

## **Conservación de forrajes: segunda parte** (Conservation of forages: secon part)

**Enrique A. Silveira Prado<sup>1</sup> y Reinaldo Franco Franco<sup>2</sup>**

1. Profesor Auxiliar y Consultante. Doctor en Medicina Veterinaria. Centro de Bioactivos Químicos y Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Santa Clara. Villa Clara. Cuba.
2. Profesor Asistente. Ingeniero Pecuario. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Santa Clara. Villa Clara. Cuba.

Contactos por e\_mail: [esilveira@cbq.uclv.edu.cu](mailto:esilveira@cbq.uclv.edu.cu) y [joses@agronet.uclv.edu.cu](mailto:joses@agronet.uclv.edu.cu)

### **Colaboradores**

- Oraidá González García. Dra. en Medicina Veterinaria. Investigador Auxiliar. Centro de Bioactivos Químicos. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- Guillermo Paneque Ramírez. † Ingeniero Agrónomo. Profesor Titular. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- Leandro Marrero Suárez. Dr. Ing. Pecuario. Investigador Titular. Centro de Investigaciones Agropecuarias. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- Sergio Mayea Silverio. Dr. Ing. Agrónomo. Profesor Consultante. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- Marlen Fernández Pérez. Hospital Gineco-Obstétrico Provincial Docente "Mariana Grajales", Santa Clara. Villa Clara. Cuba.

### **Dedicatoria**

A la memoria del Ing. Guillermo Paneque Ramírez, profesor, maestro de generaciones, el que nos guió en numerosas ocasiones en la difícil y noble tarea de la docencia e investigación agropecuaria.

### **RESUMEN**

La monografía "Conservación de Forrajes", se encuentra escrita en un lenguaje ameno y fácil de entender. Los autores retomaron los principios básicos de esta práctica incorporando muchas experiencias en este campo obtenidas en Cuba por productores e investigadores de la temática. En esta obra, dividida en dos partes debido a su extensión, el lector puede conocer aspectos básicos en la preparación de dos importantes alimentos conservados como son el heno (Primera Parte) y el ensilaje (Segunda Parte). Este trabajo puede utilizarse como una

herramienta de consulta para estudiantes y profesionales de Agronomía, Veterinaria y Zootecnia que encontrarán en el mismo, expuesto de una manera profunda pero sencilla, todo el proceso de obtención de tan importantes alimentos para el ganado.

**Palabras claves:** Conservación de forrajes. Heno. Henificación. Ensilaje.



## **ABSTRACT**

The monograph "Conservation of Forages", is written in a pleasant and easy of understanding language. The authors recaptured the basic principles of this practice incorporating many experiences in this field obtained in Cuba by producers and investigators on the thematic. In this work, divided in two parts due to their extension, the reader will be able to know basic aspects in the preparation of two important foods conserved, as the hay (First Part) and the ensilage (Second Part). This work can be used as a consultation tool for students and professionals of Agronomy, Veterinary and Zootechnic sciences that will find it exposed in a deep but simple way, the whole process of obtaining so important foods for the livestock.

**Key words:** Conservation of forages. Hay. Hay making. Ensilage. Silage making

## **V. ENSILAJE**

Se denomina ensilaje a todo material vegetal húmedo conservado por fermentación o por acidificación directa, utilizando aditivos ácidos (orgánicos e inorgánicos). El ensilaje por fermentación es un proceso natural donde la intervención de los microorganismos presentes en la masa ensilada crean un nivel de acidez tal, producto de su propio metabolismo, que impide que otros microorganismos puedan descomponer o podrir el forraje.

La conservación de la hierba mediante el ensilaje difiere fundamentalmente de la henificación que ya no se basa en la deshidratación, sino en la fermentación por ciertas bacterias. El ensilaje permite que la hierba tierna, rica en proteínas, se conserve en estado succulento con su máximo valor alimenticio, sin que su ingestión pueda tener una influencia perniciosa sobre el crecimiento y la salud de los animales. Afortunadamente, en este método de conservación la pérdida de valor alimenticio es muy pequeña, y aunque el ensilaje no es un proceso tan eficaz como la deshidratación artificial, lo es bastante más que la henificación natural, debido a que aún bajo buenas condiciones de henificación la planta pierde más nutrientes que cuando es ensilada.

El objetivo perseguido cuando se realiza el ensilaje es conseguir dentro de la masa ensilada una concentración suficiente de ácido láctico, producido como resultado de la presencia de microorganismos en la cosecha segada, para inhibir otras formas de actividad microbiana y conservar de este modo el producto hasta el momento en que sea necesario su uso, por lo que la finalidad del ensilaje es poder alimentar al ganado en la época de sequía; cuando la producción de forraje natural disminuye, éste se realiza en la época contraria, es decir, cuando abundan los pastos en el momento en que el crecimiento resulta óptimo y cuando el valor nutritivo es más elevado.

Con paciencia y cuidado no hay motivos para que no pueda obtenerse en cualquier granja, ensilaje de alta calidad. Se necesita mucha experiencia para obtener un producto de buena calidad con diferentes tipos de cosechas, pero una vez que la experiencia se ha adquirido puede prepararse año tras año un excelente alimento.

## **Tipos de ensilajes**

Existen tres tipos fundamentales de ensilajes:

a. Por fermentación:

Cuando se deja actuar un grupo de microorganismos sobre el forraje, inhibiéndose el desarrollo de los microorganismos indeseables (por medio de bacterias lácticas) y adicionándoles, cuando así se requiera, aditivos para aumentar los azúcares —para que se produzca la fermentación— y otras sustancias.

b. Por fermentación parcial y acidificación.

Cuando la fermentación producida por los microorganismos no se completa y el pH final está entre 4,5 y 5,0 y es producto del grupo de microorganismos que actúa.

c. Por acidificación directa sin fermentación (método A.I.V).

Consiste en una acidificación del forraje hasta lograr un pH de 3,5 o inferior, cesando los procesos vitales. No se fermenta el forraje y se considera esterilizado. Este método (preconizado por A.I. Virtamen) se basa en que los microorganismos no desaminan los aminoácidos a un pH inferior a 4, mientras que la acción de los microorganismos de los grupos Clostridio y Coli-aerogenes se inhibe por debajo de un pH entre 4 y 5. Además, la respiración de las células vegetales también se inhibe.

## **Concepto de fermentación**

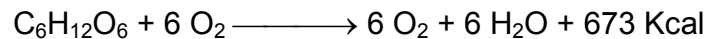
**GENERALMENTE SE DEFINE HOY COMO FERMENTACIÓN LA OXIDACIÓN INCOMPLETA DE CARBOHIDRATOS Y SUSTANCIAS SEMEJANTES POR LA ACCIÓN DE MICROORGANISMOS. LOS DIVERSOS TIPOS DE FERMENTACIÓN PRODUCEN MUCHAS CLASES DE ÁCIDOS ORGÁNICOS, ALCOHOLES, DIÓXIDO DE CARBONO, HIDRÓGENO Y OTROS COMPUESTOS NO NITROGENADOS.**

La acción bacteriana sobre los carbohidratos puede ser aeróbica o anaeróbica. En presencia de suficiente oxígeno, la descomposición de los carbohidratos puede llegar hasta los productos finales: dióxido de carbono y agua. Si no hay oxígeno libre, se desarrolla una combustión incompleta o descomposición anaeróbica. En la descomposición anaeróbica, los microorganismos no pueden obtener la cantidad máxima de energía existente en las sustancias fermentables.

En la respiración el sustrato es oxidado por deshidrogenación y el hidrógeno separado se combina con oxígeno. En los procesos de fermentación, el sustrato es también oxidado por deshidrogenación pero el hidrógeno liberado no es fijado por oxígeno. Es evidente pues, que la diferencia entre respiración y fermentación se funda en que el hidrógeno sea o no aceptado por el oxígeno. Las reacciones de fermentación también suministran energía, pero en forma mucho menos eficaz, como puede advertirse en las ecuaciones que se exponen a continuación:

### Oxidación y fermentación de la glucosa

Oxidación completa:

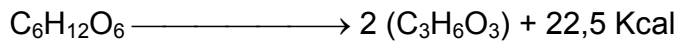


Oxidación incompleta:



(ácido oxálico)

**FERMENTACIÓN:**



(ácido láctico)

La fermentación se caracteriza también por la producción de una diversidad de productos finales. En la fermentación, como sucede en la respiración, intervienen un conjunto de enzimas cada una de las cuales cataliza exclusivamente cierta transformación limitada, pero actuando todas ellas en sucesión coordinada, hasta que se completa el resultado final. Esta forma de desamiliación del sustrato es conveniente para la célula, porque la energía se va liberando gradualmente, en pequeños incrementos, que hacen más eficaz su aprovechamiento.

### Características generales del proceso del ensilaje por fermentación

Cualquier producto cosechado sirve para el ensilaje, siempre que contenga azúcares fermentables suficientes para propiciar la fermentación microbiana y se produzca la suficiente acidez que requiere su conservación, a fin de frenar la ulterior descomposición del material ensilado por otros tipos de gérmenes. Se puede considerar que todas las cosechas ensilables pertenecen a algunos de los tres grupos siguientes: pastos, cultivos y subproductos agrícolas o agroindustriales.

El forraje (granos, sorgo, caña de azúcar, legumbres, pulpa de frutos cítricos, patata, boniato, pulpa de remolacha, girasol, etc.) se corta en pequeños trocitos (troceado) y se almacena en una cámara herméticamente cerrada o silo, donde se comprime para expulsar el aire (compactación). Si los trocitos no están bastante húmedos se les añade agua.

Como la superficie de los vegetales contiene ya las clases de microorganismos necesarios (microflora epifítica), no hay necesidad, por lo general, de resembrarlos en el forraje. Por recuentos microbianos se sabe que normalmente hay de  $1 \times 10^4$  a  $4 \times 10^8$  bacterias por gramo de vegetal. Cuando sea necesario se puede adicionar cultivos puros de bacterias específicas a un forraje a ensilar (inoculación de los forrajes).

En Cuba, el método por fermentación es el más utilizado y el único que se hace en condiciones de producción. Depende de la fermentación de los carbohidratos solubles en ácido láctico, descendiendo el pH entre 3,8 y 4,2, donde el contenido de este ácido constituye del 8 al 12% de la materia seca. Este será un ensilado bien conservado.

Por haber carbohidratos en la savia de las plantas, los cambios que se operan son más bien fermentativos que putrefactivos. Las células vegetales siguen respirando, en pocas horas se consume el oxígeno libre y se reemplaza por dióxido de carbono. Los cambios posteriores son anaeróbicos. En la práctica se crean las condiciones anaeróbicas para que cese la respiración aerobia de las plantas y se puede producir la fermentación mediante la actividad microbiana de las bacterias lácticas.

