



**Universidad Nacional Autónoma de México**  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

**MANUAL DE SILOS Y ENSILADOS EN  
ZONA TROPICAL**

**TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA  
PRESENTA  
HECTOR SEGURA MEDINA  
Asesor: M. V. Z. Teodomiro Romero Andrade**



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## RESUMEN .

SEGURA MEDINA HECTOR. "Manual de Silos y Ensilados en Zona Tropical"

ASESOR: M.V.Z. Teodomiro Romero Andrade.

En virtud de la importancia que tiene la conservación de forrajes durante la época de lluvias para la época de escasez, se realizó este trabajo que tiene la intención de ser una guía práctica para la elaboración de ensilados en las zonas tropicales húmedas y secas del país. La importancia que adquiere conservar forraje es vital para la prosperidad de la ganadería tropical, pues es bien sabido la gran cantidad de forraje que se pierde por no ser consumido, aunado a las pérdidas de peso que se registran en la "época mala".

Se realizó primeramente una introducción para situar el uso y desarrollo de los ensilados a nivel mundial y nacional, el siguiente tema consistió en conocer los diversos tipos de silos, y seleccionar los más convenientes para las zonas tropicales, requisitos para su ubicación, así como aprender a calcular el tamaño de un silo para alimentar una cantidad determinada de animales. En el tema III se describe como se lleva a cabo el proceso del ensilaje, cuales son los forrajes propicios de ensilar en dicha zona, las características que debe reunir un ensilaje, así como los parámetros reproductivos de los forrajes tropicales ensilados. El tema IV trata sobre cuales son los métodos utilizados para cosechar el forraje ensilado y el V sobre el uso de los aditivos.

## INDICE .

	Pág.
I. INTRODUCCION.	
1. - Aspectos Históricos sobre la evolución de los silos y ensilados.	1
II. EL SILO.	
1. - Clasificación de los silos de utilización práctica en el trópico y ventajas y desventajas de cada uno de ellos.	12
2. - Requisitos principales para que un silo sea adecuado.	22
3. - Especificaciones para la construcción de cada tipo de silo.	24
4. - Calculos del silo para alimentar una cantidad determinada de animales.	39
III. TIPOS DE ENSILAJE.	
1. - El proceso del <b>ensilaje</b> .	48
2. - Forrajes propicios de ensilar en la zona tropical.	67

	Pág.
3. - Caracterfsticas de un buen ensilaje.	81
4. - Parámetros de producción de los ensilajes.	91
IV. METODOS PARA COSECHAR EL FORRAJE ENSILADO.	117
V. AGREGADO DE ADITIVOS.	120
GLOSARIO	132
BIBLIOGRAFIA	135

## " MANUAL DE SILOS Y ENSILADOS EN ZONA TROPICAL".

### TEMA I. INTRODUCCION.

#### 1. - Aspectos Históricos sobre la evolución de los silos y ensilados.

Uno de los más importantes problemas a los que se enfrenta el ganadero, ha sido la conservación del forraje verde, succulento sin que pierda grandes -- cantidades de su valor nutritivo. (5, 15, 20, 49)

Debido a ésto, se estudió la posibilidad de un método que permitiera resolver este problema, al que se denominó ensilaje, nombrándosele ensilado al producto resultante y al depósito en que se coloca el material se denomina silo. (34)

La técnica del ensilaje se conoce ya desde mucho tiempo. Parece haberse practicado sobre todo en la región mediterránea, en el antiguo Egipto y en Cartago. (41) Asimismo Colón comprobó que los indios almacenaban sus granos en hoyos o fosos (20); sin embargo, la primera referencia firme y documentada que se tiene noticia data del año 1842, y la descripción corresponde al sistema de zanjas llenas de pastos verdes. (57)

La siguiente etapa corresponde a la popularización del proceso que se debió a Goffart y al Bizconde de Chezelles en Francia, a fines del siglo pasado,

en aquella época el ensilaje se preparaba en fozas o zanjas especialmente construidas (57); y fue a tal grado su importancia que algunos países duplicaron su producción en sólo un año y por consiguiente su capacidad de almacenamiento. (50)

La práctica del ensilaje llegó también a América y en los Estados Unidos se desarrolló de manera espectacular por haberse introducido el maíz como cosecha de elección para ensilar, se uso con ventaja el silo-torre, el maíz se picaba previamente y luego se llenaba con ayuda de una cortadora cargadora. - (57)

En la Gran Bretaña, la siguiente fase aparecida a principios del presente siglo, se orienta hacia la modificación de las practicas seguidas en América del Norte, para este fin se construyeron grandes silos-torres, concentrándose la atención en las llamadas mezclas del ensilaje, construidas con uno o más cereales junto con leguminosas como las habas, habichuelas y guisantes. (57)

En 1930-1940 se estimuló el interés por el ensilaje de las gramíneas y leguminosas mediante artículos publicados en las revistas agrícolas más leídas en Europa. (31)

Este interés fue tomando mayor ímpetu entre 1935 y 1950 por las siguientes razones:

1. - El valor que tienen las cosechas de gramíneas y leguminosas como fuente principal de energía, vitaminas y elementos minerales para el ganado.

2. - El hecho de que se puede perder una gran parte de estos valores al henificar estas cosechas de gramíneas y leguminosas bajo condiciones climatológicas desfavorables.
3. - Los datos sobre el uso de preservativos principalmente melazas dados a conocer en Nueva Zelanda.
4. - El establecimiento del método basado en el premarchitamiento.
5. - El establecimiento de la siega directa y de cosechas que recoge el forraje en el campo, evitando el trabajo manual. (31)

Así, la preparación de ensilados ha experimentado un extraordinario impulso en los últimos treinta años en los países más tecnificados. Desafortunadamente no se ha encontrado información cuantificada sobre el uso de forraje conservado (heno y ensilado) en las áreas tropicales, reduciéndose esto fundamentalmente a las explotaciones especializadas de ganado lechero (5, 7, 14, 15, 17, - 27). Ver Cuadro No. 1.1

En los países de la faja tropical del mundo, la demanda de alimentos está en constante aumento debido principalmente al crecimiento poblacional. Esta demanda se trata de satisfacer a través de la importación de alimentos, tanto para consumo humano como para la alimentación animal, lo que genera cuantiosas fugas de divisas, contribuyendo al déficit en la balanza de pagos de muchos países. Para contrarrestar estas tendencias es de suma urgencia aumentar la producción animal a partir de los propios recursos de los países tropicales (15)(56), por lo que resulta muy importante contar con alimentos disponibles - para épocas en las que el forraje se encuentra escaso. (56)

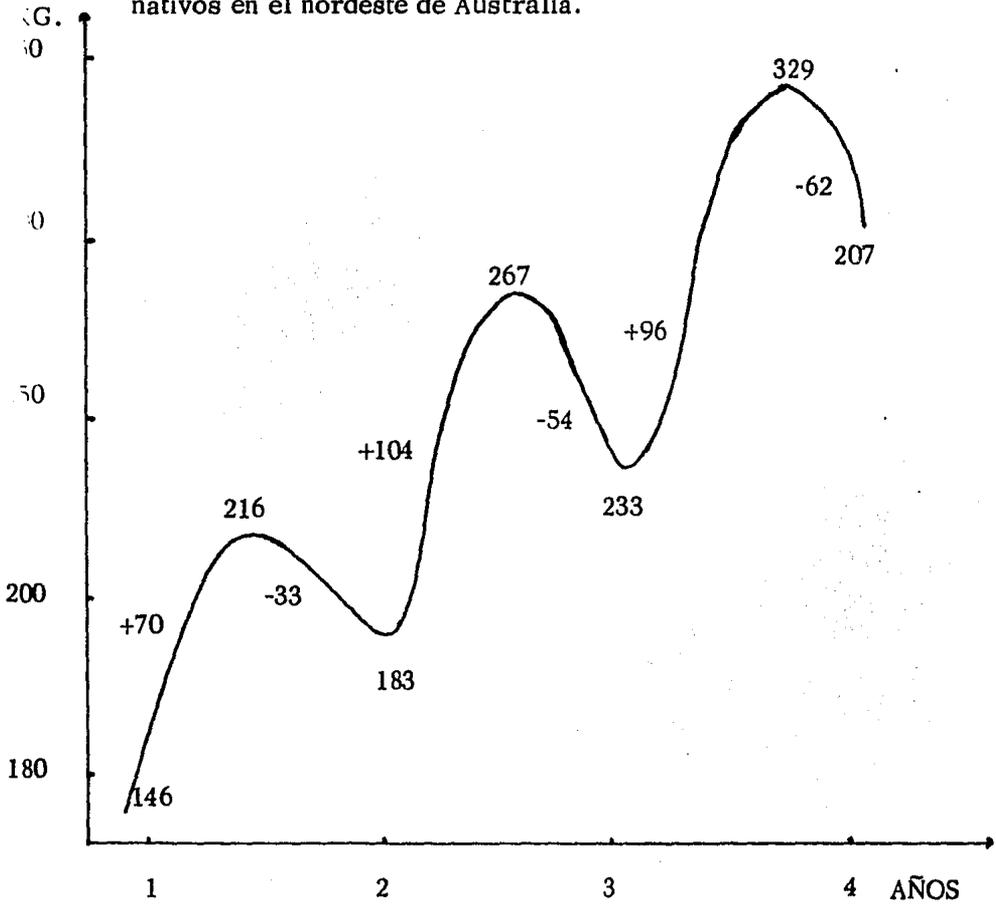
## EFECTO DE LA EPOCA DE SEQUIA, SOBRE EL PESO DE LOS ANIMALES EN SABANAS TROPICALES

L U G A R	Carga animal/ha	Mesas de sequía al año N <sup>o</sup> m.	Pérdida de peso en la sequía como porcentaje de aumento anual	Pérdida de referencia peso (Kg/animal)
Sambia, sabana de desagüe				
Hyparrhenia filipendula Hete	0,31	7	--	2 Smith, 1966
ropogon contortus Setarla -	0,63		6	9
sphacelata, Cynodon dacty -	1,25		12	18
lon, Eragros tis spp.				
Queensland, Australiac <sup>c</sup>				
Heteropogon contortus	0,25	8	53	32 Alexander, 1968
Heteropogon triticeus, Themeda australis, Both- riochloa Intermedia.	0,41		68	53
Camarigua, Meta, Colombia				
Trachypogon vestitus,	0,20	4		21 CIAT, 1972
Leptocoryphium lanatum	0,35			25 ICA, 1972
Axonopus Pulcher, Andropo- gon spp.	0,50		80	33

Las razones por las que se hace necesaria la conservación de los forrajes son:

- Explosión demográfica mundial y particularmente en las zonas tropicales donde se encuentran las mayores tasas de natalidad, asociado con un aumento desproporcionadamente menor en la producción de alimentos tanto para el hombre como para los animales. (15,27,42)
- Con excepción de algunas zonas cercanas al Ecuador donde la precipitación es regular durante todo el año, en la mayoría de las áreas tropicales las lluvias son erráticas y se concentran en ciertos meses del año. Esto afecta la disponibilidad de la producción animal, llegando a descender hasta un 80% - lo que provoca en nuestro país que el ganado sea vendido en otras regiones como es el Altiplano. (5,14,15) Ver Cuadro No. 1.2.
- En el caso de los rumiantes, estos aprovechan la parte aérea de las plantas que se utilizan como cereales para el hombre como por ejemplo el maíz, ya sea en forma de rastrojo o de ensilaje, evitando la competencia con el hombre por los mismos productos. (5,18,22,43)
- Las variaciones en las precipitaciones, provocan cambios en la cantidad y calidad de los pastos. Debido a que la reserva de pastizales o su conservación en forma de heno o ensilaje y el uso de riego son prácticas muy poco difundidas en las regiones ganaderas del trópico; estas fluctuaciones de la precipitación, dependientes de la duración de la época seca, se reflejan también en cambios de peso vivo y crecimiento compensatorio en las épocas de lluvia. Con estos cambios extremos se logra que los bovinos alcancen el peso de sacrificio en el mejor de los casos entre 3.5 y 5 años. (14,15,27,-38) Ver figura No. 1.2.

ra (I. 2). Cambios estacionales de peso vivo en ganado pastando pastos  
nativos en el nordeste de Australia.



