http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/X8486S/X8486S00.HTM [Consulta: 11 septiembre 2005].

Bertoia L. M. 2004. Algunos conceptos sobre Ensilaje [en línea] Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Lomas de Zamora.
<http://mejorpasto.com.ar/UNLZ/2004/TX3.htm> [Consulta: 30 Octubre, 2005].

Big Dutchman, 2002. Silos y sinfines Sistemas para el almacenamiento y el transporte de pienso [en línea] EE.UU. Big Dutchman Inc.
http://www.bigdutchman.de/bd_infos/produkte/Silo_spanisch.pdf [Consulta: 29 octubre, 2005].

Bolsen K. K. 2000. Guía de solución de problemas comunes del ensilaje [en línea] Kansas State University.
http://www.oznet.ksu.edu/pr_silage/publications/Estela%20website%20troubleshooting%204-8-05%20FINAL.pdf [Consulta: 11 octubre, 2005].

Cotton R. T. 1979. Silos y granero plagas y desinfectantes. Ed. Oikos-tau, S.A. México. Pp135-140.

Deere & Company. 2005¹. Recomendaciones para el Ensilaje [en línea] México/Centroamérica. 1995-2005
http://www.deere.com/es_MX/ag/homepage/tips/ensilaje.html [Consulta: 05 octubre, 2005].

Deere & Company. 2005². Maquinaria Agrícola [en línea] México/Centroamérica. 1995-2005
http://www.deere.com/es_MX/ag/productos/maquinarias/index.html [Consulta: 24 noviembre, 2005].

- Delorit R.J. 1982. Producción Agrícola. Ed. C.E.C.S.A. México. Pp77-86.
- Driehuis F. 1999. Los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación [en línea] Institute for Animal Science and Health (ID-DLO).
http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/X8486S/X8486S00.HTM [Consulta: 11 septiembre, 2005].
- Gottschal J. C., Spoelstra S. F. 1999. Los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación [en línea] Dept. Microbiology, Groningen State University.
http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/X8486S/X8486S00.HTM [Consulta: 13 septiembre, 2005].
- Holguín V. A., Ibrahim M. Ensilaje: Estrategia De Conservación De Forrajes Para La Época Seca [en línea] Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
www.virtualcentre.org/es/enl/success/success9.htm [Consulta: 18 septiembre, 2005].
- Hughes H. 1966. Forrajes. Ed. Continental, México. Pp579-592.
- Jiménez F. A., Moreno J. M. 1999. EL ENSILAJE UNA ALTERNATIVA PARA LA CONSERVACIÓN DE FORRAJES [en línea] Colombia.
<http://www.turipana.org.co/ensilaje.htm> [Consulta: 26 septiembre, 2005].
- Lane I. R. 1999. Ensilaje en pequeñas bolsas plásticas [en línea] Ian Lane Associates, Lower Kenfield Cottage.
http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/X8486S/X8486S00.HTM [Consulta: 11 septiembre, 2005].
- López, D. C. 2004. Revisión Bibliográfica sobre ensilaje (Tesis de licenciatura). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia, Michoacán, México.
- Martínez J. B., Castaño M. H., Corrales L. F. 2002. ENSILAJE SIN MAQUINARIA PARA ZONAS DE LADERA EN TRÓPICO CÁLIDO [en línea] CORPOICA Regional 2, Fondo Ganadero de Córdoba, Colombia.
http://www.turipana.org.co/ensilaje_maquinaria.html [Consulta: 26 septiembre, 2005].
- Martínez, A. M. 2003. Uso de aditivos como mejoradores del ensilaje de maíz (Tesis de licenciatura). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Morelia, Michoacán, México.
- McAllister, T. A.; Hristov, A. N. 2003. Los fundamentos para hacer ensilaje de Buena calidad. México Holstein. 34 (9):11-12.
- Mühlbach P. R. F. 1999. Uso de aditivos para mejorar el ensilaje de los forrajes tropicales [en línea] Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad Federal de Río Grande del Sur, Porto Alegre, Brasil.

http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/X8486S/X8486S00.HTM [Consulta: 13 septiembre, 2005].

Ojeda F. G. 1999. Técnicas de cosecha y de ensilaje [en línea] Estación Experimental de Pastos y Forrajes, Matanzas, Cuba.
http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/X8486S/X8486S00.HTM [Consulta: 11 septiembre, 2005].