### **Tecnología del ensilaje**

Para comprender mejor los procesos de una buena conservación de los forrajes por ensilaje, es preciso examinar detenidamente las diferentes fases que se suceden en un silo:

#### **Fases del proceso del ensilaje**

##### ***Primera fase: respiración ulterior de los forrajes***

En el momento de la introducción de un forraje verde en un silo aquel vive y respira todavía; entre la masa de forraje queda aire aprisionado, y aunque el forraje se introduzca a presión en el silo, hollándolo o apisonándolo con el tractor, inevitablemente queda retenido parte del aire. Mientras exista algo de aire, la respiración continúa y determina una combustión de los azúcares con formación de anhídrido carbónico y agua, así como desprendimiento de calor. El calor desprendido dependerá de la cantidad de aire disponible.

Si en el proceso de compactación del ensilaje se dejan espacios de aire, la temperatura prosigue elevándose y la desintegración de los carbohidratos solubles continúa, disminuyendo las proteínas. Ese producto sobrecalentado (más de 53°C, de color pardo oscuro a negro) no tiene el valor nutritivo necesario u óptimo.

Aquí han actuado tanto las bacterias aerobias como las anaerobias. Se debe tener en cuenta que la hierba cortada presenta ruptura de carbohidratos y proteólisis, pero la actividad microbiana comienza rápidamente una vez que ha cesado la respiración aerobia.

##### ***Segunda fase: comienzo de la acidificación debido a las bacterias del grupo coli-aerógenos o falsas bacterias lácticas***

Mientras el silo se asienta, es decir, a medida que el aire se elimina progresivamente del mismo, se produce una selección microbiana. Así se eliminan primero la mayoría de los microorganismos que necesitan aire para desarrollarse; a continuación al morir las células vegetales por falta de oxígeno, se producirá el desarrollo de las bacterias facultativas, y por último, el de las anaerobias. A este grupo pertenecen las bacterias lácticas, butíricas y un nutrido grupo de las proteolíticas, que atacan a las proteínas.

Siguiendo un orden cronológico, es el grupo Coli-aerógenos el primero en desarrollarse. Estas bacterias transforman los azúcares de la planta en ácido fórmico, ácido acético, alcohol, anhídrido carbónico, y en ocasiones, en ácido butírico. Además del ataque de los azúcares, producen también la degradación de las proteínas, que descomponen con formación de amoniaco y aminos tóxicas. Dos factores limitan su actividad: la elevación de la temperatura y la acidez del medio.

Esta fase es generalmente de corta duración debido a la acidificación rápida que se produce simultáneamente por las bacterias lácticas.

Se debe señalar que las bacterias coli-aerógenas persisten mucho tiempo en los ensilados previamente henificados, por lo que tampoco resulta que el material esté demasiado seco (generalmente se acepta alrededor de un 30% de materia seca como máximo).

### ***Tercera fase: comienzo de la fermentación láctica***

El inicio de la fermentación láctica depende de la actividad de los fermentos del ácido láctico de las bacterias lácticas verdaderas: lactobacilos (anaerobias facultativas) sobre los hidratos de carbono adecuados.

Apenas el 10% del número total de bacterias de la planta verde (microflora epifítica) está compuesto por este grupo, el más importante en el ensilado. De su desarrollo y de su fermentación dependerá el éxito o el fracaso del ensilado. Su actividad estará condicionada por los factores siguientes:

1. El número de bacterias lácticas presentes en el forraje fresco.
2. La presencia de azúcares fermentables en cantidades suficientes y liberados en el momento oportuno.
3. La ausencia de aire de la masa ensilada (o ausencia casi total de aire).

### ***Cuarta fase: estabilización por producción máxima de ácido láctico***

Si las condiciones enumeradas anteriormente son satisfactorias, los azúcares serán transformados en gran parte en ácido láctico, verdadero agente conservador del ensilado. Como consecuencia, se produce una fuerte acidez en el silo que arroja cifras de estabilización de pH entre 3,5 y 4,2. Esta acidez se consigue en un silo de gramíneas con una concentración de 1,5 a 2,0% de ácido láctico. Debido a esta fuerte acidez se produce en cierto modo una esterilización que se opera en la masa, de forma que el crecimiento de todas las demás especies de bacterias queda paralizado, así como todo tipo de actividad enzimática, y por último se inhibe también el desarrollo de las mismas bacterias lácticas. Se crea un estado de estabilización o de reposo que permite la conservación casi indefinida del alimento ensilado.

Estas cuatro fases se desarrollan en unas tres semanas (de 17 a 21 días), pero las tres primeras terminan en unos tres días. Si el material ha sido bien ensilado, la producción de

ácido láctico ha sido adecuada y no queda aire, el ensilado permanecerá estable y en buenas condiciones durante largo tiempo (diez o más años). Por otra parte, el silo permanecerá estable mientras el aire exterior no pueda penetrar, ya que una vez abierto un buen silo puede degradarse por el desarrollo de mohos persistentes a estados de fuerte acidez que pueden ocasionar pérdidas graves de materia orgánica.

Si el ensilado es deficiente y no se produce bastante ácido láctico puede agregarse otra fase más:

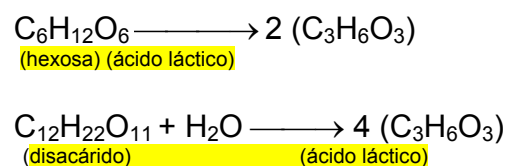
### **Quinta fase: fermentaciones nocivas**

Consiste en fermentaciones nocivas que provocan pérdidas que pueden llegar al 60-70% del valor nutritivo del alimento (disminución de ácidos grasos volátiles) y que impiden la estabilización del silo. Esto se debe a un predominio de las bacterias butíricas y de los fermentos pútridos que vencerán en la lucha entre los dos grupos. Las bacterias butíricas (endoesporuladas, anaerobias estrictas) procedentes sobre todo de la tierra, transforman los azúcares en ácido butírico, ácido acético, anhídrido carbónico e hidrógeno. Por otra parte, pueden fermentar el ácido láctico inicialmente formado por los fermentos lácticos (dos moléculas de ácido láctico se transforman en una molécula de ácido butírico) con lo que disminuye la acidez del medio. Esto va acompañado, en los casos extremos, de una desaminación de aminoácidos con la formación de ácidos grasos más volátiles, así como de amoníaco, y posiblemente de una descarboxilación conducente a la formación de aminas y de dióxido de carbono.

Además de las bacterias butíricas pueden actuar también las bacterias de la putrefacción, pertenecientes a diversos grupos, pero de las cuales las más peligrosas se incluyen en el grupo denominado *Bacillus* que atacan a las proteínas degradándolas hasta amoníaco.

### **Formación de ácido láctico en la fermentación del ensilado: mecanismo**

El ácido láctico se produce durante la fermentación de forrajes verdes a partir de los hidratos de carbono presentes en el producto, y la reacción, "grosso modo", puede ser representada por las ecuaciones siguientes:

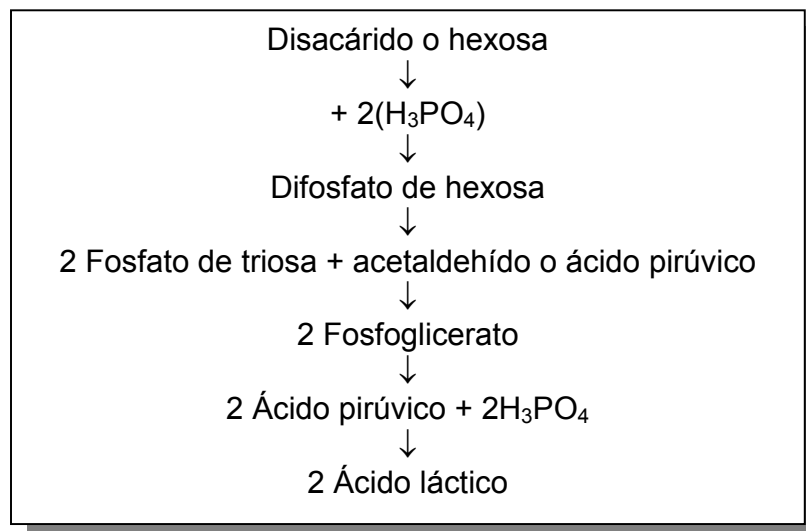


La simplificación excesiva de la reacción, tal como se ha presentado, se compensa en parte por el hecho de que, bajo ciertas condiciones, es posible producir ensilados de los cuales se desprende muy poco anhídrido carbónico en la etapa de máxima producción de ácido láctico. Sin embargo, las reacciones que deben tener lugar durante la formación del ácido a partir



del hidrato de carbono, no pueden ser descartadas simplemente por la aseveración de que los organismos que forman el ácido láctico contienen la enzima lactacidasas.

Es posible que el esquema que se da a continuación represente el modo de descomponerse los hidratos de carbono en las condiciones de respiración anaeróbica que prevalecen en el ensilado.



De lo que antecede, y del hecho de que en una fermentación satisfactoria puede llegar a formarse hasta un 8-9% de ácido láctico (calculado sobre el contenido de materia seca del forraje original), es evidente que deben estar presentes, a disposición de los organismos productores del ácido láctico, las cantidades debidas de hidratos de carbono fermentables.

### **Factores que influyen sobre la producción máxima de ácido láctico**

La producción máxima de ácido láctico en el ensilado dependerá de los factores siguientes:

a) Contenido de materia seca

Como la inhibición de las bacterias butíricas ocurre a pH bajos, en la medida en que el contenido de materia seca es mayor, con menor cantidad de carbohidratos solubles metabolizados se obtiene el valor de pH necesario para estabilizar el silo.

b) Capacidad tampon del pasto.