El pastoreo, el ensilaje y la henuficación constituyen los tres métodos comunes de utilizar los forrajes. El pastoreo es el más económico, pero tiene un caracter estacional. En la primavera y verano, las plantas forrajeras, crecen de ordinario muy rápido como para poder ser aprovechadas por el pastoreo normal, y en el invierno permanecen en estado latente. (20)

La henuficación es el proceso de deshidratación de los forrajes, para su posterior utilización, pero en el proceso hay pérdidas por respiración, filtración y de foliación.

El ensilaje permite que los forrajes se conserven por mucho tiempo sin que pierdan grandes cantidades de elementos nutritivos, ni se deshidraten, desperdicien o se formen productos tóxicos. El ensilaje es un procedimiento de conservación y no de transformación. El producto final depende unicamente de la materia ensilada, y la técnica empleada es la que mayor influencia tiene sobre la calidad del producto. (13,16)

Por definición , ensilaje es el alimento para animales resultante de la preservación anaeróbica de forrajes o residuos forrajeros por acidificación (14,20,25,43).

En la planta esto equivale a poner la planta "en conserva" al amparo del aire (51). Dentro de éstos se cuenta con varios Tipos de silos como: el de torre, harvestorn-bunker, trinchera, almear, silo sobre tierra y --

el horno forrajero (38). Siendo los que se ha visto que mejor resultado dan en el trópico el de trinchera y el horno forrajero. (5,7,34)

Las principales tendencias actuales en la preparación de ensilajes representan un retorno a los principios fundamentales de la fermentación del ensilaje y de la apropiada suplementación del mismo para conseguir el máximo aprovechamiento económico. Después de la Segunda Guerra Mundial, la producción de ensilaje en los Estados Unidos y en otros países ricos, quedó absorbida por la revolución de la "mecanización" registrada en 1950-1969. Desgraciadamente estas tendencias hicieron que muchos países en desarrollo como los de la franja tropical llegaran a la conclusión de que el ensilaje resultaba demasiado caro para ellos, o bien trataron de copiar los sistemas de producción de ensilaje utilizados en los Estados Unidos con un desperdicio evidente de valiosos fondos para el desarrollo. (13)

Generalmente es más fácil obtener un buen ensilaje que un buen heno. El ensilaje es menos tributario de las condiciones atmosféricas en el momento de la cosecha, por lo que las pérdidas son más reducidas que las causadas por la recolección del heno; el ensilaje tiene mayor valor alimentario. (51)

En nuestro país no se ha extendido mucho esta práctica por falta de recursos económicos, por el desconocimiento de la misma técnica por parte de los ganaderos y por falta de difusión a través de la asistencia técnica con que cuenta el país (50). Esta problemática sugiere que en los países como México con sequías de 3 a 7 meses al año sea indispensable crear nuevos métodos de

conservación de forrajes. (34)

Es importante contemplar las alternativas de producción de carne y leche en zona tropical con el empleo de ensilados, pues México cuenta en su territorio con una vasta extensión de zonas tropicales, en las cuales es aconsejable -- conservar parte de su producción forrajera con la finalidad de proveer a los animales durante los períodos de escasez, como en la temporada invernal y la época seca. (10)

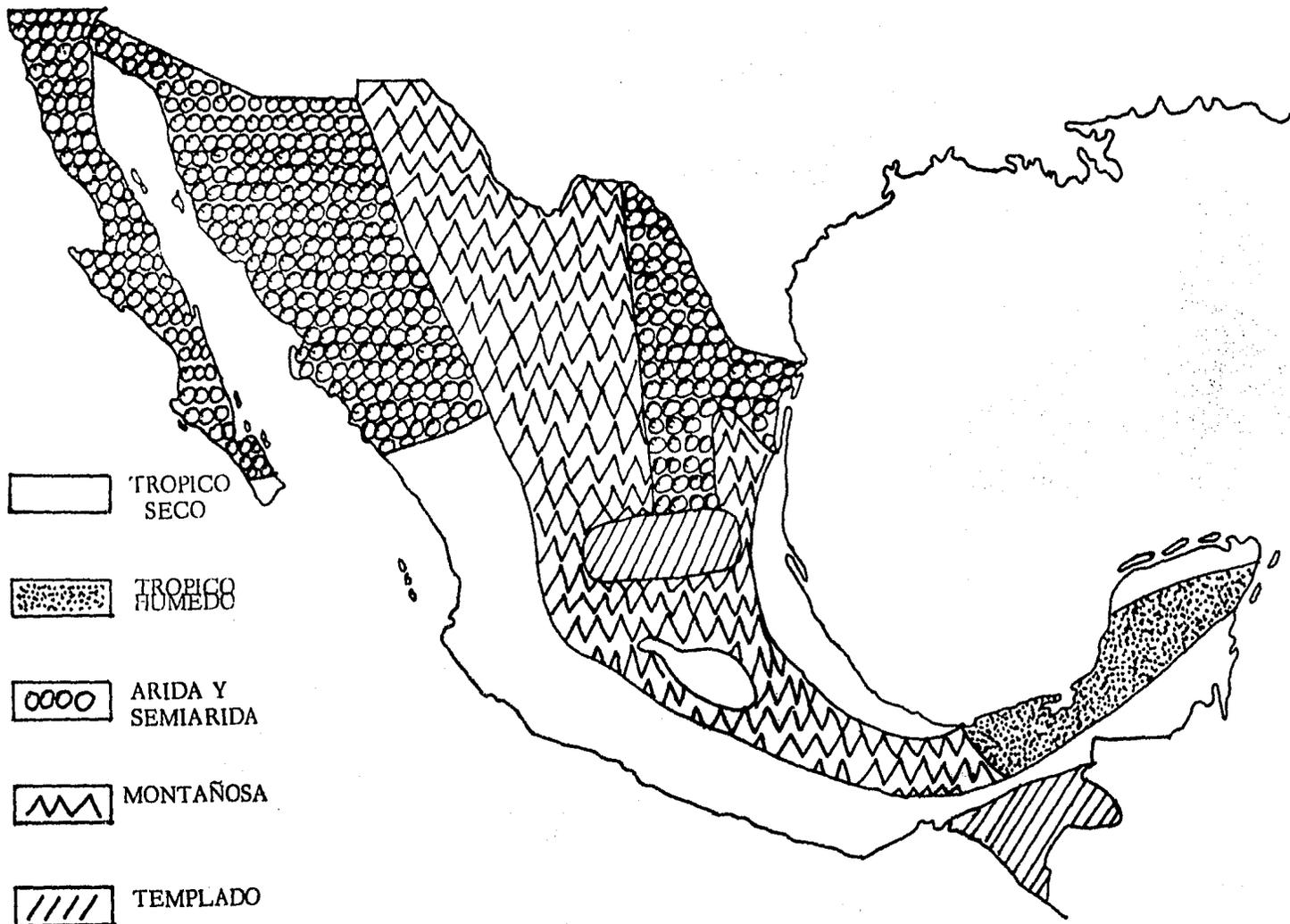
En la República Mexicana existen en conjunto cinco grandes zonas con características similares cada una de ellas en clima, vegetación, altura sobre el nivel del mar y tipos de ganado que en general determinan los diferentes sistemas de producción, cuyas variaciones ideales dependen en general de los tipos de suelos, estas regiones son:

A. Arida y semiárida	40%	702,017 km <sup>2</sup>
B. Templada	10%	189,278 km <sup>2</sup>
C. Tropical húmeda	13%	260,363 km <sup>2</sup>
D. Tropical seca	12%	228,062 km <sup>2</sup>
E. Montañosa	25%	490,589 km <sup>2</sup>

(2) Alba de M.J. Panorama Actual de la Ganadería Mexicana FIRA, 1974. Ver Mapa I.3

En las zonas tropicales secas o húmedas de México, poco o nada se utiliza el ensilaje. En el área de influencia del CIEEGT no se encontró ningún productor

que utilizara silo, según encuestas realizadas en los años de 1980 y 1981 (Ver -- Boletín Informativo 1980 y 1981). Mientras que en el centro Experimental Pecuario "Paso del Toro" SARH, después de veinte años en que se hizo un silo de demostración para los productores sólo había 5 silos que funcionaban (Comunicación Personal Dr. Román Ponce y Dr. T. Romero).



TROPICO SECO

TROPICO HUMEDO

ARIDA Y SEMIARIDA

MONTAÑOSA

TEMPLADO

## 2. - Justificación.

La producción de forraje es de carácter estacional. En algunas épocas del año hay gran excedente de forrajes; en otras en cambio, la producción es muy reducida y suele haber notable escases. Tradicionalmente estas deficiencias se cubren con heno.

Generalmente es más fácil obtener un buen ensilaje que un buen heno. El ensilaje es menos tributario de las condiciones atmosféricas en el momento de la cosecha, por lo que las pérdidas son más reducidas que las causadas por la recolección del heno, además cuando los cultivos se ensilan en el momento justo, el ensilaje tiene mayor valor alimenticio. (51)

En la época de lluvias, el forraje es abundante y de buena calidad, el ganado aumenta de peso, engorda, no así en época de sequía cuando el mismo forraje es escaso.