Pizarro E. A. 1999. Ensilaje de maíz tropical en Brasil central [en línea] Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.
http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/X8486S/X8486S00.HTM [Consulta: 14 septiembre, 2005].

Rodríguez A. A., Acevedo J. A., Riquelme E. O. 1997. Estabilidad aeróbica de ensilaje de pasturas tropicales nativas. Efecto del ácido propiónico y tiempo de exposición aeróbica [en línea] Departamento de Industria Pecuaria. Universidad de Puerto Rico, Mayagüez.
www.alpa.org.ve/ojs/include/getdoc.php?id=123&article=86&mode=pdf [Consulta: 16 Octubre, 2005].

Romero L. y Aronna S. 2003. Ensilaje, cómo disminuir las pérdidas durante el almacenaje [en línea] INTA EEA Rafaela.
www.agromail.net/agro/datos/a612-4016.html [Consulta: 02 octubre, 2005].

Silveira A. C., Burlan L.R., Arrigoni M. de B., Costa C., de Oliveira H. N., Parre C. 1999. Evaluación del ensilaje de variedades de maíz de grano y de maíz forrajero en la alimentación de bovinos Nelore y Canchim y su comportamiento en corrales de engorde (feedlots) [en línea] UNESP-FMVZ, Botucatú, Sao Paulo, Brasil.
http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/X8486S/X8486S00.HTM [Consulta: 11 septiembre, 2005].

't Mannetje L. 1999. Introducción a la Conferencia sobre el Uso del Ensilaje en el Trópico [en línea] Department of Plant Sciences, Wageningen University.
http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/X8486S/X8486S00.HTM [Consulta: 24 septiembre, 2005].

Titterton M. 1999. Ensilaje de gramíneas y leguminosas en los trópicos [en línea] Department of Animal Science, University of Zimbabwe.
http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/X8486S/X8486S00.HTM [Consulta: 20 septiembre, 2005].

Vera R.R. 1999. Ensilaje de maíz tropical en Brasil central [en línea] Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/X8486S/X8486S00.HTM [Consulta: 11 septiembre, 2005].

Watson, S. J. y Smith, A. M. 1984. El ensilaje. Ed. C.E.C.S.A. México D.F., México. Pp 145-153.

Wattiaux M. 2000. Introducción al Proceso de Ensilaje [en línea] Novedades Lácteas Instituto Babcock Universidad de Wisconsin.
http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/du/du_502.es.pdf
[Consulta: 23 Octubre, 2005].

Wilson H. K. 1970. Producción de cosechas. Ed. Continental, México. Pp263-272.

Wong C.C 1999. El papel del ensilaje en la producción de rumiantes en los trópicos húmedos [en línea] Livestock Research Centre, Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI).
http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/X8486S/X8486S00.HTM [Consulta: 11 septiembre, 2005].

Woolford M. 2000. Ciencia y tecnología en el proceso del ensilaje [en línea] Oxford Biological Consultancy, Inglaterra.
<http://www.ensilajeres.com.ar/documentos/inoculantessilaje.htm> [Consulta: 25 Octubre, 2005].

Glosario

Ensilaje.- Producto que resulta del almacenamiento y fermentación del forraje fresco bajo condiciones anaerobias.

Ensilaje.-Método de conservación de forraje verde por fermentación en depósitos adecuados llamados silos.

Silo.- Recipiente que cavado o levantado (construido) sobre la tierra se coloca el forraje para conservarlo durante un tiempo.

Melaza.- Residuo que resulta tras la cristalización del azúcar. Es un líquido denso y viscoso que contiene un 40-60% de azúcar.

Forraje.- Pasto verde que se le da al ganado.

Fermentación.- Proceso lento de cambio o descomposición de sustancias animales o vegetales, producido por la acción catalítica de un fermento y acompañado de efervescencia y evolución de calor.

Butírico.- Ácido graso, líquido, viscoso, parcialmente soluble en agua y alcohol.

Leguminosas.- Plantas cuya característica distintiva es que dan fruto o semilla en una sola vaina.

Gramíneas.- Plantas con tallos cilíndricos, con flores en espiga y grano seco.