Consiste en la cantidad de equivalentes de ácido clorhídrico (CLH) necesarios para llevar el pH de la masa ensilada a 4,0; a medida que ésta es mayor, se precisa una mayor fermentación microbiana para lograr la estabilización del pH. Mientras la hierba se conserva, la capacidad tampon aumenta debido a la descarboxilación de las proteínas y liberación de  $\text{NH}_3$  por acción de las proteasas. Cada molécula de  $\text{NH}_3$  neutralizará una

molécula del ácido formado hasta que los H<sup>4</sup> liberados al medio permitan comenzar a disminuir el pH de la masa ensilada.

c) Contenido de proteínas en el material

El contenido de proteínas en el material ensilado está íntimamente relacionado con lo explicado anteriormente sobre la capacidad tampon del mismo. Como fue señalado anteriormente, el NH<sub>3</sub> producido en la degradación proteica provoca elevación del pH debido a la neutralización de los ácidos orgánicos ya formados, lo cual implica que en correspondencia con la proporción o no que tengan los aminoácidos en los forrajes se necesita mayor cantidad de carbohidratos solubles para estabilizar los ensilajes. Esto explica que las leguminosas tengan una mayor capacidad tampon que las gramíneas por poseer mayor contenido de compuestos nitrogenados y que por lo tanto sean más difíciles de conservar por ensilaje.

d) Velocidad a la cual se ponen a disposición de las bacterias los carbohidratos solubles

Los carbohidratos solubles no están asequibles a las bacterias hasta que no ocurre la plasmolisis; al producirse la evacuación de los jugos celulares, los carbohidratos solubles y otros nutrientes bañan las estructuras del forraje, iniciándose el desarrollo bacteriano. En la medida en que este proceso ocurre más rápido, proporcionalmente se acelera el proceso de conservación y menores serán las pérdidas de carbohidratos solubles por respiración.

e) Eficiencia de la fermentación

Depende del porcentaje de carbohidratos solubles que son transformados directamente en ácido láctico. Esto explica que las fermentaciones heterolácticas sean menos eficientes que las homolácticas (homofermentativas) debido a que no todos sus productos finales contribuyen a la disminución del pH, requiriéndose una mayor cantidad de carbohidratos solubles para estabilizar la masa ensilada. En los pastos tropicales predominan las fermentaciones de tipo acética sobre la láctica, por lo que se presentan, además de lo señalado, pérdidas de materia seca en forma de CO<sub>2</sub>; en cambio, en los pastos templados predomina la fermentación láctica, habiéndose establecido entre el 6 y 8% de carbohidratos solubles (considerándose el óptimo superior al 12%). Muchos pastos tropicales no llegan siquiera al mínimo. Las razones de este cambio no se han explicado aún satisfactoriamente; algunos investigadores han sugerido que la deficiencia de carbohidratos solubles es suplida por hidrólisis de los carbohidratos estructurales, ya que estos pueden ser utilizados por las bacterias acéticas, mientras que otros consideran una acción conjunta de la microflora epifítica y las altas temperaturas que existen en los países tropicales. Actualmente, en Cuba se realizan estudios para resolver este problema.

## Tipos de fermentaciones y bacterias que intervienen en el proceso del ensilaje

### Fermentación láctica

Las bacterias que intervienen en el proceso normal de esta fermentación pertenecen a la familia *Lactobacillaceae*; son bacilos o cocos Gram positivos (estreptococos) y fermentan los hidratos de carbono esenciales para su desarrollo dando ácido láctico y otros productos. En sus géneros se encuentran especies microaerófilas, anaerobias y facultativas.

La clasificación de las bacterias ácido lácticas en el ensilaje es la siguiente:

*Lactobacillus*: BACILOS DELGADOS, INMÓVILES, ANAEROBIOS O MICROAERÓFILOS, FERMENTAN LA GLUCOSA Y AZÚCARES SEMEJANTES, DANDO ÁCIDO LÁCTICO (HOMO-FERMENTACIÓN). SI ADEMÁS DAN COMO PRODUCTO FINAL OTRAS SUSTANCIAS, LA FERMENTACIÓN ES HETERO-FERMENTATIVA. HABITAN EN EL INTESTINO DE LOS LACTANTES, EN LA LECHE Y DERIVADOS, ASÍ COMO EN PRODUCTOS VEGETALES. NECESITAN VITAMINAS PARA SU CRECIMIENTO.

*Streptococcus*: GRUPOS HETEROGÉNEOS DE COCOS QUE FORMAN CADENAS DE LONGITUDES DESIGUALES. ALGUNOS POSEEN POLISACÁRIDOS CAPSULARES CON ESPECIFICIDAD DE ESPECIE QUE SIRVEN PARA CLASIFICARLOS EN VARIOS GRUPOS ANTIGÉNICOS. ALGUNAS ESPECIES SON AGENTES DE ENFERMEDADES DE LOS ANIMALES, EL HOMBRE Y LAS PLANTAS, FERMENTAN LA LECHE, ETC.

*Leuconostoc*: Son cocos esféricos que crecen en disoluciones que contienen hidratos de carbono (sacarosa en especial), produciendo un característico mucílago de polisacáridos, por ejemplo, *Leuconostoc mesenteroides*, que se encuentra en los ensilados.

Los productos de la fermentación láctica a partir de los carbohidratos son los siguientes (Tabla 7)

**Tabla 7. Productos de la fermentación láctica a partir de los carbohidratos**

Géneros	Ácido	Ácido	Alcohol	CO <sub>2</sub>
<i>Streptococcus</i>	86,0-90,0	3,5-7,0	0,7-1,5	2,0-5,8
<i>Streptobacillus</i>	67,0-88,0	3,8-7,0	1,0	1,0-6,0
<i>Betacoccus</i>	26,0-50,0	4,4-14,0	10,0-21,0	17,0-30,0
Betabacterias	35,0-37,0	10,0-16,0	12,0-15,0	25,0

Los estreptococos y estreptobacilos son homofermentativos y los betacocos y betabacterias heterofermentativas, es decir, producen otros ácidos.

La acidez del sustrato es importante (pH 4,2) para que cesen todos los procesos vitales y no se desarrollen las bacterias de la fermentación acética o butírica que conllevaría a la pérdida de gran parte de las proteínas y de los aminoácidos, así como del valor energético. En cambio, en la fermentación láctica estos nutrientes son aprovechados por las bacterias sin pérdidas importantes, ya que son más eficientes que los otros microorganismos en la acidificación del medio. Los valores de pH que resisten las bacterias ácido lácticas son los siguientes:

Homofermentativas (cocos)	4,0 – 4,4
Homofermentativas (bacterias)	3,7
Heterofermentativas (cocos)	4,2 – 4,4

La concentración de ácido láctico impide que las bacterias proteolíticas actúen sobre las proteínas, degradándolas; estas bacterias necesitan de un pH neutro o por encima de 5, lo cual no sucede en el ensilado con la acidez requerida.

Algunas bacterias ácido lácticas desdoblan las proteínas hasta aminoácidos, pero nunca hasta amoníaco. Las bacterias lácticas pueden asimilar sustancias orgánicas como aminoácidos, péptidos y polipéptidos, y sustancias inorgánicas como sales de amoníaco, siendo su propia acidez lo que impide que sigan desarrollándose.

### **Fermentación butírica**

Es una fermentación indeseable, efectuada por distintas bacterias, que perjudica la calidad del ensilado. Se presentan también como productos finales de esta fermentación los ácidos acéticos, propiónico, fórmico y algunos ácidos volátiles.

El pH óptimo es alcalino o superior a 5. Las bacterias butíricas pertenecen a la familia *Bacillaceae*, bacilos grandes, Gram positivos, a veces forman cadenas, endosporógenos, la mayoría móviles, anaerobios. Algunas especies son patógenas de los animales y el hombre. Otras son saprofitas. Algunos caracteres de los géneros de las familia *Bacillaceae* son los siguientes:

*Bacillus*: No intervienen el proceso del ensilaje (aerobios).

*Clostridium*: Patógenos de los animales y del hombre. Muchas especies producen potentes exotoxinas. Algunas especies son importantes como productores de intoxicaciones alimenticias, sobre todo en los alimentos en conserva. También se encuentran especies saprofitas. Industrialmente, algunas especies se emplean en la fabricación de alcohol butírico a partir de los hidratos de carbono. Las principales especies que intervienen en el ensilaje son:

- *Cl. botulinum*: Se encuentran en los vegetales en degradación y producen exotoxinas.
- *Cl. multifaciens*

- *Cl. fall*

### **Fermentación acética**

La fermentación acética se considera como un constituyente normal de un ensilado de buena calidad si se produce en cantidad relativamente pequeña. Es producida por las bacterias siguientes:

- *Acetobacter* (aerobio, por lo que no se presenta en los silos)
- Grupo coli-aerógenos
- Bacterias lácticas heterofermentativas

### **Principales grupos microbianos que actúan en las distintas fases del proceso del ensilaje**

Como se ha visto, el proceso de producción del ensilaje es complejo, estableciéndose un proceso dominado por la lucha entre especies microbianas útiles y perjudiciales. Los principales microorganismos que intervienen en dicho proceso pueden ser clasificados en dependencia de las distintas fases del ensilaje.

Los principales grupos microbianos en las distintas fases del ensilaje son:

a) Fase de acidificación.

Existen de  $10^7$  a  $10^{11}$  microorganismos por gramo. Los principales grupos son los siguientes:

- Aerobias estrictas
- Aerobias facultativas (grupo coli-aerógenos)
- Anaerobias (lácticas, butiricas y proteolíticas)

b). Fase de comienzo de la fermentación láctica.

- Bacterias lácticas verdaderas (1% del número total de bacterias):
  - *Lactobacillus*
  - *Streptococcus*
  - *Leuconostoc*
- Anaerobias
- Anaerobias facultativas

Durante la fermentación activa, cada gramo de forraje puede contener hasta dos mil millones de gérmenes y cada mililitro hasta  $4 \times 10^9$ . Si las condiciones internas del ensilado son satisfactorias, los microbios deben ser casi exclusivamente lactobacilos y estreptococos. Si no hay bastante carbohidratos y los microorganismos no pueden producir su concentración límite de hidrogeniones, habrá también otras especies.

c) Fase de fermentaciones nocivas.

- Bacterias butiricas (anaerobias estrictas, esporuladas)
- *Clostridium*
- Bacterias de la putrefacción (*Bacillus*)

### Otros métodos de ensilaje

#### Ensilado por acidificación directa (Método A.I.V.)

Este proceso de ensilado consiste en crear las condiciones necesarias de pH utilizando aditivos ácidos. A medida que se coloca en el silo, el forraje se rocía con una solución débil de ácido mineral. Los ácidos que se han usado más frecuentemente son el clorhídrico y el sulfúrico, diluido el doble de su concentración normal, y a razón de 55 a 73 l/t de forraje a ensilar. Este método es extraordinariamente eficaz cuando se realiza adecuadamente y en él la pérdida de material alimenticio es muy pequeña.

El método A.I.V. tiene en la práctica varias desventajas:

1. Los ácidos concentrados son peligrosos de manejar y la cantidad de estos a utilizar debe ajustarse cuidadosamente al contenido acuoso, al contenido proteico y a la acidez original de la cosecha.
2. Puede presentar la super acidificación, especialmente en el ensilaje de las capas inferiores.
3. El exceso de ácido puede ser lugar a graves diarreas en el ganado que, en el caso de las vacas lecheras, podrían ir acompañadas de una disminución de la producción láctea.

Para contrarrestar el exceso de acidez, basta con mezclar algunos kilogramos de caliza o yeso molidos por tonelada de ensilaje, antes de administrarlo.

Además de los fuertes ácidos minerales mencionados se ha utilizado otros: el ácido fosfórico y el ácido fórmico (orgánico). El tipo de ácido utilizado tiene poco efecto sobre la calidad del ensilaje producido, pero cuando se utilizan ácidos más débiles se necesitan mayores cantidades para llevar al pH al nivel óptimo.

### **Ensilado a bajas temperaturas**

Consiste en preparar el ensilaje sin permitir que la temperatura apenas se eleve. Esto se consigue llenando rápidamente los silos-zanjas o silos-torres, o bien depositando el forraje en una bolsa de polietileno y extrayendo el aire mediante una bomba de vacío. Este método tiende a suprimir las pérdidas ocurridas durante la oxidación completa de los carbohidratos (responsable de la producción de calor, en dióxido de carbono y agua).