## TEMA II. EL SILO.

### Capítulo 1. - Clasificación de los Silos de Utilización Práctica en el Trópico y Ventajas y Desventajas de cada uno de ellos.

Se entiende por silo todo aquel depósito ya sea subterráneo o bien aéreo donde se guardan forrajes para fermentarlos y conservarlos.

El silo es una construcción muy útil que nos permite almacenar forrajes verdes (cereales, zacates, leguminosas, verduras) cuando contienen abundantes principios nutritivos para conservarlos en buen estado para proporcionarlos a los animales en épocas de sequía, escasez o carestía de forrajes para mantener de este modo un nivel de producción (39).

El silo únicamente desempeña tres funciones en el proceso de ensilado:

1. - Ofrecer una superficie sólida que permita la compactación de la masa para eliminar el aire.
2. - Proteger los materiales ensilados contra el aire y el agua durante el periodo de almacenamiento.
3. - Facilitar la extracción del ensilado sirviendo de base para el equipo de descarga. (13, 45)

## A. Clasificación de los silos.

Los silos de acuerdo a sus características de construcción los vamos a dividir en: (45)

- a) Aéreos.
- b) Semisubterráneos.
- c) Subterráneos.

### a) Silos Aéreos:

1. - Silo Torre.
2. - Silo Almear.
3. - Silo Pastel.
4. - Silo Aereo al vacio.

### b) Silos Semisubterráneos:

1. - Silo sobre tierra o Cuba. Este término se aplica comunmente a aquellos casos en los cuales la mayoría de la cosecha sobresale por arriba del suelo, sobre todo tratándose de una excavación profunda. (45)

### c) Silos Subterráneos:

Los silos subterráneos son depósitos cavados en la tierra a una profundidad máxima de 2.50 m. La tierra excarvada se usa para extender la profundidad del silo por encima del terreno. (35) De este tipo tenemos los siguientes silos:

1. - Silo Pozo.
2. - Silo de Trinchera subterráneo.
3. - Horno Forrajero.

## B. Descripción de los Silos.

A continuación se describirán cada uno de los silos que tienen importancia y utilidad en nuestro medio rural y de manera especial aquellos que son más recomendables en la zona tropical; así como las ventajas y desventajas de los mismos.

### a. 1 SILO TORRE O AEREO.

Se caracteriza por tener forma cilíndrica, que resiste bien la presión y permite una compactación adecuada; los hay de diversas estructuras como madera, acero, ladrillo y concreto. (20, 39) Sin embargo, es el más costoso en su construcción por los materiales que se ocupan siendo prohibitivo para las necesidades de nuestros campesinos temporaleros.

Aún cuando es el que conserva en mejor forma la pastura, es a veces inaccesible pues algunos materiales para su construcción no se consiguen en el trópico por no ser propios de esas áreas, aparte de que su desgaste es mayor en estos lugares (29), y se requiere maquinaria adecuada para su lle

nado. (34)

Siendo los más accesibles para las zonas tropicales los fabricados con maderas de la región, como son el ocote, pino, oyamel, recorte de cedro, palma de coco, otate y otras variedades de bambú.

#### a.2. SILO ALMEAR.

Es el método más simple para ensilar. El silo almeaar consiste en acomodar el forraje de la superficie hacia arriba, dejando que las capas inferiores se calienten antes de continuar con el llenado (48), se recomienda en lugares donde el manto freático se encuentra superficial y donde el suelo -- presenta dificultad para excavar, pero sin estas características es más -- conveniente utilizar otro método pues las pérdidas son mayores al 35%. (34)

Suele también usarse en casos de emergencia como complemento de los silos permanentes o para ensilar subproductos alimenticios (residuos de las fábricas de conservas, remolacha o pulpa de remolacha). (20,39)

La temperatura que se debe obtener es de 38°C que se puede medir con un termómetro o con la introducción del brazo hasta el hombro, la mano debe sentir calor pero no demasiado. (48)

### Ventajas:

- Bajo costo. (20)
- Se construyen rapidamente. (20)
- No necesitan de una base especial. (20)
- Se puede construir en el sitio más conveniente. (39)
- Utiles como medida de emergencia. (39)

### Desventajas:

- Esta técnica solo es aconsejable siempre y cuando se presenten las características del suelo señaladas anteriormente, ya que si podemos utilizar otro método no conviene pues las pérdidas son mayores al 35%. (34)
- Tiene el inconveniente que por toda su superficie el aire tiene libre acceso al forraje, lo que determina una mayor superficie de exposición al calor solar y una pérdida o disminución del valor alimenticio. (34)

### a. 3 SILO PASTEL.

Este silo es de la superficie hacia arriba y no se observan grandes diferencias de calidad en el forraje, en comparación con otros tipos de ensilados. (34)

Los silos pastel se diferencian de los de almear en que estos están totalmente envueltos por una bolsa de plástico y su forma circular se dá utilizando un aro de lámina galvanizada de un metro de ancho y al final se le extrae el --

aire con una compresora dejándolo al vacío. (48)

Desventajas:

- El almacén ya sea de cualquier material implica un costo que no se da en -- otros tipos. (34)

#### a.4. SILO AEREO AL VACIO.

Al igual que el silo alinear, se puede realizar en lugares donde el manto freático es superficial o hay alguna dificultad de hacer excavaciones. (34)

Para poder llevar a cabo esta práctica, es necesario contar con una sábana plástica para envolver el forraje. Después de esto se le pone 60 cm. de tierra en la parte de arriba y se sella perfectamente la masa del forraje. (34)

En casos muy necesarios se puede usar una compresora de aire, -- con la condición de que exista cerca luz eléctrica, aunque no es indispensable para la conservación del forraje. (20)

Tiene ventajas sobre el silo alinear respecto a que está más protegido -- de los factores ambientales, lo que resulta en menores pérdidas. (34)

#### b.1. SILO SOBRE TIERRA O CUBA.

Su principal característica es que sobresale del piso y tiene forma alargada y angosta. Este silo es una transición entre el silo alinear y el silo trin-

chera, se practica en aquellos terrenos donde no es posible cavar hasta cierta profundidad, debido al exceso de humedad en el suelo. (39)

Se adaptan a las zonas donde el nivel del agua subterránea es alto. Se --  
construyen cavando un foso de poca profundidad, de entre 30 y 45 cm. , amon-  
tonando la tierra excavada a cada lado del foso para sostener el ensilaje e im-  
pedir la entrada de agua almacenando el forraje dentro y encima del foso hasta  
una altura de 3 a 4.5 m. y cubriendo con cualquiera de los materiales recomen-  
dados para silos subterráneos. (20)

#### c. 1. SILO POZO.

Es un simple pozo circular, excavado en un lugar más elevado que la ge-  
neralidad del terreno, una loma tepetatesca es el sitio ideal, ya que ello impedi-  
rá que se filtre el agua. Puede ser con techo abierto, para su llenado no tiene  
problemas, la picadora puede colocarse en el mismo borde del pozo o los ca--  
miones pueden traer la pastura picada para vaciarlos. Mientras más profundos  
sean más dificultades habrá, teniendo a veces que instalar garrochas para faci-  
litar su vaciado. En ocasiones se transforman en mixtos al prolongarse sobre  
la superficie del terreno. (34)

#### c. 2. SILO TRINCHERA SUBTERRANEO.

De todos los tipos de silos que hemos visto, el silo de trinchera junto con  
el horno forrajero se ha comprobado que son los que mejor resultado dan en el  
trópico (5,7,34), por lo cual son a los que se les prestará mayor atención en -

el presente manual. Esto debido a que es un silo con estructura similar a un foso que se puede construir rápidamente y a bajo precio (20); consiste en una fosa rectangular excavada en la tierra con las paredes inclinadas. (5)

Esta muy difundido en las zonas donde el clima no es demasiado riguroso y hay buen drenaje. Las paredes pueden estar revestidas o no, pero para conseguir un buen ensilaje han de presentar un 10% más ancho en la superficie que en la base, de manera que el material no se retraiga en las paredes y permita que se acomode para la autoalimentación; el silo trinchera debe tener entre 1.8 y 2.4 m. de profundidad y entre 4.3 y 4.9 m. de ancho. En la base del silo debe haber un buen drenaje. Cuando se termina de llenar se deben colocar encima entre 30 a 45 cm. de tierra para que haga peso y expulse el aire. (39)

Cuando se llena un silo trinchera o silo pozo, se debe tener cuidado que las capas inferiores no esten demasiado comprimidas pues esto dá lugar a un tipo indeseable de ensilaje butírico. Esto puede evitarse procurando que la compresión no sea excesiva y permitiendo que la temperatura de la masa llegue a unos 38°C. Las capas subsecuentes deberán ser colocadas tan rápidamente como se pueda y comprimiendolas perfectamente bien aunque el centro se mantenga ligeramente más alto que los lados, la compactación es la misma. Cuando esto se realiza correctamente, el ensilaje se irá comprimiendo del centro hacia la periferia a medida que sedimenta quedando los lados apretados e impermeables. Si la parte central se compacta más que los lados, la masa tenderá a sedimentar hacia el centro retirándose de las paredes del silo, facilitando así la entrada del aire y produciéndose el consecuente desperdicio. (48)

El silo se debe de llenar en forma de cuñas aumentando la altura cuando -  
menos un metro diario para lograr un buen control de la temperatura (la veloci-  
dad del ensilaje rara vez sobrepasa a las 12 tons. por hora). Una vez que se ter-  
mina la faena del día el ensilado se debe cubrir con tiras de plástico. (48)

Cuando se ha completado el proceso de llenado, la parte superior debe --  
ser tapada en forma hermética con una capa de tierra de 5 a 30 cm. , paja húme-  
da, heno, pasto o acerrín, una mezcla de tierra y paja o plástico o aluminio u -  
otros materiales.