El ensilaje a bajas temperaturas suele tener éxito en la práctica si se prepara con material ligeramente maduro, pero si se utiliza hierba tierna, rica en agua, los resultados son más inciertos. Cuando en este método se utilicen materiales ricos en proteínas deben añadirse melazas, puesto que es absolutamente esencial la presencia de carbohidratos rápidamente fermentables. El ensilaje bien preparado a bajas temperaturas es un producto más valioso que el preparado por los métodos ordinarios, ya que se reducen las pérdidas del valor nutritivo por efecto de las temperaturas altas.

### **Aditivos**

Los aditivos son sustancias que se añaden a los forrajes durante el ensilaje para mejorar las fermentaciones o para aumentar su valor nutritivo. Se clasifican según su acción en:

- a. Acidificantes
- b. Bacteriostáticos
- c. Promotores de las fermentaciones lácticas
- d. Otros

Se han hecho muchos intentos tratando de encontrar una posibilidad de conservar el ensilaje sin pérdidas mediante la incorporación de conservadores o antisépticos que eviten el crecimiento bacteriano y detengan los cambios debidos a la acción de las enzimas vegetales. Sin embargo, se han encontrado considerables dificultades prácticas (especialmente si la masa es compacta), para esterilizar un gran volumen de material, sobre todo relacionadas con las manipulaciones, la uniformidad de la aplicación y el costo. Como consecuencia, ninguno de los materiales probados en gran escala con este fin, ha sido capaz de conseguir la esterilización completa de la masa. También hay que tener presente que ciertos aditivos no permiten que la acidez final del ensilaje llegue a los niveles deseados, puesto que también las bacterias lácticas pueden ser parcialmente inhibidas.

Al disminuir la acción bacteriana total se reducen las pérdidas que ocurren normalmente. Sin embargo, al impedir que el pH caiga hasta el nivel necesario para que se instaure la fermentación láctica, y al no paralizar totalmente la acción de los agentes microbianos causantes de las fermentaciones anormales, aumentan las probabilidades que éstas tengan lugar.

Si bien se han obtenido buenos resultados con forrajes maduros en los forrajes jóvenes, ricos en proteínas, parece que se requieren concentraciones más elevadas. Además, con este tipo de material es mayor el riesgo de que tenga lugar una fermentación butírica.

a. Aditivos acidificantes.

Su función consiste en bajar el pH de la masa ensilada; su empleo es fundamental cuando la fermentación natural de los ensilajes no es capaz de bajar suficientemente el pH para lograr la estabilización del silo. También provocan inhibición de la respiración de los forrajes (coadyuvando a que ocurra la plasmolisis) y de la actividad enzimática de las proteínas.

El control que ejercen sobre las bacterias lo realizan mediante la acidez del medio, ya que no son tóxicos a las concentraciones empleadas, excepto el ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) que se ha reportado como específico para las bacterias heterolácticas.

Los aditivos acidificantes más utilizados son: ácido clorhídrico (HCL), ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), la mezcla de ambos (mezcla A.I.V), el ácido fosfórico y el preparado AAZ (ácido clorhídrico y sulfato de sodio).

Estos aditivos son relativamente baratos, obteniéndose como subproductos de la industria química; sin embargo, tienen los inconvenientes de: difícil manipulación, acción corrosiva y requieren cierta especialización técnica para su empleo. No obstante, existen equipos para su dosificación y medios de protección humana.

b. Aditivos bacteriostáticos.

Son útiles para controlar las fermentaciones que se producen durante la conservación y resultan tóxicos para las bacterias. Pueden ser:

- Generales, cuando actúan sobre todas las bacterias.
- Específicos, cuando ejercen su acción tóxica solamente sobre grupos en particular de bacterias.

Los más utilizados son, dentro de los generales, la formalina, el metabisulfito de sodio, el ácido salicílico y el ácido benzoico y dentro de los específicos: el ácido fórmico, el nitrito de sodio y el ácido propiónico —actúan sobre las bacterias esporuladas); el ácido acético y diversos antibióticos —penicilina, bacitracina, terramicina, fungicidas— que actúan sobre grupos específicos de bacterias, mohos y levaduras.

Es práctica común combinar estos aditivos para aprovechar las propiedades particulares de cada uno y asegurar ensilajes de calidad, por ejemplo, la mezcla de ácido fórmico y ácido propiónico, donde se combina la mayor acidez del primero y la inhibición superior sobre las bacterias esporuladas del segundo.

Los aditivos bacteriostáticos ácidos son más débiles que los aditivos acidificantes, por lo que, su acción corrosiva es mucho menor; además, es posible utilizar las sales de algunos de



ellos (benzoato de sodio, formiato de calcio), en sustitución de los ácidos originales con resultados semejantes).

La principal desventaja de estas sustancias radica en su costo, que no son subproductos directos de la industria química y que en los países no productores se pueden presentar dificultades para su adquisición.

c. Aditivos promotores de las fermentaciones lácticas.

Su función es ayudar el desarrollo y establecimiento de la flora acidoláctica de forma que se inhiba el resto de las fermentaciones desde los inicios del proceso, proporcionando las condiciones para ello. Los más utilizados son melazas de caña de azúcar y de remolacha, las cremas lácticas, el suero de leche y los granos de cereales.

Las melazas son fuente directa de carbohidratos solubles, siendo utilizados eficientemente en condiciones adecuadas de anaerobiosis y humedad, pero por el contrario, si estas condiciones son deficientes, pueden ser utilizadas por bacterias clostrídicas, provocando la destrucción del ensilaje. Las melazas tienen propiedades apelmazantes, ayudando al apisonamiento. Su mayor desventaja radica en la necesidad de esparcirla con agua, lo que puede repercutir negativamente en el ensilaje.

Las cremas lácticas son cultivos puros de cepas lácticas que pueden utilizarse para incrementar la flora láctica inicial de los forrajes en las primeras fases de la conservación, fundamentalmente *Lactobacillus plantarum*. Su utilización ha sido controvertida y parece que el éxito de la conservación está en función del forraje conservado. Los elevados costos de producción y la necesidad de instalaciones especiales para su obtención han limitado su empleo masivo.

El suero de leche, por ser un subproducto de la industria quesera y contener un por ciento de lactosa relativamente elevado (4,4%) promueve la utilización por algunas cepas de lactobacilos. Sin embargo, su bajo porcentaje de materia seca (2-3%) provoca un incremento en la humedad de los ensilajes, haciendo que en la actualidad sean destinados a la alimentación directa de otros animales (como los cerdos).

Las mejoras en las fermentaciones lácticas por el uso de granos de cereales no se han hecho evidentes hasta el presente. Los lactobacilos no son capaces de desdoblar el almidón y las dextrinas que contienen. Su mayor importancia radica en la elevación de la calidad de los ensilajes por incorporar elementos con altos contenidos energéticos y proteicos.

d. Otros.

Algunos autores plantean la conveniencia de añadir sal común al ensilaje; no obstante, parece que se obtienen los mismos resultados tanto si incluye en el forraje como si no se incluye. En las cantidades que ordinariamente se adiciona sal al ensilaje, ésta no estimula la actividad bacteriana ni actúa como antiséptico. Si se obtienen mejores resultados, probablemente se deban a que la sal, o el agua, si se añade disuelta – facilita la comprensión de la misma. En algunos casos está claramente demostrado que el único efecto

de la sal consiste en hacer más apetecible al ganado los forrajes, que sin la adición se considerarían de mala calidad. Debe indicarse que si se administra al ganado ensilaje salado, tiene que suprimirse la administración de las mezclas minerales que contienen sal, para que no se produzca la intoxicación salina.

Un aditivo muy difundido es la urea, cuyo principal objetivo es elevar el contenido de nitrógeno de los ensilajes. Sin embargo, su destrucción por las bacterias hasta amoníaco provocan una elevación del pH con las implicaciones que esto conlleva. Esto ha hecho reflexionar sobre la conveniencia de añadir este aditivo durante el proceso. Actualmente parece que lo más conveniente es después de confeccionado, en el momento de suministrar el alimento a los animales.

El aditivo no es el elemento mágico que transforma el pasto de mala calidad en un ensilaje de buena calidad. Lo que sí es inobjetable es que puede contribuir a mantener las propiedades de los ensilajes próximos a las del forraje inicial cuando son utilizados consecuentemente.

Desde el punto de vista técnico, las condiciones que debe reunir un aditivo ideal son:

- a. Costo relativamente barato.
- b. De fácil aplicación y suministro.
- c. Debe ser capaz de inhibir la proteólisis.
- d. Debe producir ensilajes con pocos ácidos orgánicos.
- e. Debe permitir que los ensilajes sean estables después de abiertos.

### **Problemas del ensilaje**

Los problemas del ensilaje, en cuanto se refiere a la técnica propiamente dicha, y suponiendo que se seleccionó una cosecha adecuada para el ensilado, se observan claramente. Estos problemas son:

1. El control de las pérdidas ocasionadas por la respiración celular en la fase 1.
2. El estímulo de la producción de ácido en la fase 3, así como evitar que se produzcan los acontecimientos que tienen lugar en la fase 5.

En la solución del primero de estos problemas, la respuesta consiste, evidentemente, en interrumpir el proceso de respiración celular, y esto puede ser conseguido en parte mecánicamente, o también de un modo más completo, aunque también solamente parcial, mediante la adición de ácidos minerales, como en el proceso A.I.V.

En lo que se refiere al procedimiento mecánico, una comprensión adecuada del producto fresco por capas, según se va cargando el silo, tenderá a producir la interrupción de la

respiración aerobia. No obstante, ha sido demostrado que, aunque la compresión de la cosecha es importante, no existe correlación, más allá de ciertos límites, entre la calidad del ensilado y el grado de compresión.

En la etapa de carga del silo es cuando hay que dar los pasos necesarios para resolver el segundo problema, es decir, fomentar una fermentación láctica satisfactoria. También en este caso el procedimiento puede ser directo o indirecto. Si la cosecha está acuchillada, o por lo menos machacada, particularmente si es rica en proteínas, se comprimirá mejor y los jugos celulares se liberarán, quedando a disposición de los bacilos lácticos. Si bien esto tiene la ventaja de hacer más disponibles los hidratos de carbono y otras sustancias nutritivas, por ejemplo, aminoácidos y vitaminas, también resultan más fácilmente disponibles para las necesidades del metabolismo de los microorganismos. Si no se ha recurrido al acuchillado, debe fomentarse el empleo de melazas con los materiales ricos en proteínas. En cualquiera de los dos casos, la razón para la adopción del procedimiento es la misma.

El problema puede ser abordado también indirectamente mediante la adición de ácidos minerales, pero aquí hay que tener también en cuenta que la fermentación láctica no se inhibe de modo completo, aunque se reprimen otras fermentaciones indeseables.

Otra posibilidad consiste en la inoculación de cultivos puros de bacterias lácticas a un forraje a ensilar, lo cual ha dado buenos resultados en la práctica. En Cuba, éste método sólo se ha practicado experimentalmente.

### **Pérdidas en el ensilaje**

En el proceso de fabricación del ensilado, las pérdidas pueden dividirse en dos clases; las inevitables y las que podrían ser evitadas. Las primeras son del mayor interés desde el punto de vista del investigador, pero las últimas representan la preocupación real del hombre de campo. La diferenciación entre estas dos clases de pérdidas no es completamente rígida en la práctica, ya que algunas de las pérdidas se consideran evitables por los partidarios de una u otra técnica de preparación del ensilado. Sin embargo, resulta evidente que si el ensilado se lleva a cabo sin productos de adición y en buenas condiciones en una torre o en una fosa, existen dos fuentes clarísimas de pérdidas: la primera, por el drenaje o efluente, y la segunda, como resultado de las transformaciones químicas o bioquímicas que se producen en la masa ensilada. Lo anterior está resumido en la Fig. 4.

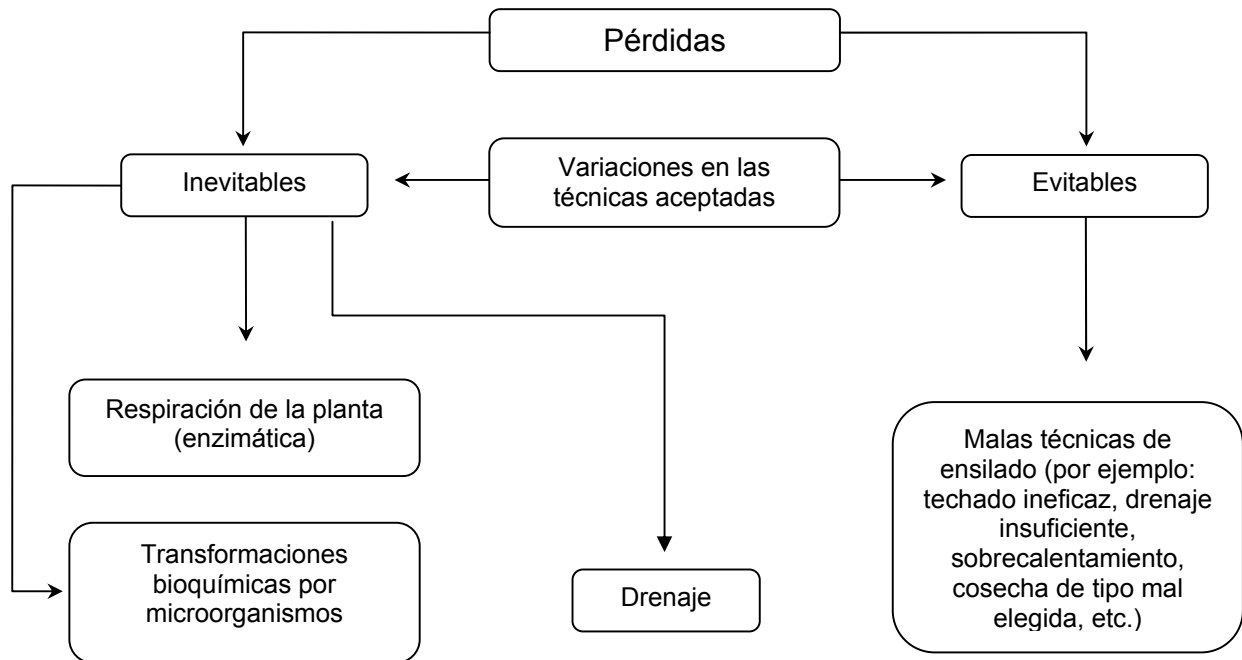


Fig. 4. Pérdidas en el ensilaje

En la Tabla 8 se expone un ejemplo de las pérdidas que se producen en el ensilaje cuando aumenta la fermentación butírica.

**Tabla 8. Pérdidas en el ensilaje por influencia de la fermentación butírica**

Contenido de materia seca	pH	Contenido de: (%)			Pérdidas en el % de materia seca
		Ácido láctico	Ácido acético	Ácido butírico	
14,4	4,95	0,90	0,71	0,18	14,9
17,6	4,50	1,50	0,40	0,03	14,4
31,4	4,20	2,87	0,90	0,00	3,3

Se puede observar que la pérdida menor (3,3%) se produce donde no hay fermentación butílica (0%) y la fermentación láctica es de 2,87% y el pH 4,2. Las pérdidas evitables por una mala técnica en la preparación del ensilaje pueden dar cifras de un 60% de la materia prima.

### **Factores que afectan el valor nutritivo del ensilaje**

El ensilaje es un alimento cuyo valor nutritivo es semejante al de las cosechas de que procede. No obstante, su calidad varía grandemente de acuerdo a la forma y momento en que se prepara y con el tipo y estado del material de que está compuesto.

En nuestras condiciones actuales de producción de ensilaje, los aspectos más importantes que deben tenerse en cuenta para lograr un ensilaje de buena calidad son los siguientes:

- a. Cortar el forraje en el momento óptimo.
- b. Efectuar un troceado correcto ( $\leq 2$  cm).
- c. Humedad Inicial del material ensilado. En los silos se produce un drenaje natural que arrastra nutrientes solubles y que dependerá de los cambios químicos que tienen lugar en el interior de la masa, la naturaleza de la cosecha ensilada y el grado de producción de materia sólida. Todo esto estará influenciado por el grado inicial de humedad del forraje.
- d. Tapado del silo debido a que la lluvia permitirá una pérdida mayor por drenaje de los nutrientes solubles.
- e. Las características de las plantas forrajeras.

### **Factores que afectan la calidad del ensilaje**

La calidad del ensilaje depende de:

1. Las características del material a conservar.
2. La tecnología que se utilice en la conservación.

Estos dos aspectos están relacionados entre sí, pues un material con buenas condiciones para el ensilaje puede destruirse por una mala tecnología; por el contrario, la mejor tecnología no permite incrementar el valor original del forraje.

### **Características del material a conservar**

Las bacterias que se desarrollan e intervienen en el proceso del ensilaje tienen como sustratos nutritivos principales aquellos que aportan al forraje. Estos son: carbohidratos solubles, compuestos nitrogenados y carbohidratos estructurales.

Cada uno de estos sustratos estará determinado, cualitativamente y cuantitativamente por los siguientes factores:

- La especie de pasto.

Vol. VII, Nº 10, Octubre/2006 –  
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101006.html>

- La fertilización nitrogenada.
- La edad del rebrote.
- La época del año.
- a. La especie de pasto.

Las dos principales familias de pastos utilizados para el ensilaje son las gramíneas y las leguminosas. Las gramíneas se utilizan más extensamente debido a las características generales siguientes:

- Mayor facilidad de propagación y establecimiento.
- Poseen características bioquímicas más favorables para las fermentaciones microbianas (mayor contenido de carbohidratos solubles y menos carbohidratos estructurales); además, los contenidos en proteínas son menores, lo que permite alcanzar un pH óptimo más fácilmente (debido a que los productos de degradación de las proteínas aumentan el pH y pueden neutralizar el efecto de los ácidos orgánicos de las fermentaciones) (ver: Capacidad tampon de los pastos).

Otro aspecto que debe considerarse son las diferencias en nutrientes que existen entre las especies, influyendo además el clima (por ejemplo, las especies templadas poseen un valor nutritivo más elevado que las tropicales), lo cual influye tanto en la calidad del ensilaje como en los patrones de fermentación en la conservación.

La suposición de que puede obtenerse un buen producto a partir de cualquier cosecha ensilándola, siguiendo técnicas no comprobadas, ha conducido a los mayores fallos en el ensilado. A pesar de que el material pobre sólo puede producir un ensilaje igualmente pobre, existen muchos alimentos verdes que conviene ensilarlos en lugar de henificarlos.

- b. La fertilización nitrogenada.

En suelos no carenciales de otros elementos nutritivos, la fertilización nitrogenada es el factor más directamente relacionado con la producción forrajera y con el resto de los componentes de las plantas. Así se tiene que el incremento inducido por la fertilización en la velocidad de crecimiento de la planta hace que la concentración de carbohidratos disminuya, y por el contrario aumenten los carbohidratos estructurales y el contenido de nitrógeno proteico, no proteico y solubles, aspectos que no favorecen la conservación en la calidad fermentativa aunque sí en cantidad y calidad del material ensilado.

- c. La edad del rebrote.

El momento óptimo del corte constituye un factor determinante en la calidad de los forrajes. En la medida en que la edad de la planta aumenta, los carbohidratos solubles disminuyen y aumentan los estructurales, disminuyendo su valor nutritivo. Por otra parte, en una planta demasiado tierna los rendimientos son pobres por su mayor contenido acuoso. En general en

los pastos tropicales se ha señalado como momento óptimo de corte de 45 a 60 días para las especies de pastoreo y de 70 a 80 días para las de corte.

d. La época del año.

Como ya fue explicada, la conservación de los forrajes como ensilaje se realiza durante la primavera, cuando se producen excedentes en los pastos. Sin embargo, precisamente en esta época del año concurren ciertas circunstancias que disminuyen el valor nutritivo de los pastos y por tanto la calidad del material ensilado, y que son:

- Muchas especies presentan floración y con la misma disminución brusca de los carbohidratos solubles.
- La intensidad luminosa y radiación solar también disminuyen los carbohidratos solubles al acelerar la velocidad de crecimiento de las plantas.

Como se puede deducir de todo lo que hasta aquí se ha planteado, la concentración de los carbohidratos solubles constituyen la principal preocupación para la conservación mediante el ensilaje. Sin embargo, en la práctica no es fácil determinar cuál debe ser la concentración óptima de éstos para lograr una conservación adecuada, o lo que es lo mismo, que concentración de carbohidratos solubles precisan las bacterias para disminuir el pH a valores tan bajos que confieran la estabilidad del ensilado (ver Factores que influyen sobre la producción máxima de ácido láctico).

### **Características tecnológicas**

#### 1. Ubicación del silo

- ♦ Topografía. Se debe elegir un lugar alto, con buen drenaje superficial e interno, elevándose más el centro que los costados (de 25 a 30 cm). Se orientará en la dirección norte sur o este-oeste, ubicándose en la dirección de la pendiente. Se construirán zanjas de drenaje alrededor para evitar que el agua se encharque cerca de él. Se ha demostrado lo conveniente que resulta rellenar el plato con recoso.
- ♦ Distancia. El silo se ubicará a 3 ó 4 km como máximo del área de corte de los forrajes. Cuando la distancia sea mayor se deben disponer más equipos de tiro para evitar que los equipos de corte se paralicen. Lo ideal es que el silo quede equidistante entre la vaquería y el área de corte.