Los silos trinchera ofrecen las ventajas siguientes:

- La mayor parte del forraje se sedimenta por debajo del nivel del suelo evitando  
que penetre el aire. (39)
- Mayor facilidad para efectuar el apisonado y compresión del material por es-  
tar a ras del suelo, con el cual nos permite valernos de algun tractor, y que  
practicamente toda la operación se pueda efectuar por medios mecanizados. -  
(20)
- El costo inicial es bajo. (20)
- Está relativamente libre del efecto de las heladas. (20)
- Fácil de construir. (20)

Sus principales desventajas son:

- Mayor pérdida por desperdicio en comparación con los silos aereos. (20)
- A causa de la poca profundidad del silo, el forraje debe estar convenientemente  
compactado, para lo cual se pasará un tractor o caballos en una u otra direco

ción por encima de él. (20)

### c.3. HORNO FORRAJERO.

Nuestro país también contribuye en la realización de técnicas para conservar forraje buscando la efectividad de las mismas, tanto como su bajo costo. - Así la Dirección General de Aprovechamiento Forrajero de la SARH contribuye a esta necesidad con el horno forrajero. (3,34)

Es propiamente un silo de zanja o trinchera, cavado en la tierra, de dimensiones variables según el volumen de forraje por conservar. (39)

No se requiere de conocimientos técnicos especiales, ya que los propios campesinos con las herramientas comunes que usan en los lugares agrícolas, - como es el pico y la pala, pueden construirlos. (47)

Se le da el nombre de horno forrajero a una concavidad hecha en el suelo, generalmente de forma prismoidal en la que se depositan diversas plantas destinadas para forrajes y donde sufren transformaciones químicas que las hacen - más aprovechables por el ganado que las consumen, además de conservar sus - cualidades nutricionales y mejorar la digestibilidad y palatabilidad como consecuencia de la fermentación producidas en el proceso de almacenamiento que - - permite al ganado aprovechar un gran número de plantas forrajeras. (36)

Se le ha denominado "Horno Forrajero" por la similitud que tiene en su - funcionamiento con los hoyos que se hacen en la tierra para el cocimiento de - - la carne. (36)

Los forrajes almacenados en esta forma, sufren un calentamiento que -  
ablanda el tejido fibroso de los vegetales, haciendo que lo aproveche mejor el  
ganado. (47)

Ventajas del Horno Forrajero:

- Comparte las ventajas del ensilado. (3,34)
- Es la mejor forma y más barata de almacenar alimentos jugosos para las -  
épocas de escasez. (3,34)
- No necesita de construcciones ni de maquinaria, siendo esto una gran venta  
ja para los campesinos con pocos recursos. (3)
- Una cantidad determinada de horneado, producirá más leche o carne que si  
se da en forma de rastrojo o heno. (34)
- El horneado es muy apetecido por el ganado. (34)

Capítulo 2. Requisitos para que un Silo sea adecuado.

Para la construcción de los silos se deben observar los siguientes prin-  
cipios básicos:

1. - Que el ensilado este tan cerca como sea posible del animal consumidor.
2. - Que pueda moverse el ensilado en grandes cantidades.

3. - Que se consuma el ensilado con el menor desperdicio posible. (45)

Los requisitos para que un silo sea adecuado son los siguientes:

1. - Que su tamaño esté en relación con el número y la especie de animales - que se ha de alimentar, la duración del periodo de alimentación y la cantidad de forraje disponible para ensilar.
2. - Que los productos almacenados no estén en contacto con el aire en ningún momento.
3. - Que las paredes laterales sean rectas y de superficie lisa para impedir la formación de cámaras de aire.
4. - Que tenga suficiente profundidad como para asegurar una buena compactación y la menor superficie de exposición, factores éstos que contribuirán a reducir al mínimo las pérdidas por desperdicio.
5. - Que esté convenientemente reforzado. Este es un aspecto significativo si se ensila forraje húmedo, porque ejerce sobre las paredes una presión superior en una y media a dos y media veces la del maíz ensilado.
6. - Que se tomen las debidas precauciones para eliminar el excedente de líquido, sea por medio de un desagüe o colocando una base de piedra.
7. - Que este convenientemente ubicado y sea accesible en todas las condiciones climáticas, tanto para el llenado como para la alimentación del ganado. (20)

Las precauciones que se deben tener al construir un silo son:

- a) Deben aprovecharse todas las condiciones del terreno para su excavación y drenaje.
- b) La tierra producto de la excavación debe usarse para reforzar las paredes del silo; o bien ponerse al lado más elevado para formar un dique contra las aguas de escurrimiento.
- c) El material de construcción debe ser de buena calidad siempre procurando que este sea de la región y de fácil adquisición.
- d) Si la capa freática es superficial el silo debe construirse en parte subterráneo y en parte aéreo.
- e) Cuando se vacie el silo hay que limpiar todos los residuos.
- f) La inclinación de las paredes debe estar de acuerdo con la firmeza del terreno, mientras más flojo sea el terreno, la inclinación debe ser mayor para evitar derrumbes.
- g) Las rampas de entrada y salida tendrán una inclinación cuando menos del 25%. Es importante que el silo trinchera sea de un 10% más ancho en la superficie que en la base, de manera que el material no se retraiga en las paredes y permita que se acomode. (50)

### Capítulo 3. Especificaciones para la construcción de cada tipo de silo.

Como fue visto en el subcapítulo primero, los silos más apropiados para las zonas tropicales son los de trinchera y el horno forrajero; por lo que serán los que en este inciso se describirán.

## A. SILO TRINCHERA SUBTERRANEO.

Es el más común en nuestro país por la sencillez de su construcción y por las ventajas que presenta en la preservación del ensilaje. (50)

Consiste en una fosa larga de poca profundidad con paredes lisas y buen drenaje. En el silo trinchera deben aprovecharse las pendientes del terreno. (50)

La sección es trapezoidal; las dimensiones más corrientes son de: 1.5 a 2.5 m. de profundidad; 4 a 4.9 m. de ancho (35)(39). Cuando se tropieza con suelos arenosos o ligeros será necesario apuntalar las paredes con muros de piedra o cemento; en cualquier caso es preciso prever los drenajes para el escurrimiento de los líquidos procedentes del ensilaje. En general es mejor construir un silo estrecho y modificar su longitud para dar cabida a la cantidad de ensilaje requerido, pues de este modo hay menores pérdidas, pues se puede retirar cada día una cantidad suficiente de ensilaje para evitar cualquier tipo de descomposición, además de ser más fácil de recubrir un silo estrecho. (39)

Las profundidades mayores a 2.5 m. dificultan el momento del empleo. La anchura debe estar acondicionada por la máquina (carro o tractor) que apisona el conjunto, que debe ser una vez y media la distancia entre ejes. (39)

La longitud del silo se calcula en razón de la cantidad de ensilaje que es necesario; el metro cúbico de materia ensilada pesa cerca de 450 kg. (35)

La tablá sigüiente da el peso del ensilaje por metro de longitud para fo--  
sas de diferentes dimensiones:

Cuadro No. II. 1. Capacidad de silos Trincheras (por m. de longitud).

Número de orden	Profundidad (m)	Anchura		Toneladas de ensilaje
		En la superficie	En el fondo	
1	1.80	1.80	1.20	1.280
2	1.80	2.70	1.80	2.700
3	1.80	3.00	2.40	3.500
4	2.10	3.30	2.10	3.750
5	2.40	3.00	1.80	3.000
6	2.40	3.60	2.40	4.800
7	2.40	4.20	3.00	5.700

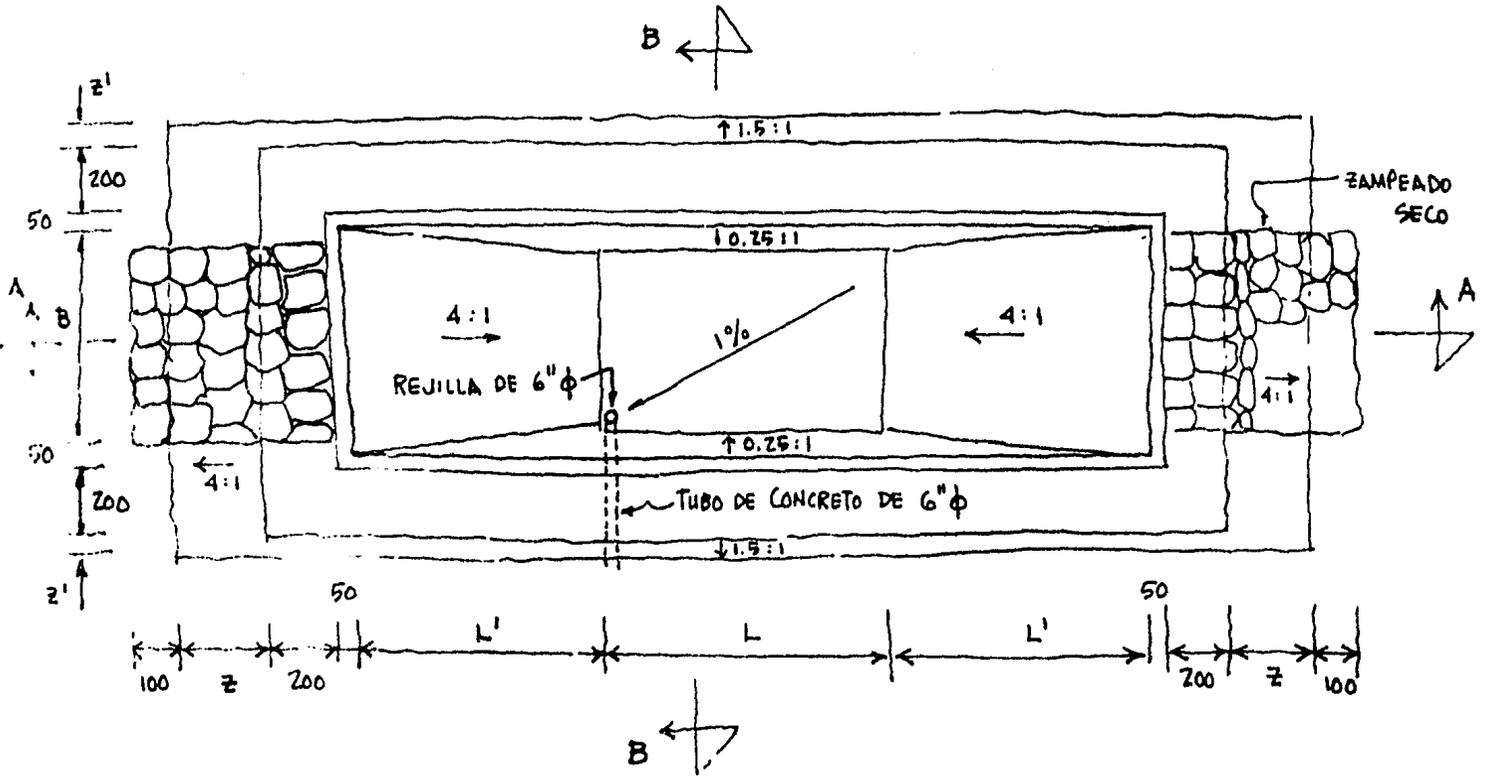
Havard, D.B., (28) 1969.

Estas cifras calculadas para el maíz, son un 5-10% inferiores cuando se trata de otros forrajes.