#### 2. Tipos de silos. Los silos son los depósitos que se utilizan para el forraje con el fin de preservarlo en forma de ensilado. Pueden ser de distintas formas y dimensiones:

- ♦ Silos torres. Este tipo de silo es bastante costoso y actualmente no se adapta a nuestras condiciones de producción. Son ventajosos, ya que ocurren pocas pérdidas y no existe peligro de que se moje el material; además se puede mecanizar la producción del ensilaje y su extracción mediante un tornillo sinfín en su base que distribuya el alimento hasta los comederos.

- ♦ Silos al vacío. Es el tipo de silo perfecto en cuanto a pérdidas se refiere, aunque es costoso. No se adapta a nuestras condiciones de producción.
- ♦ Silos trincheras. Es más costoso que los silos superficiales, aunque las pérdidas son menores que en éstos. Consisten en una zanja en el suelo de 60 a 180 cm de profundidad y de una anchura múltiple de la trocha del tractor para facilitar el apisonamiento. Las paredes deben estar inclinadas hacia dentro para facilitar la comprensión del forraje.
- ♦ Silos tipo Bunker. Se construyen sobre la superficie del suelo, pueden ser de hormigón, tablas, etcétera, siguiendo los mismos principios que en el caso de los silos tipo trinchera. Aunque tienen menos pérdidas que los silos túmulos, no son muy utilizados por su costo y lo trabajoso de su construcción.
- ♦ Silos túmulos (superficiales). Este tipo es el que más se adapta a nuestras condiciones, siendo el más extendido en el país. A pesar de tener pérdidas mayores que otros tipos de silos, el proceso de fabricación es menos costoso y más rápido. Se han ensayado distintos tipos de silos aéreos:
  - a. Rectangular de bordes rectos.
  - b. Rectangular de bordes suavizados.
  - c. Curvos.

Según estudios realizados en Cuba, el silo que mejores resultados ha dado es el superficial rectangular de bordes suavizados, ya que admite el apisonamiento en todas direcciones, con lo que se reducen las pérdidas al lograrse una mayor compactación. Las pérdidas en los distintos tipos de silos son las siguientes:

Tipo de silo	Pérdidas (%)
Tipo Bunker	22,0
Superficial de bordes suavizados	24,5
Superficial de bordes rectos	31,7

3. Dimensiones del silo. El silo debe tener como mínimo una capacidad de 300 t, la capacidad óptima es de 800-1 200 t con una relación largo x ancho de 2:1 (Tabla 9).



**Tabla 9. Medidas superficiales de los silos y su relación con las pérdidas (m)**

Capacidad (t/forraje verde)	Largo	ancho	Altura máxima	Pérdidas (%)
300	33	16	1,80	19
800	46	23	2,30	13
1 000	50	25	2,45	13
1 200	52	27	2,60	12

4. Características de la hierba a ensilar y altura del corte. Los pastos que se van a ensilar se deben cortar en el momento óptimo, que es cuando tienen el máximo de elementos nutritivos digestibles, y además, los carbohidratos solubles están en su concentración máxima; estos carbohidratos solubles son de vital importancia para lograr un ensilado de calidad, ya que constituyen el medio de cultivo en el cual se multiplican y proliferan los organismos lácticos. El momento óptimo de corte para ensilar se determina cuando la planta comienza a encañar o también cuando las hojas inferiores comienzan a tornarse amarillas. Para producir un ensilaje rico en proteína deberán utilizarse cosechas ricas en proteína, cortadas jóvenes. A continuación se enumeran algunas de las principales especies forrajeras de Cuba y su momento óptimo de corte:

Especie	Días
King grass	45-60
Napier	45-60
Millo	45-60
Maíz con mazorca (granos lechosos)	80-90
Maíz con terciopelo	80-90
Pangola	45-50

5. Altura del corte. La altura de corte debe ser entre 1 y 15 cm, dependiendo del tipo de planta.
6. Prehenificación u oreado. La desecación parcial de las cosechas, dejándolas en el campo durante unas horas, evita que los forrajes verdes adquieran en el silo demasiada compactación. La utilidad del oreado, desde luego, es máxima en el caso de la hierba tierna y succulenta. Las posibilidades de que ocurran fermentaciones anormales son mínimas cuando el grado de humedad de los forrajes es del orden del 70 al 75%. Otra ventaja de la prehenificación consiste en que los forrajes verdes sometidos a este tratamiento producen menos jugos durante el ensilado. Siempre que sea posible debe evitarse la producción de jugos, ya que contienen sustancias alimenticias solubles de gran valor. Cuando se trata de hierba madura el oreado puede ser perjudicial, pues en este caso el problema consiste en lo contrario, favorecer la consolidación del material.

Como es lógico, en tales circunstancias el oreado lo único que hace es agravar la situación.

7. Troceado de los forrajes. El troceado es una operación fundamental para lograr un ensilado de calidad ya que cuando los trozos son grandes el prensado es deficiente y puede quedar aire dentro del material; además, cuando los trozos son grandes hay menos superficie de contacto con los bacilos lácticos. Mientras más pequeño sea el troceado, la maceración mecánica es mayor, destruyéndose muchas células y la respiración es poca, ocurriendo menos pérdidas de nutrientes. El tamaño óptimo debe ser de 2 a 2,5 cm, aunque en la práctica es difícil lograrlo.
8. Laceración. Una modificación del troceado del material consiste en la laceración. El material sometido a este tratamiento puede disponerse en el silo con tanta facilidad como si estuviese troceado, y además tiene la ventaja de que la fermentación ocurre más rápidamente. La mayor parte de las bacterias son incapaces de atacar a las células vegetales vivas, y normalmente las únicas células que se utilizan inicialmente son aquellas que han muerto o están heridas; el resto de material va quedando a disposición de las bacterias a medida que las células mueren. La laceración del material permite que quede inmediatamente disponible para la fermentación bacteriana una proporción de material mucho mayor, y por lo tanto la producción de ácido tiene lugar más rápidamente.
9. Llenado del silo. El silo debe trabajarse en dos bandas para que no se interrumpa el proceso; de esta forma, cuando se riega forraje y miel en una banda se puede apisonar en la otra y viceversa.

El proceso es el siguiente: el forraje se descarga mecánicamente con estobos, disponiéndose en capas de 20 a 30 cm de espesor, se riega la miel y se procede al prensado con el tractor. No se debe dejar acumular más de dos capas sin apisonar, ya que la operación sería deficiente. La miel debe regarse alternadamente, o sea, cuando se abre la llave en una cabeza en la otra capa debe abrirse la llave de la cabeza contraria, lográndose así una mayor uniformidad en su aplicación. La hierba puede regarse manual o mecánicamente con un rastrillo (Foto 4) emplazado en un tractor. Cuando se riega mecánicamente hay un ahorro considerable de mano de obra. El llenado debe ser continuo, y cuando por cualquier razón (lluvia, roturas de equipos, etc.) se interrumpe se debe continuar el proceso de apisonamiento. El llenado del silo no debe durar más de 20 días.



Foto 4. Modelo de rastrillo

10. Adición de miel. La miel se utiliza fundamentalmente para aumentar los carbohidratos solubles en el silo, ya que éste es el nutriente principal que necesitan las bacterias lácticas para multiplicarse; además favorece el prensado e impide que la masa se ahueque y por consiguiente se mantenga la uniformidad del contenido. La miel mejora la palatabilidad del ensilaje, para los animales. En Cuba actualmente no se utiliza adicionar miel a los ensilados de gramíneas, pues éstas poseen los suficientes carbohidratos solubles siempre que la cosecha se realice en el momento óptimo y el troceado sea adecuado, medida que ha reportado grandes beneficios económicos al país. En los ensilados de leguminosas es necesaria la adición de miel utilizándose ésta en dependencia de la relación nitrógeno-carbohidratos existente. Por otra parte, la miel resulta de gran utilidad para el tapado del silo, utilizándose generalmente a razón de un galón de miel por cada tonelada de forraje, diluyéndose previamente en agua (75 partes de miel y 25 de agua) para facilitar su distribución.
11. Prensado. Es una labor clave en el proceso de fabricación del ensilado, ya que si el prensado es deficiente quedará aire acumulado dentro del material ensilado y continúa la respiración, aumentando las pérdidas de los azúcares solubles. Además, si hay aire en el silo, pueden desarrollarse los microorganismos aerobios que atacan la materia seca, disminuyéndola. De todo esto se deriva la importancia que tiene un buen prensado para lograr un silo de calidad. Una vez terminado el silo se procede a apisonarlo durante unas 30 a 72 horas.

El tiempo de apisonamiento durante el proceso del ensilado y durante el tapado se muestra a continuación:

	Durante el proceso	Durante el tapado
Plantas estoloníferas	8-10 m/t	4 m/t
Plantas erectas	6-8 m/t	4 m/t

12. Tapado. Una vez llenado y apisonado el silo, debe taparse para evitar que penetre la lluvia y se produzcan pérdidas por lixiviación y enmohecimiento. El silo puede taparse con hierba, tierra, miel y polietileno.

El tapado más eficiente consiste en adicionar miel del tape y apisonar. Se coloca tela de polietileno y encima de ésta se riega hierba para evitar que el viento y la lluvia la deterioren. El silo se debe cercar para evitar que los animales lo dañen, así como es conveniente aplicar productos rodenticidas para evitar que los roedores deterioren la tela.

13. Apertura del silo. El silo puede abrirse para su consumo a los 45 días después de su fabricación, procurando empezar por los más viejos. El silo se debe abrir por el extremo opuesto a los vientos reinantes y el corte debe ser lo más recto posible de arriba hacia abajo. El extremo abierto debe taparse para evitar la desecación del material.

### **Máquinas empleadas en la fabricación de ensilaje**

El ensilaje es una producción casi totalmente mecanizada; por lo tanto, su éxito económico estará en dependencia de la productividad de las máquinas de corte y tiro y de las coordinaciones necesarias en el lugar del silo, todo esto influenciado por los aspectos tecnológicos que conllevan a un producto de alta calidad.

Una vez definido el tipo de silo que se utilizará, es necesario entrar en los detalles del sistema de máquinas que se emplearán en la siega de los forrajes, su transporte, confección y en el proceso de producción del ensilado así como en su extracción. Los equipos más importantes en todo este proceso son los siguientes:

#### 1) Máquinas de corte o silocosechadoras.

- a) De corte sencillo. Poseen un grupo de cuchillas montadas sobre un rotor, cortando el forraje, por impacto; éste es impulsado por un alimentador hasta la torre y de ésta a la carreta. Su capacidad de trabajo es baja, el troceado generalmente largo (mayor de 6 cm), tienen el inconveniente de aspirar tierra con las desventajas que ello implica. Su mayor ventaja radica en que son rústicas y fuertes (Foto 5).