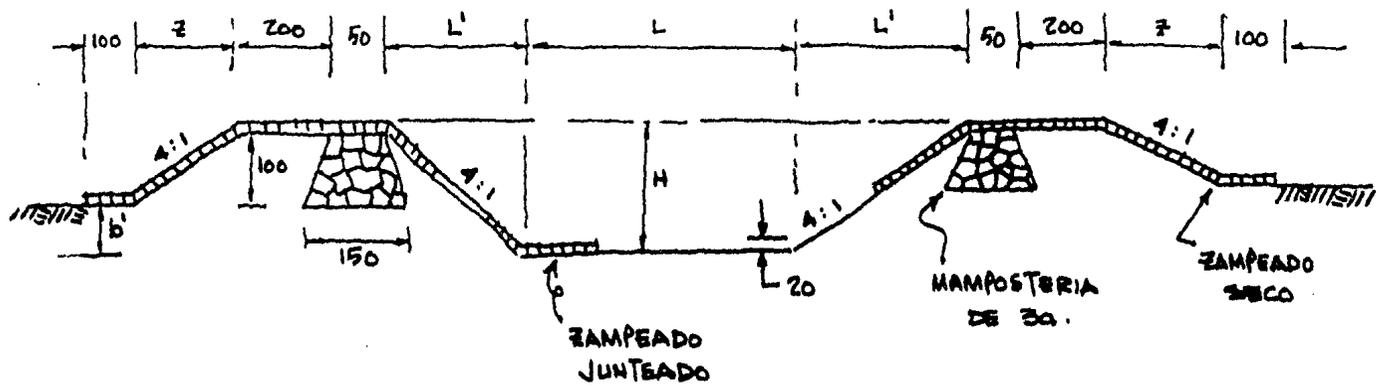
El llenado de un silo trinchera se hace por capas de .80 a 1.00 m. de espesor, amontonando un poco en el centro las capas sucesivas. El llenado continúa hasta 1.50 m. por encima del nivel del suelo: se cubre entonces el conjunto con una gruesa capa de tierra de .50 a .80 m. de espesor, tomando la precaución de taponar las rendijas que se hubieran producido. Sin embargo, es preciso aislar la masa ensilada de la tierra de cobertura y hacer impermeable el silo a las lluvias. Para lo cual el mejor procedimiento es construir un techo, pero si se quiere trabajar más económicamente es suficiente recubrir toda la masa con .20 m. de paja cortada. que se impregna al agua y se apelmaza durante algunos días. (39)

Cuando se desea iniciar el consumo del ensilado, se abre el silo por un extremo y se extrae el forraje por cortes verticales, no descubriendo más que la longitud estrictamente necesaria. Cada día se deben retirar como mínimo 10 m. para evitar que el resto se dañe. (35) Una vez abierto el silo se expone al aire diariamente una nueva capa de ensilaje, si esta exposición dura más de un día la masa se altera particularmente en las regiones tropicales. (28)

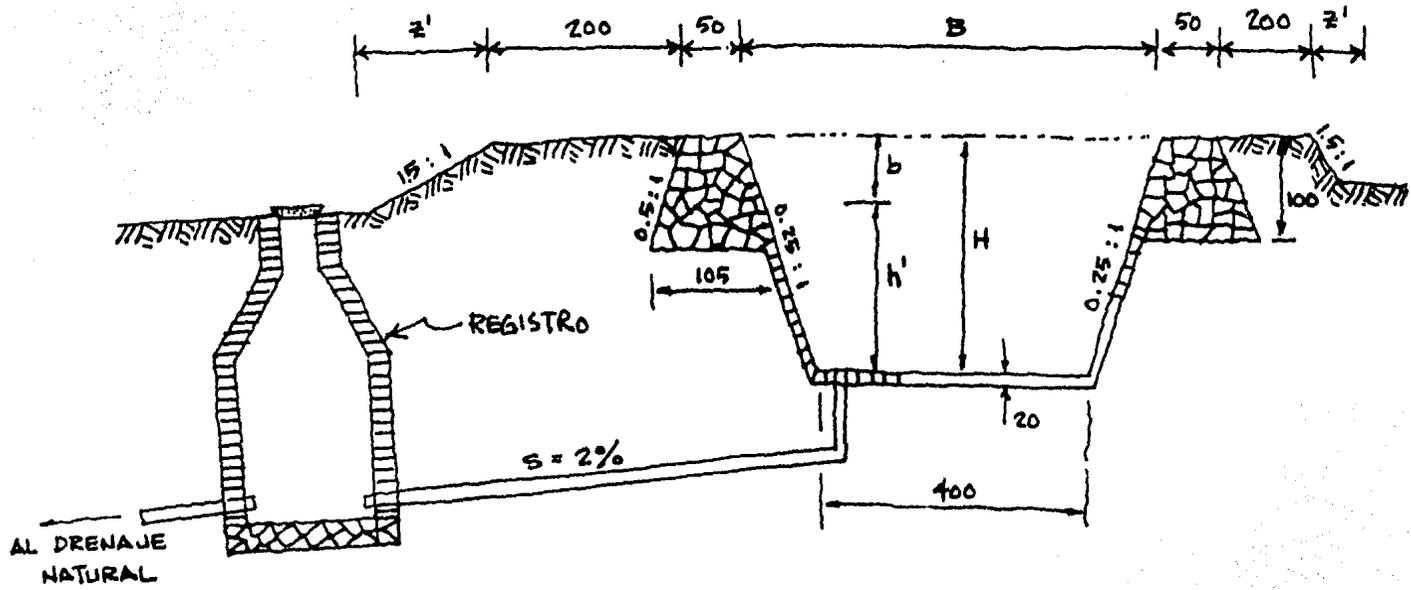
En los siguientes esquemas se muestra como construir un silo trinchera.