*Foto 5. Silocosechadora de corte sencillo*

#### b) De doble corte

- ◆ Por impacto. Cortar el forraje como los anteriores, pero en vez de enviarlo directamente a la torre el tambor repicador lacera y trocea nuevamente el forraje. Estas máquinas adolecen de tener poca capacidad de corte.
- ◆ Corte combinado por cizalla e impacto. Constituyen las máquinas más modernas y las de mayor tendencia actual. Poseen la ventaja de proteger el rebrote del pasto por producir un corte más radical, siendo su capacidad de corte elevado.

#### 2) Carretas y remolques. De estos equipos de transporte existe una amplia gama: de volteo lateral, hacia atrás, mediante toberas o sistemas sinfín. Su capacidad oscila entre 8 y 15 m<sup>3</sup> y el peso del forraje que pueden transportar varía con la naturaleza, densidad,

tamaño del troceado y el contenido de materia seca del mismo. Estos equipos son propulsados por tractores (Foto 6).



Foto 6. Carreta o remolque

- 3) Equipos de apisonamiento. Pueden ser tractores de goma o esteras, siendo los primeros los más utilizados por su diseminación; sin embargo, los más efectivos son los de esteras, debido a su mayor peso y más bajos de alzada, lo que coadyuva a una mejor distribución de la masa ensilada. Para los tractores de goma se recomienda invertir los pares de los neumáticos para aumentar la fricción y facilitar el apisonamiento, además de llenarle el interior con agua para aumentar el peso.
- 4) Equipos para distribución de aditivos y conservantes. Los aditivos pueden adicionarse de dos formas:
  - a) Directamente en el momento del corte en la silocosechadora.
  - b) Por capas, durante la deposición del forraje en el silo, lo cual estará en dependencia de las características del aditivo y del nivel tecnológico.

Los sistemas que añaden los aditivos en el momento del corte son equipos que trabajan, en la mayoría de los casos, con el sistema impulsor de los elementos del corte, o de forma autónoma mediante un motor auxiliar. Permiten una buena distribución del aditivo y por tanto una mejor eficiencia del mismo. Generalmente son costosos e implican una mejor organización durante el corte.

La forma más sencilla y económica de introducir un conservante es por capas en el momento del proceso. Presenta el inconveniente de la poca homogeneidad con que se distribuye. En el caso de la miel, por su viscosidad, constituye hasta el presente la única forma de adiclarla.

Para los aditivos líquidos como el ácido fórmico, mezcla A.I.V. ácido propiónico, etc. pueden utilizarse fumigadoras, y para los sólidos como el ácido benzoico, ácido salicílico y nitrito de sodio, asperjadoras.

5) Equipos para la extracción del ensilaje. La extracción del ensilaje puede ser:

- a) Manual. Es extremadamente engorrosa, la productividad por hombre es baja (aproximadamente 1 t/h), lo cual resulta insuficiente cuando se trate de vaquerías de producción.
- b) Mecanizado. La productividad es elevada (20-25 t/h), pero se requiere prestar atención esmerada en la eliminación de las partes inconsumibles por el animal (parte superior y partes en contacto con el piso y paredes del silo) para evitar que al mezclarse con las partes adecuadamente conservadas provoque el rechazo total del alimento por parte del animal.

En Cuba, la extracción mecanizada se realiza con alzadoras de caña adaptadas a este trabajo o mediante palas mecánicas dentadas montadas sobre un tractor. El mayor inconveniente de estos equipos reside en que provocan una reentrada de aire importante debido a la promoción que realiza en la masa ensilada. Existen otras máquinas mejor adaptadas donde la extracción del ensilaje se realiza mediante cuchillas acopladas a un rotor, las cuales cortan verticalmente el ensilaje y lo envían mediante un sistema elevador hasta el remolque o carreta. Algunos de estos implementos son capaces de retroceder el ensilaje. Su funcionamiento puede ser acoplado con un tractor o con electricidad. Sólo son rentables en silos de gran capacidad, pues son capaces de extraer de 25-30 t/h.

La fabricación de un silo es una labor compleja donde, como se ha visto, intervienen muchos factores. El acoplamiento entre la máquina de corte con las de tiro del forraje hacia el silo, constituye el punto clave al resto de las operaciones que se deben ejecutar al ensilaje. Estos factores se han esquematizado de la forma siguiente:

$T_1$ : tiempo de llenado del remolque en el campo.

$T_2$ : tiempo de ida y vuelta al silo.

$T_3$ : tiempo de inmovilización del remolque en el silo.

Mientras  $t_2 + t_3$  no sean menores de  $t_1$ , los remolques utilizados son suficientes, si son superiores, se requiere, al menos, otro remolque.

El tiempo  $t_1$  está condicionado por la capacidad de corte de la silo-cosechadora utilizada, la cual depende también del rendimiento del área forrajera y de la capacidad de carga de las carretas. El tiempo  $t_2$  lo está por la distancia entre el área forrajera y el lugar de ubicación del silo, recomendándose que la distancia no sea mayor de 4 km. El tiempo  $t_3$  dependerá del sistema de descarga del remolque, la mano de obra que se disponga, si se añade algún conservante o aditivo o no, la distribución y compactación que se logra en el silo y la pericia de los operadores, razones por las cuales sobre este tiempo se encuentran los principales problemas de organización.

### Control de la producción y calidad del ensilado

Se determinan:

1. Masa verde: la masa verde cortada diariamente es controlada por peso si existen posibilidades. Se controla por volumen una vez medido el volumen de las carretas y remolques mediante la aplicación de índices por cultivo (Tablas 10 y 11).

**Tabla 10. Peso por volumen del forraje troceado en carretas sin apisonamiento**

Tipo de forraje	Peso (tm/m <sup>3</sup> )
Napier, millo, maíz y similares	0,20
Pangola, guinea, bermuda	0,18
Pasto natural	0,15

**Tabla 11. Peso por volumen del forraje troceado y apisonado según el tiempo transcurrido**

Tipo de forraje	Tiempo después del apisonamiento		
	1 hora	1 día	Más de 7 días
▪ Silos menores de 1,5 m de altura			
Napier, millo, maíz	0,65	0,75	0,80
Pangola, guinea, bermuda	0,55	0,65	0,75
Pasto natural	0,50	0,60	0,70
▪ Silos mayores de 1,5 m de altura			
Napier, millo, maíz	0,65	0,80	0,85
Pangola, guinea, bermuda	0,55	0,75	0,80
Pasto natural	0,50	0,70	0,75

2. Determinación de las pérdidas superficiales. Para determinar las pérdidas superficiales se toman la altura, largo y ancho promedios en metros, determinándose el volumen que se multiplica por un factor; el producto resultante es el volumen neto. Si al volumen total del silo se le resta el volumen neto, la diferencia representa las pérdidas que se expresan en por ciento.
3. Control de la temperatura. El control de la temperatura es de gran utilidad para tener una idea de la eficacia del prensado, ya que cuando ésta es elevada se debe a la

presencia de aire que es utilizado en la respiración microbiana con el consecuente desprendimiento de calor. La temperatura nunca debe exceder de 42°C, debiéndose controlar diariamente en las capas que se van elaborando; si la temperatura es superior se detiene el llenado y se apisona nuevamente. La temperatura se mide con un termómetro que es introducido en cinco orificios hechos con una cabilla sobre las dos diagonales del silo a una profundidad de 50 cm, promediándose los resultados.

- Control del pH. Puede hacerse mediante papel de tornasol e empleando soluciones colorantes indicadoras. Ambos métodos son prácticos, pueden realizarse en el mismo silo y dan una idea aproximada, sobre todo el último (ver: Evaluación de la calidad del ensilaje en condiciones de producción).
- Determinación de la calidad. Este parámetro se halla en Cuba en el mes de noviembre. La calidad del ensilaje se determina mediante valoraciones de producción (económicas) y a nivel de laboratorio. La evaluación de la calidad del ensilado se puede hacer en la misma granja y se realiza sobre la apreciación del pH, olor y color, valorando cada índice según una escala de puntos cuya suma determina la calidad del material ensilado.

#### **Evaluación de la calidad del ensilaje en condiciones de producción**

Para evaluar la calidad del silo en condiciones de producción se determinan:

- Magnitud del pH. Se toman 50 g de ensilado que se coloca en una probeta graduada con tapa esmerilada. Se agrega agua destilada en c.s.p. 500 mL, y se agita vigorosamente, dejando en reposo durante 15 min. Luego se filtra con papel. A 2 mL del filtrado se colocan en una tasa de porcelana y se agregan 2 ó 3 gotas de indicador universal; se evalúa el pH según el color que toma el líquido filtrado. Los resultados se califican según la siguiente escala:

Color	pH	Puntos
Rojo	4,2 y menos	5
Rojo anaranjado	4,2-4,6	4
Naranja	4,6-5,1	3
Amarillo	5,1-6,1	2
Amarillo-verdoso	6,1-6,4	1
Verde	6,4-7,1	0

La determinación del pH puede hacerse mediante el mismo procedimiento utilizando papel indicador, aunque los resultados son menos exactos. En el laboratorio puede seguirse el mismo procedimiento para preparar el filtrado, pero midiendo el mismo con un potenciómetro o pH metro, lo que da resultados exactos.



2. Olor. El olor que presenta el silo puede ser diverso. Para su evaluación se tiene en cuenta la siguiente escala:

Olor	PUNTOS
Aromático, a frutas, con olor levemente ácido	4
Con olor débilmente aromático, a ácido acético, a pepino	3
Con olor a ácido acético penetrante, con olor ácido butírico	2-1
Con olor rancio, a estiércol, un fuerte olor a ácido butírico	0

3. Color. El color y su evaluación pueden variar según se expone a continuación:

COLOR	Puntos
Verdoso, amarillo	3
Carmelita o amarillo-carmelitoso	2
Negro, verde-negro	1-0

4. Evaluación final. Para obtener la evaluación final se consideran los resultados obtenidos en las determinaciones anteriores (pH, olor y color) y se establecen las categorías siguientes:

Evaluación final	Puntos
Muy bueno	11-12 puntos
Bueno	9-10
Mediana calidad	7-8
Malo	4-6
Inservible	3

La valoración más objetiva de la calidad del silo se determina en el laboratorio sobre la base de la concentración de ácidos láctico, acético y butírico, nitrógeno total, albúminas, amidas, grasas, fibra bruta, carbohidratos, minerales, vitaminas y aminoácidos. Para esto se toman muestras entre 5 y 9 puntos con una barrera que se envían al laboratorio y cuyos resultados permiten apreciar cómo ha sido el proceso de fabricación. A continuación se muestran las características que reúne un ensilado de buena calidad:

pH	de 3,5 a 4,0
Temperatura a 50 cm de profundidad	de 30 a 45°C
Materia seca	30%

Ácido láctico (peso fresco)	3%
Ácido acético	0,5%
Ácido butírico	0,3%
Relación N amoniacal/N total	10
Olor agradable (a frutas, débilmente ácido)	
Color verde claro (no debe llegar al pardo oscuro)	
Tejidos firmes	

## **VI. PRINCIPALES ESPECIES PRATENSES Y FORRAJERAS QUE SE EXPLOTAN EN CUBA**

Los pastos y forrajes que se conservan en Cuba están en correspondencia con el área que ocupan en las empresas ganaderas. Las especies de pastoreo más extendidas son, en orden decreciente; la pangola, la bermuda cruzada No.1 y la hierba de guinea. Entre las especies forrajeras: el king grass, el sorgo común, la hierba elefante o napier y el maíz. A continuación se muestran brevemente las principales características de las mismas en cuanto a su conservación como ensilaje, heno o ambos.

### **Pangola común (*Digitaria decumbens*)**

Presenta una buena respuesta a la fertilización en la época de lluvia, no así en la seca, decayendo sus rendimientos considerablemente. Este comportamiento hace que sea un pasto potencialmente adecuado para su conservación.

La pangola es fácil de conservar como ensilaje, proporcionando un producto de calidad y bien aceptado por los animales, siempre que se conserve a edades entre 6 y 7 semanas de rebrote y la fertilización no pase de los 60 kg/N/ha/corte. Su contenido en materia seca oscila entre 25 y 28%, lo cual puede considerarse como adecuado para ensilar.

### **Bermuda cruzada No.1 (*Cynodon dactylon*) Coast cross No.1)**

La rapidez de establecimiento, su rendimiento casi equilibrado anual (40% en seca con riego y fertilización), con altos rendimientos anuales (entre 17 y 23 t/h/año), con producciones de leche que oscilan entre 8 y 13 kg/leche/vaca/día, han conducido a que este pasto se difunda rápidamente en las empresas ganaderas. Sin embargo, por presentar un por ciento elevado de materia seca aún a edades tempranas (28-30% materia seca a las 6-7 semanas de rebrote), los ensilajes confeccionados con esta especie tienen tendencia a ser de baja calidad, siendo un pasto difícil de conservar. Algunos investigadores le atribuyen una alta capacidad tamponadora.

### **Hierba de guinea (*Panicum maximun*)**

Este pasto, aunque no es oriundo de Cuba, se encuentra extendido en forma natural en todo el país, principalmente en Camagüey y el norte de las provincias orientales. La variedad más difundida es la común de Cuba, aunque ya se han introducido y sembrado otras, como la Likoni de mejores características agrotécnicas. Su producción puede sobrepasar las 20 t/año con buenas cualidades para la conservación (porte erecto, contenido de materia seca entre 26 y 30% y buena respuesta a la fertilización).

### **King grass (*P. purpureum* x *P. thyphoides*)**

Este híbrido ha sustituido casi totalmente a las otras plantas forrajeras que tradicionalmente se utilizaban en Cuba. Sus altos rendimientos (hasta 25 t/ha/año), adaptabilidad a diferentes suelos, buena respuesta al riego y la fertilización aún en la época de seca, hacen de esta planta una buena opción para las empresas ganaderas.

La mayor desventaja para su ensilado radica en su bajo contenido de materia seca, que no sobrepasa el 16% (y a edades jóvenes, 6-7 semanas, el 12%). Por esta razón, los ensilajes que se confeccionan con este forraje deben tener un buen drenaje, pues los volúmenes de efluentes son grandes, que de permanecer retenidos en el suelo, provocan grandes pérdidas del material y una fermentación deficiente.

### **Sorgo común o Millo forrajero (*Sorghum bicolor*)**

El sorgo común tiene algunas ventajas sobre otras plantas forrajeras, que lo hacen de amplia utilización; el hecho de que pueda sembrarse por semilla botánica permite la mecanización, disminuyendo considerablemente los costos de establecimiento. Como su ciclo de vida es anual, resulta un forraje adecuado para el intercalamiento, tanto durante el establecimiento de pastos perennes como en áreas segregadas. Los mayores rendimientos se obtienen en los tres primeros cortes, decayendo mayormente a partir de este y su mayor inconveniente radica en su bajo contenido de materia seca.

### **Hierba napier o elefante (*Pennisetum purpureum*)**

La hierba elefante ha sido considerada como planta forrajera por excelencia para la fabricación de ensilaje por su alta producción en la época de lluvia. Sin embargo, su débil crecimiento en la estación seca ha conducido a que sea sustituida por otras especies.

### **Maíz (*Zea mays*)**

El uso del maíz para la fabricación de ensilaje se ha incrementado en Cuba mediante dos vías fundamentales: como subproducto de la cosecha sembrada para consumo de la población y como intercalamiento con otros pastos. En el primer caso el material conservado es de baja calidad por encontrarse ya la planta vieja y habersele quitado las mazorcas. Sin embargo, en el otro caso, cuando se realiza la cosecha en el momento en que el maíz se encuentra en estado pastoso, se obtienen ensilajes de excelente calidad, tanto desde los puntos de vista fermentativo como del valor nutritivo.

Cuando el maíz se cultiva en condiciones favorables produce por hectárea una cantidad de ensilaje mucho mayor que cualquier otra cosecha cultivable. Para ensilar el maíz no es necesario la adición de melazas porque es esencialmente un alimento rico en carbohidratos. Debido al grosor de los tallos, el troceado es esencial para lograr colocarlo convenientemente en el silo. El ensilaje de maíz debe considerarse fundamentalmente como alimento de mantenimiento.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Barnett AJG. Fermentación del ensilado. Madrid: Editorial Aguilar. 1957.
2. Bretigniere L. Ensilado de los forrajes verdes. Madrid: Editorial Aguilar. 1962.
3. Brizuea Maria A. Microbiología del ensilaje. Producción Bovina Sostenible. 1998. Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA). Cuba.
4. Duthil J. Producción de forrajes. 2<sup>da</sup> ed. Madrid: Editorial Mundi-Prensa. 1971.
5. Esperance M, Ojeda F. Conservación de forrajes. Rev. Pastos y Forrajes. 1997; 20(1):45-71.
6. Franco R. Preservación de forrajes. Producción Bovina Sostenible. 1998. Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA). Cuba.
7. Havard-Duclos B. Las plantas forrajeras tropicales. 1<sup>ra</sup> reimpresión. Barcelona: Editorial Blume. 1975.
8. Juscafresca B. Forrajes, fertilizantes y valor nutritivo. Barcelona: Editorial Aedos. 1974.
9. Mayea S, Díaz P, Silveira EA. Manipulación y conservación de la producción agropecuaria. C. de La Habana: Editorial Pueblo y Educación. 1990.
10. Moore I. Ensilado y henificación. Zaragoza: Editorial Acribia. 1969.
11. NRAG 390. Norma ramal. Pastos y Forrajes. Ensilaje sin preservar. Elaboración y Extracción. Ministerio de la Agricultura. C. Habana. Cuba. 1988.
12. NRAG 391. Norma ramal. Pastos y Forrajes. Heno. Elaboración. Transporte y Almacenamiento. Ministerio de la Agricultura. C. Habana. Cuba. 1988.
13. NRAG 559. Norma ramal. Alimentos de consumo animal. Forraje, Pastos, Heno y Ensilaje. Muestreo. Ministerio de la Agricultura. C. Habana. Cuba. 1982.
14. Ojeda F, Cáceres O, Esperance M. Conservación de forrajes. . C. de La Habana: Ed. Pueblo y Educación 1991.
15. Ojeda F, Cáceres O, Esperance M. Conservación de pastos y forrajes. C. de La Habana: Dpto. de Textos y Materiales Didácticos. Ministerio de Educación Superior. 1983.
16. Ojeda F, Jácome Isabel. Efecto de la fertilización nitrogenada en la calidad fermentativa de los ensilajes. Rev Pastos y Forrajes 1993; 16(2):187.
17. Ojeda F, Luis Lissette, Ruz F. Evaluación de tres ensilajes para la producción de leche. Rev Pastos y Forrajes 1993; 16(1):81.
18. Paneque G. Comunicación personal. Facultad de Ciencia Animal. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Villa Clara. Cuba. 1986.
19. Recuperación de pastizales. Vías y estrategias para Cuba. Taller 35 Aniversario del Instituto de Ciencia Animal (ICA). San José de las Lajas. La Habana. Cuba. 2000.
20. Reseña descriptiva de la Bermuda cruzada en Cuba. Universidad de La Habana. Instituto de Ciencia Animal (ICA). San José de las Lajas. La Habana. Cuba. 1974.

21. Reseña descriptiva del Pasto Estrella mejorado en Cuba. Universidad de La Habana. Instituto de Ciencia Animal (ICA). San José de las Lajas. La Habana. Cuba. 1976.
22. Silveira EA. Complementos de Microbiología Pecuaria. Santa Clara: Secc. de Publicaciones Docentes. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Villa Clara. Cuba. 1984.
23. Silveira EA. Prácticas de Microbiología Pecuaria. Facultad de Ciencia Animal. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Santa Clara. Cuba. 1984.
24. Voisin A. Dinámica de los pastos. Madrid: Ed. Tecnos SA. 1962.
25. Voisin A. Influencia del suelo sobre el animal a través de la planta. La Habana: E.P.U.H. Imprenta de la Universidad de La Habana. 1964.
26. Voisin A. Suelo, hierba y cáncer. Madrid: Ed. Tecnos SA. 1962.
27. Wilkins RJ. Conservación de forrajes. Zaragoza: Editorial Acribia. 1972.
28. Comité Estatal de Normalización. NC 92-19:78. Control de la calidad. Muestreo de sólidos. La Habana. 1978.
29. Instituto de Medicina Veterinaria (IMV). Ministerio de la Agricultura. Manual de procedimientos para muestras de laboratorio. No. 1. 54 p. Ciudad de La Habana. 1984.
30. Silveira EA. Complementos de Microbiología Pecuaria. Dpto. Publicaciones Docentes de la Dirección Docente Metodológica. Universidad Central de Las Villas. Santa Clara. 1984.
31. Silveira EA. Prácticas de Microbiología Pecuaria. Facultad de Ciencia Animal. Universidad Central de Las Villas. Santa Clara. 1984.
32. Ministerio de la Agricultura. Norma ramal 559. Alimentos de consumo animal. Forraje, Pastos, Heno y Ensilaje. Muestreo. La Habana. 1982.
33. Silveira, E.A. Obtención, conservación y expedición de muestras para las investigaciones de laboratorio, Centro de Bioactivos Químicos. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. 1995. Santa Clara. Cuba. Inédito.

Trabajo recibido el 30/08/2006, nº de referencia [110606\\_RED VET](#). Enviado por la Comisión de Villa Clara. Publicado en [Revista Electrónica de Veterinaria REDVET®](#), ISSN 1695-7504 el 01/11/06.

[Veterinaria.org®](#) - [Comunidad Virtual Veterinaria.org®](#) - Veterinaria Organización S.L.®

Se autoriza la difusión y reenvío de esta publicación electrónica en su totalidad o parcialmente, siempre que se cite la fuente, enlace con Veterinaria.org – <http://www.veterinaria.org/> y [REDVET®](#) <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y se cumplan los requisitos indicados en [Copyright](#) 1996 -2006