PLANTA

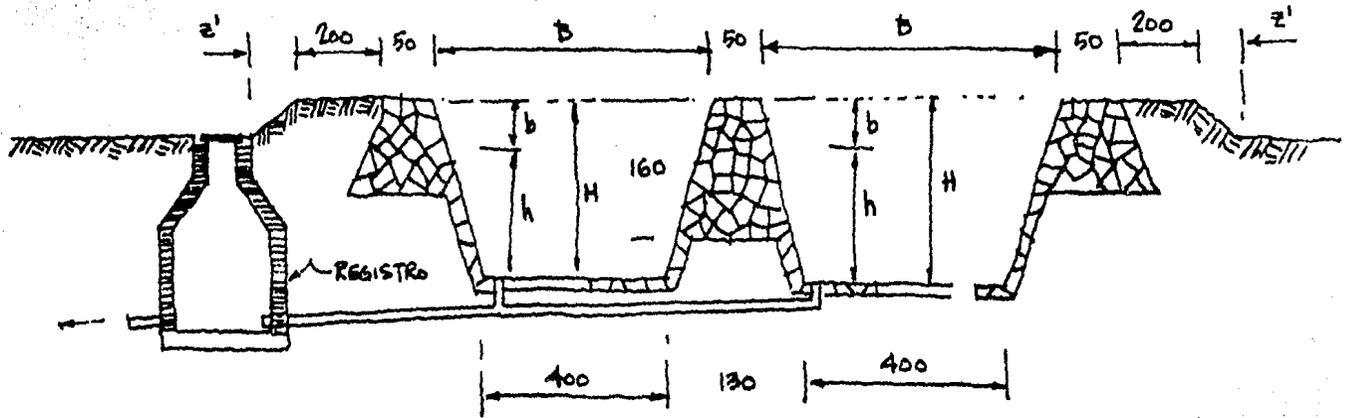


CORTE A-A



CORTE B-B

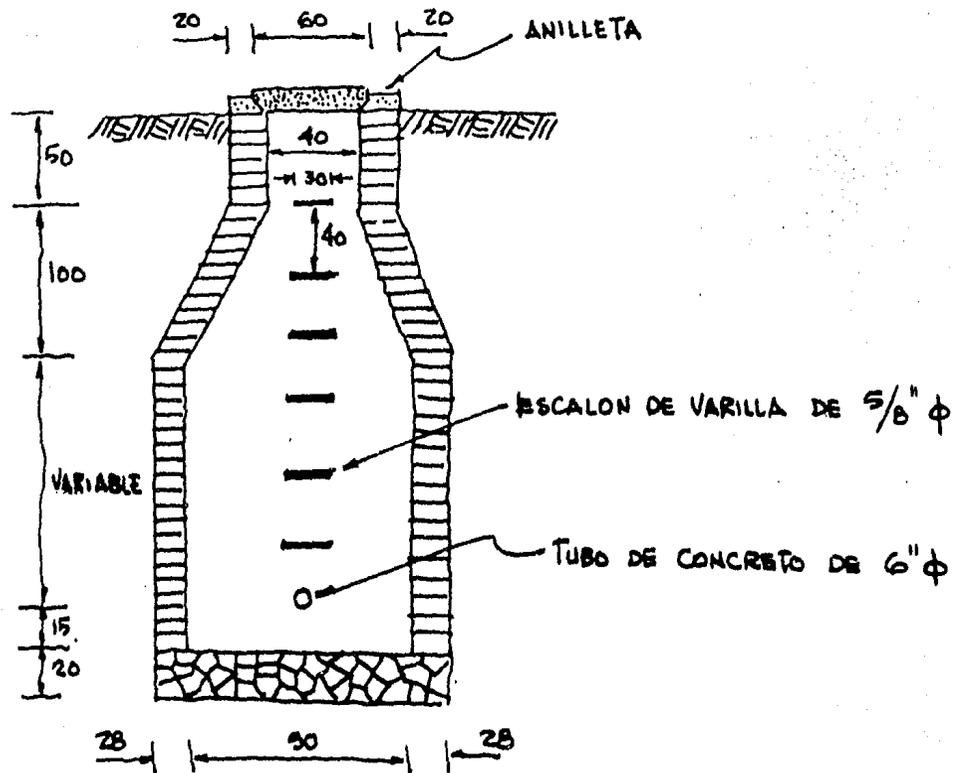
CASO I



CORTE B-B

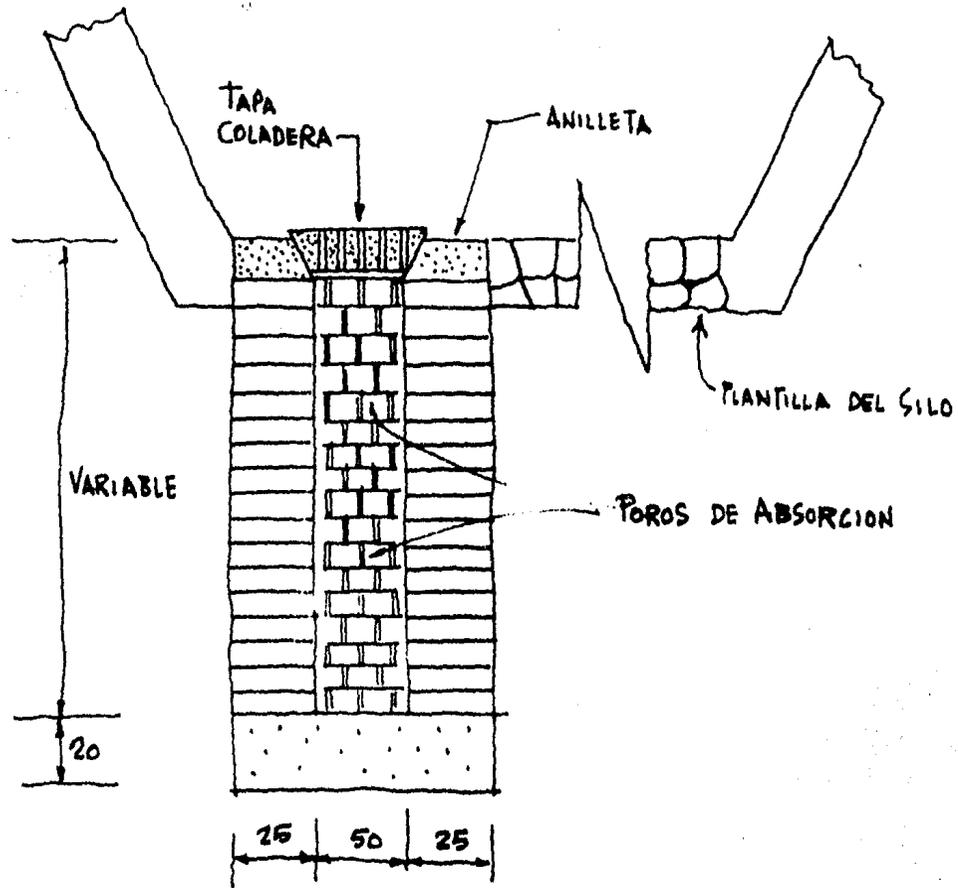
CASO II (SILOS CUATES)

(EL MURO CENTRAL ES RECOMENDABLE CUANDO SE DISPONE DE POCO TERRENO; EN CASO CONTRARIO ES MAS ECONOMICO SEPARARLOS MEDIANTE UNA BANQUETA DE 5.0 M.)



### DETALLE DEL REGISTRO

(RECOMENDABLE CUANDO EL TERRENO ES IMPERMEABLE Y LA DISTANCIA AL DRENAJE NATURAL ES GRANDE.)



DETALLE DEL POZO DE ABSORCION

(RECOMENDABLE CUANDO EL MANTO FREATICO ES PROFUNDO)

Cuadro No. II. 2:

Características para	25	50	100	200	200	400	Tons.
H	100	150	200	250	200	250	cm
h	19	26	44	72	44	72	cm
h'	81	124	156	178	156	178	cm
L	520	595	940	1700	940	1700	cm
L'	400	600	800	1000	800	1000	cm
Z	76	104	176	288	176	288	cm
Z'	285	39	66	108	66	108	cm
B	450	475	500	525	500	525	cm
	← CASO I →			← CASO II →			

NOTAS: Acotaciones en cm. Para capacidades de 200 tons. o más, es preferible hacer silos cuates (CASO II). Se puede prescindir del recubrimiento, si el terreno es compacto e impermeable; por tanto desaparecerán los conceptos -manpostería, zampeados y aplanados. Si el suelo es permeable y el manto freático es profundo, se anulará el registro y bajo el silo se construirá un pozo de absorción. Para el caso del silo sin recubrir, únicamente se zampeará - en seco, las rampas de entrada, de salida, y el piso. Esto con la finalidad de facilitar el acceso a los vehículos cuando se llene el silo. (50)

## B. HORNO FORRAJERO.

Se dá el nombre de horno forrajero a una concavidad hecha en el suelo, - generalmente de forma prismoidal en la que se depositan diversas plantas forra- jeras. (36)

### Construcción del Horno Forrajero.

El primer paso a tomar en cuenta, es la ubicación, en la cual la distancia que existe entre el horno y el lugar de cultivo de los forrajes sea la mínima po- sible. La topografía del terreno nos indica también sobre la ubicación del horno porque se toma en cuenta que el terreno sea firme, permeable, libre de piedras y más o menos uniforme. (3.36)

El segundo paso consiste en el trazo del horno forrajero en la tierra, se- pinta un rectángulo donde se hará la excavación cuyas dimensiones están de --- acuerdo al volúmen y cantidad de pastura que tenga que almacenarse; para el -- cálculo del volúmen debe tomarse en cuenta el peso y densidad del forraje que - se va a hornear. (34,36)

Partiendo de la consideración que maíces, sorgos, cebadas y avenas com- pletas, tienen como densidad  $500 \text{ kg/m}^3$  y en forrajes picados aproximadamente  $700 \text{ kg/m}^3$ . Tenemos que las recomendaciones son: (34)

Profundidad: mínimo de .80 m. y un máximo de 3 m.

Ancho: no mayor de 6 m. para evitar la oxidación del forraje expuesto al momento de aprovecharse.

Largo: el que sea necesario. (3)

Fórmula para obtener el largo del horno forrajero:

$$L = \frac{2 \text{ m}^3}{(BM + Bm) H}$$

En donde:

L = Largo

BM = Base mayor

Bm = Base menor

H = Altura

$\text{m}^3$  = metros cúbicos

K =  $2 \text{ m}^3$

Para conocer la cantidad de pastura almacenada basta multiplicar los  $\text{m}^3$  por 500 kg (forraje entero) o por 700 kg (forraje picado), y obtendremos el total de toneladas. (3)

El horno forrajero no necesita ningún tipo de revestimiento, ya que se ha demostrado que su funcionamiento es el mismo que otras técnicas similares y por lo tanto el usar recubrimiento no es costoso. (3)

La excavación se realiza de acuerdo con la herramienta que se cuenta, como son el pico, pala, o si se cuenta con un tractor. (36)

El llenado del silo se recomienda hacerlo de la siguiente manera:

Se pone la primera capa en el silo, de un espesor de .10 a .20 m. y se apisona suavemente y así continuar hasta el llenado total del horno dejándolo un poco copeteado, pues hay asentamientos posteriores. Finalmente se cubre con una capa de tierra de .60 m. para protegerlo del agua y del aire, y si hay plástico es recomendable ponerle entre el forraje y la tierra. (3,36)

Con este sistema se puede o no picar el forraje pero se recomienda si hay medios para cortarlo, se haga, pues de esta manera se facilita el acomodo y el consumo para el ganado. (36)

De la capa de tierra con que se cubra el horno, radica la mayor importancia de la conservación del forraje, debido a que debe obtenerse una total expulsión del aire que se encuentra en el forraje y las paredes. (36)

Una vez tapado el horno, es conveniente hacerle unas zanjás o pequeños canales laterales en el sentido de la pendiente para evitar la acumulación de agua. (36)

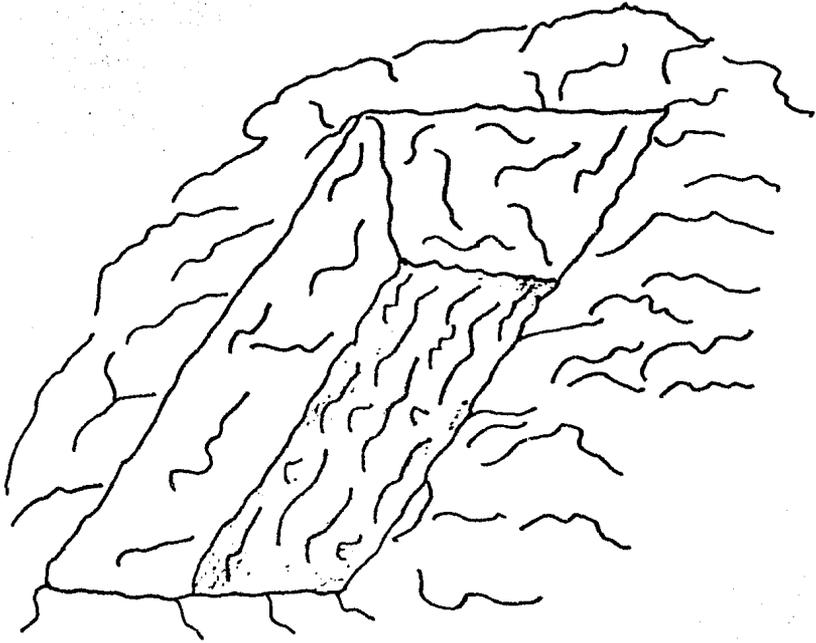
En México, el maíz fué la primera planta horneada, el objeto fué obtener un doble producto, que permite una cosecha de buena calidad, para utilizarla en la alimentación humana y después cortar la caña verde como reserva forrajera de buena calidad en la época de sequía. (47).

### Aprovechamiento:

Es recomendable que la pastura se aproveche cuando tenga un mes como mínimo en el horno. Se debe destapar lentamente solo el volumen necesario de forraje que se va a utilizar en ese momento, haciendo los cortes en forma vertical a todo lo ancho del horno. Su aprovechamiento debe ser continuo, ya que de lo contrario el forraje tendrá pérdidas; es por esto que se recomienda su utilización en los meses de mayor necesidad. (34)

El horno forrajero tiene la ventaja de poderse emplear de acuerdo a los volúmenes de plantas que se pueden disponer en un momento dado, es decir - como la construcción es una simple excavación de tierra fácilmente se puede reducir o agrandar para conservar el forraje, según sea el volumen disponible. (36)

Cuando en el terreno hay mantos freáticos superficiales, el horno se puede construir hacia arriba, en forma semejante al proceso utilizado en los hornos de carbón; pero sin respiradores. (36)



#### Capítulo 4.

#### Calculos del Silo para alimentar una cantidad determinada de Animales.

##### A. Como calcular el tamaño de un silo de trinchera.

Para calcular el tamaño de un silo de trinchera (o de cualquier otro tipo) se basa en el calculo de consumo diario de ensilado y el número de días de consumo. (5, 21, 28, 48)

Para obtener el diario consumo hay que tomar en cuenta:

- En general una vaca, un novillo o un toro consumen diariamente alrededor de 15 a 20 kg de ensilado.
- Un becerro, según su edad, puede consumir de 3 a 8 kg de ensilado por día.

De acuerdo con esto 3 terneros chicos (de 3 a 8 meses de edad) ó 2 becerros medianos (8 a 15 meses) equivalen a un animal adulto. (21)

El número de animales multiplicado por el número de días que se les tenga que alimentar dará las toneladas de ensilado que son necesarias. De acuerdo con esa cantidad y con el volumen que esta ocupa, se calcula el tamaño del silo. (5, 21, 29, 31, 50)

A continuación se presenta un ejemplo en el que se indican los pasos a seguir para calcular el tamaño de un silo:

Se tienen 26 animales adultos, 6 terneros chicos y 4 becerros medianos, o sea el equivalente de 30 vacas. Suponiendo que hay que alimentarlos por 6 meses (180 días), el consumo diario será:

$$30 \text{ vacas} \times 15 \text{ kg} = 450 \text{ kg de ensilado}$$

El consumo en 6 meses será:

$$450 \text{ kg diarios} \times 180 \text{ días} = 81,000 \text{ kg}$$

Enseguida se obtiene el volúmen que ocupan las 81 toneladas dividiendo dicha cantidad entre el peso de un metro cúbico de ensilado (que generalmente es de 600 a 645 kg, variando según el forraje a utilizar).

$$81,000 \div 600 = 135 \text{ m}^3 \text{ (capacidad del silo)}$$

Para **calcular** las dimensiones del silo trinchera tiene la forma de un trapecio y para **calcular** la superficie se aplica la fórmula de esta figura geométrica:

En donde: BM = base mayor

Bm = base menor

H = altura

K = 2

$$S = \frac{(B + b) H}{2}$$

Para construir ese silo, pueden utilizarse muchas diferentes combinaciones de ancho, largo y altura. Como un buen promedio de medidas y para ilustrar el cálculo, vamos a usar:

$$H = 2 \text{ m.}$$

$$BM = 4 \text{ m.}$$

$$Bm = 3 \text{ m.}$$

NOTA: actualmente se han desarrollado tablas para la construcción de los silos en trinchera y bunker que nos dicen de que tamaño debe ser el silo para dar una cierta cantidad de ensilaje. Ver Cuadro No. II. 2 adaptados de Hughes, H.D. (31)

Sustituyendo:

$$S = \frac{(4 \text{ m.} + 3 \text{ m.})^2}{2} = \frac{(7 \text{ m}^2)^2}{2} = \frac{14 \text{ m}^2}{2} = 7 \text{ m}^2$$

Para determinar el largo del silo (d) se divide el volúmen que ocupa el ensilado ( $135 \text{ m}^3$ ) entre la superficie ( $7 \text{ m}^2$ ):

$$135 \text{ m}^3 \div 7 \text{ m}^2 = 19.28 \text{ m. de largo}$$

Tal longitud es la de un silo con las dimensiones de ancho y profundidad que se anotaron antes, y cuya capacidad es suficiente para almacenar 81,000 kg cantidad con la que se puede alimentar 30 animales adultos durante 6 meses.

También se puede calcular el grueso (f) del corte diario en la siguiente forma:

necesitamos 450 kg de ensilado diariamente

el peso de  $1 \text{ m}^3$  de ensilado es de 600 kg

entonces necesitaremos menos de un  $\text{m}^3$  ( $450 \div 600$ ) ó sea

$750 \text{ cm}^3$

La superficie del silo es de  $7 \text{ m}^2$  : entonces para determinar el grueso - del corte diario se divide el volúmen ocupado por 450 kg ( $750 \text{ cm}^3$ ) entre  $7 \text{ m}^2$ . En esa forma tendremos:

$$0.75 \text{ m}^3 \div 7 \text{ m}^2 = 0.107 \text{ m. ó sea 11 cm. de corte}$$

Las medidas pueden variar en cada caso particular. Por ejemplo, cuando se tiene un mayor número de animales se puede aumentar cualquiera de -- las dimensiones, pero en muchos casos probablemente será más conveniente hacer otros silos, especialmente cuando se cuenta con zacates como el Merkerón, que rinde tres cortes durante la temporada de lluvias. (28,39,47,48, - 50).

## TRAZO DE UN HORNO FORRAJERO.

Es importante establecer las necesidades forrajeras del ganadero, para determinar las dimensiones del horno, partiendo de que en maíces, sorgos, cebadas y avenas completas, es posible acomodar aproximadamente 500 kg por m<sup>3</sup>, y en forrajes picados aproximadamente 700 por m<sup>3</sup>.

Tomando esto como base se recomienda:

- Profundidad un mínimo de 0.80 m. y un máximo de 3 m.
- Ancho no mayor de 6 m., para evitar la oxidación del forraje expuesto.

En el momento de aprovecharse:

- Largo, el que sea necesario.

Fórmula para obtener metros cúbicos:

$$\text{Fórmula: } M^3 = \frac{BM + bm}{2} \times (H) \times (L)$$

BM = Base mayor

bm = Base menor

H = Altura

L = Largo

C U A D R O (II. 3)

CALCULO PARA OBTENER DIMENSIONES PARA UN HORNO FORRAJERO, CON NECESIDADES DE 3 A 5 MESES

CABEZAS	ALIMENTO PARA 3 MESES				ALIMENTO PARA 4 MESES				ALIMENTO PARA 5 MESES			
	ANCHO	PROF.	LARGO	CAPACIDAD TONELADA	ANCHO	PROF.	LARGO	CAPACIDAD TONELADA	ANCHO	PROF.	LARGO	CAPACIDAD TONELADA
100	4	x	3	x 27 = 220	4	x	3	x 30 = 360	4	x	3	x 33 = 396
80	4	x	2	x 27 = 173	4	x	2	x 30 = 224	4	x	2	x 33 = 272
60	4	x	2	x 21 = 132	4	x	2	x 24 = 168	4	x	2	x 27 = 204
50	4	x	2	x 18 = 110	4	x	2	x 21 = 140	4	x	2	x 24 = 170
40	4	x	2	x 15 = 88	4	x	2	x 18 = 112	4	x	2	x 21 = 136
30	3.5	x	1.5	x 15 = 66	3.5	x	1.5	x 18 = 84	3.5	x	1.5	x 21 = 102
25	3.5	x	1.5	x 13 = 55	3.5	x	1.5	x 16 = 70	3.5	x	1.5	x 19 = 85
20	3	x	1.5	x 12 = 44	3	x	1.5	x 15 = 56	3	x	1.5	x 18 = 68
15	3	x	1.5	x 9 = 33	3	x	1.5	x 11 = 42	3	x	1.5	x 13 = 51
10	2.5	x	1	x 9 = 22	2.5	x	1	x 11 = 28	2.5	x	1	x 13 = 34
5.1	2	x	1	x 7 = 11	2	x	1	x 9 = 14	2	x	1	x 11 = 17
3.1	2	x	1	x 5 = 7	2	x	1	x 6 = 9	2	x	1	x 7 = 11
1.1	1.5	x	1	x 3 = 2.5	1.5	x	1	x 4 = 3.5	1.5	x	1	x 5 = 4

SARH, 1981 (34)

C U A D R O (II. 4)

CALCULO PARA OBTENER DIMENSIONES PARA UN HORNO FORRAJERO CON NECESIDADES DE 6 Y 9 MESES

CABEZAS	ALIMENTO PARA 6 MESES						CAPACIDAD TONELADAS	ALIMENTO PARA 9 MESES						CAPACIDAD TONELADAS
	ANCHO		PROF.		LARGO			ANCHO		PROF.		LARGO		
100	4.5	x	3	x	47	=	400	6	x	3	x	53	=	640
80	4.5	x	2	x	47	=	320	5.5	x	3	x	46	=	512
60	4	x	2	x	40	=	240	5.5	x	2	x	46	=	384
50	4	x	2	x	33	=	200	5.5	x	2	x	39	=	320
40	4	x	2	x	25	=	160	5	x	2	x	34	=	256
30	3.5	x	1.5	x	25	=	120	5	x	2	x	26	=	192
25	3.5	x	1.5	x	23	=	100	5	x	2	x	21	=	160
20	3	x	1.5	x	22	=	80	4	x	2	x	22	=	130
15	3	x	1.5	x	16	=	60	3	x	1.5	x	25	=	96
10	2.5	x	1	x	16	=	40	3	x	1.5	x	17	=	64
5	2	x	1	x	13	=	20	2.5	x	1	x	17	=	32
3	2	x	1	x	8	=	13	2	x	1	x	11	=	19
1	1.5	x	1	x	6	=	4.5	1.5	x	1	x	7	=	6.5

SARH, 1981, (34)

\* SE CONSIDERAN LAS PROFUNDIDADES, COMO EXCAVACION: A LOS RENGLONES 1 SE LES SUMA 0.5 METROS Y A LOS RESTANTES -  
1.0 METROS, LAS CANTIDADES CONSIGNADAS, REPRESENTAN LA ALTURA TOTAL DEL LLENADO.

## CUESTIONARIO DEL TEMA II.1

1. - Enumere, cuáles son las funciones que desempeña el silo en el proceso del ensilado.
2. - ¿Cuáles son los factores que se deben tomar en cuenta al situar el silo?.
3. - De acuerdo a su ubicación en el silo, cómo se pueden dividir los silos?.
4. - ¿Qué silos son los recomendables en las zonas tropicales y por qué?.
5. - ¿En qué casos se recomienda utilizar el silo alinear, de acuerdo a las características del suelo?.
6. - ¿Cuáles son las ventajas que presenta el silo de trinchera?.
7. - ¿Cuáles son las ventajas que representa el horno forrajero?.

## CUESTIONARIO DEL TEMA II.2

1. - ¿Cuáles considera sean los principales requisitos para que un silo sea adecuado?.

### CUESTIONARIO DEL TEMA II.3

1. - ¿Cuáles son las dimensiones más comunmente utilizadas en la construcción de un silo trinchera subterráneo?.
2. - Aproximadamente, cuánto pesa  $1 \text{ m}^3$  de ensilado?.
3. - ¿Cuáles son las dimensiones más recomendadas en la construcción de un horno forrajero?.
4. - ¿A los cuántos días se debe destapar un horno forrajero?.

### EJERCICIO DEL TEMA II.4

1. - Calcule el tamaño de un silo trinchera que sirva para alimentar: 11 terneros chicos, 5 becerros medianos y 20 vacas, durante un periodo de 5 meses y con un consumo de 16 kg de ensilado por animal adulto.

### TEMA III. TIPOS DE ENSILAJE.

#### Capítulo 1. El Proceso del Ensilaje.

El proceso completo abarca de 2 a 3 semanas, periodo durante el cual se producen las siguientes actividades:

- a) Aeróbicas.
- b) Anaeróbicas.

#### a) **Aeróbicas o Respiración Celular.**

Cuando el forraje es colocado en el silo, éste está vivo por lo cual respira activamente. El aire que queda atrapado en la masa es utilizado por las bacterias aeróbicas existentes y por las células de la planta en el desdoblamiento de azúcares.

Los productos finales en este proceso son dióxido de carbono, calor y agua. Pero las reacciones que ocurren en este momento, no son completas y otros productos finales son producidos como ácido acético, butírico y alcoholes. (37, 48, 50)

Las enzimas proteolíticas de la planta empiezan a activar en esta fase y desdoblan algunas de las proteínas de la planta en aminoácidos. (48)

La fase de respiración termina cuando la masa ya no tiene oxígeno y esto sucede al cabo de 5 a 6 hrs. después de comenzado el proceso. (48)

Durante la respiración celular, la temperatura es elevada debido a la --eliminación del calor producido por el desdoblamiento del azúcar y carbohi--dratos más complejos de las células vegetales, así como la cantidad de oxígeno disponible. (48,57)

Debido a este aumento en la temperatura y el agotamiento del aire retenido en la masa, las células vegetales mueren y las numerosas bacterias existentes en las hojas y en los tallos del forraje comienzan a multiplicarse rápidamente utilizando como alimento el jugo de las células muertas. (34,57)

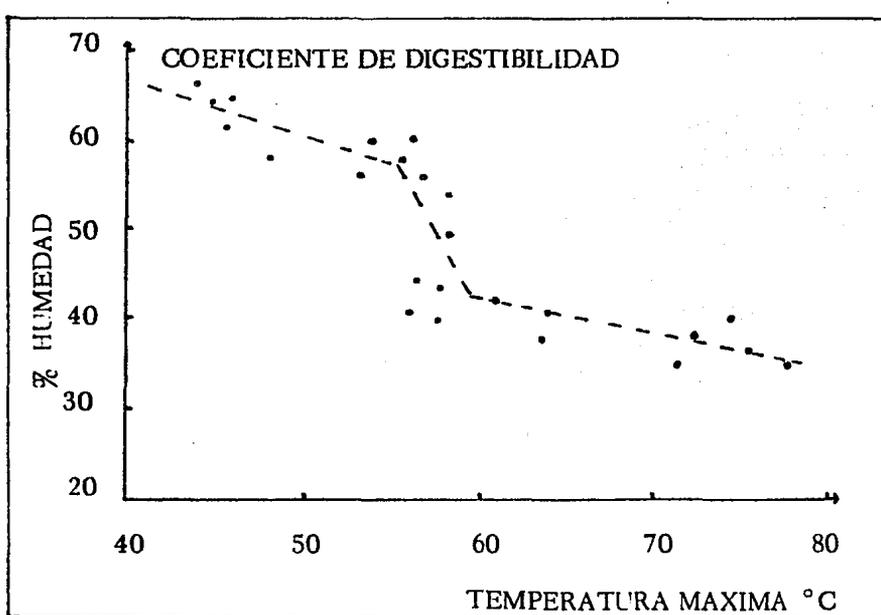
A partir del jugo de las células muertas, las bacterias aeróbicas producen ácido láctico, acético y butírico. Siendo las bacterias butíricas las de principal actividad. (34)

Algunos factores que influyen en esta etapa del proceso son:

1. - La cantidad de aire incorporado durante el llenado del silo, es un factor --determinante que causa la variación en la temperatura del ensilado. Ensilados de alta calidad, pueden ser producidos cuando la temperatura nunca excede de 38° C. (48)
2. - El estado de madurez del cultivo, pues cada forraje tiene un momento oportuno de efectuar el corte, que es cuando se concilia un elevado contenido de nu

trientes con un buen rendimiento de materia verde por hectárea. Si se deja pasar ese momento aumentará el contenido de fibra en la planta lo que ocasionará que se dificulte la compactación y quedarán huecos en el silo produciéndose mayor cantidad de oxígeno y calor, dando un producto final de menor valor nutritivo y baja digestibilidad. (29) Ver figura III. 1

Figura III. 1 Influencia de la temperatura máxima sobre el coeficiente de digestibilidad de la proteína bruta en el ensilaje.



Helman, M. B. (29), 1977

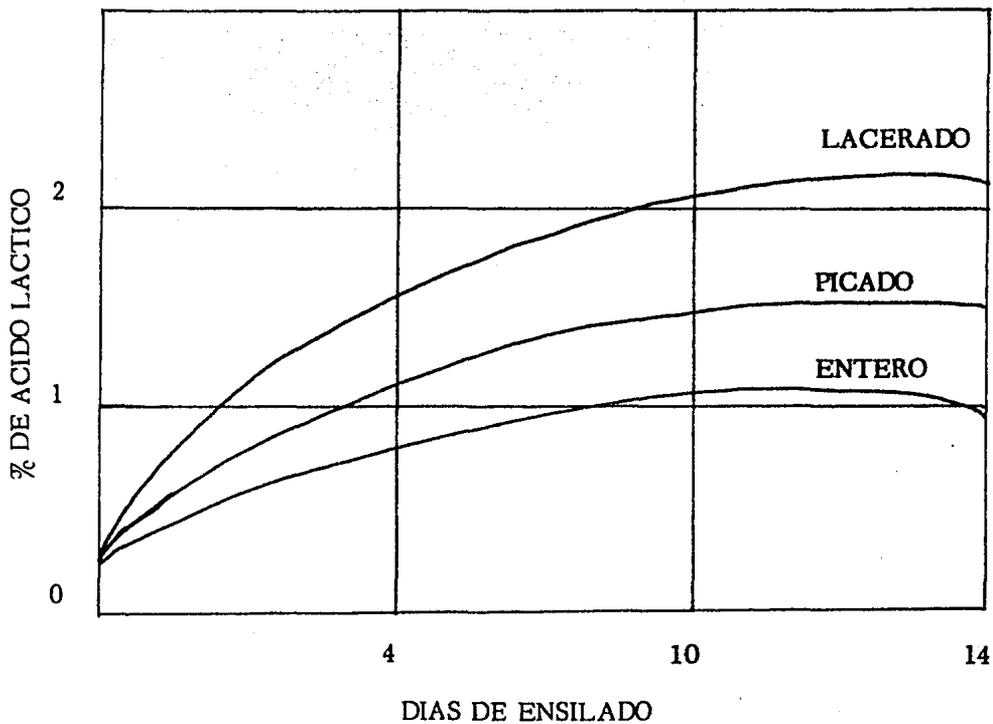
3. - El contenido de humedad del cultivo tiene una influencia similar; pues si el cultivo contiene demasiada humedad se apelmazará demasiado y por falta de oxígeno la temperatura será insuficiente. Por el contrario si la humedad es muy baja será difícil la compactación del forraje y la temperatura se elevará en exceso. (29)

4. - El método de cosecha utilizado también influirá, pues en el proceso el forraje se acidifica por la formación de ácidos orgánicos donde el más deseable es el láctico. La formación del mismo varía según el método de cosecha ya sea que se ensilen las forrajeras enteras, picadas o laceradas. Ver Figura III.2 Practicamente todos los equipos modernos laceran el forraje, lo que permite obtener una fermentación adecuada. (29)

5. - El tipo de silo tiene importancia pues cuanto mejor pueda hacerse la compactación del forraje mejores son los resultados. (29)

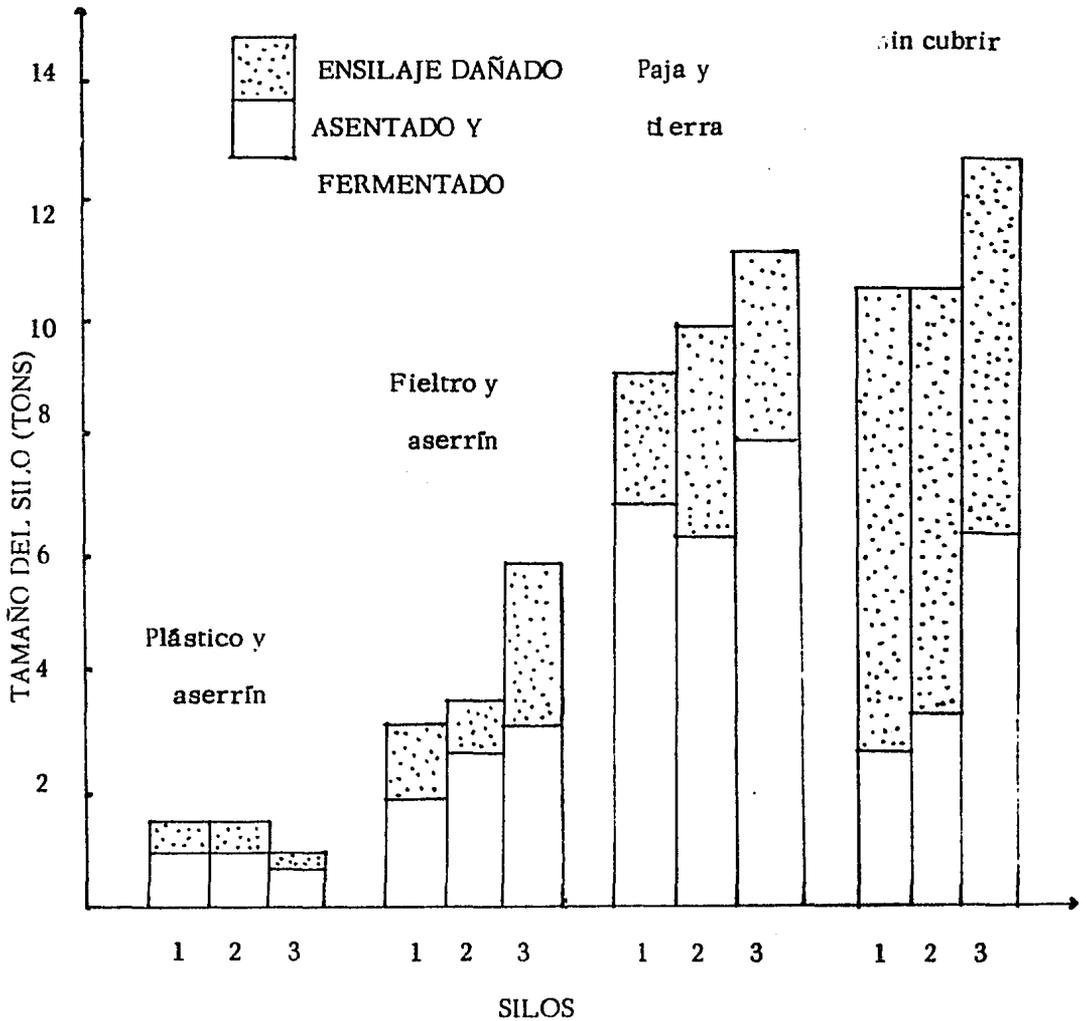
6. - El tipo de cubierta del silo tiene una influencia sobre el deterioro del ensilaje. (13) Ver figura III.3

Figura III. 2 Porcentaje de ácido láctico en forraje ensilado, lacerado, picado o entero.



Helman, M. B. (29), 1977

Figura III.3 Influencia de las cubiertas sobre el deterioro de los silos  
 t rinchera.



Cullough, Mc. M.E. (13), 1975

## b) Anaeróbicas o Fermentación.

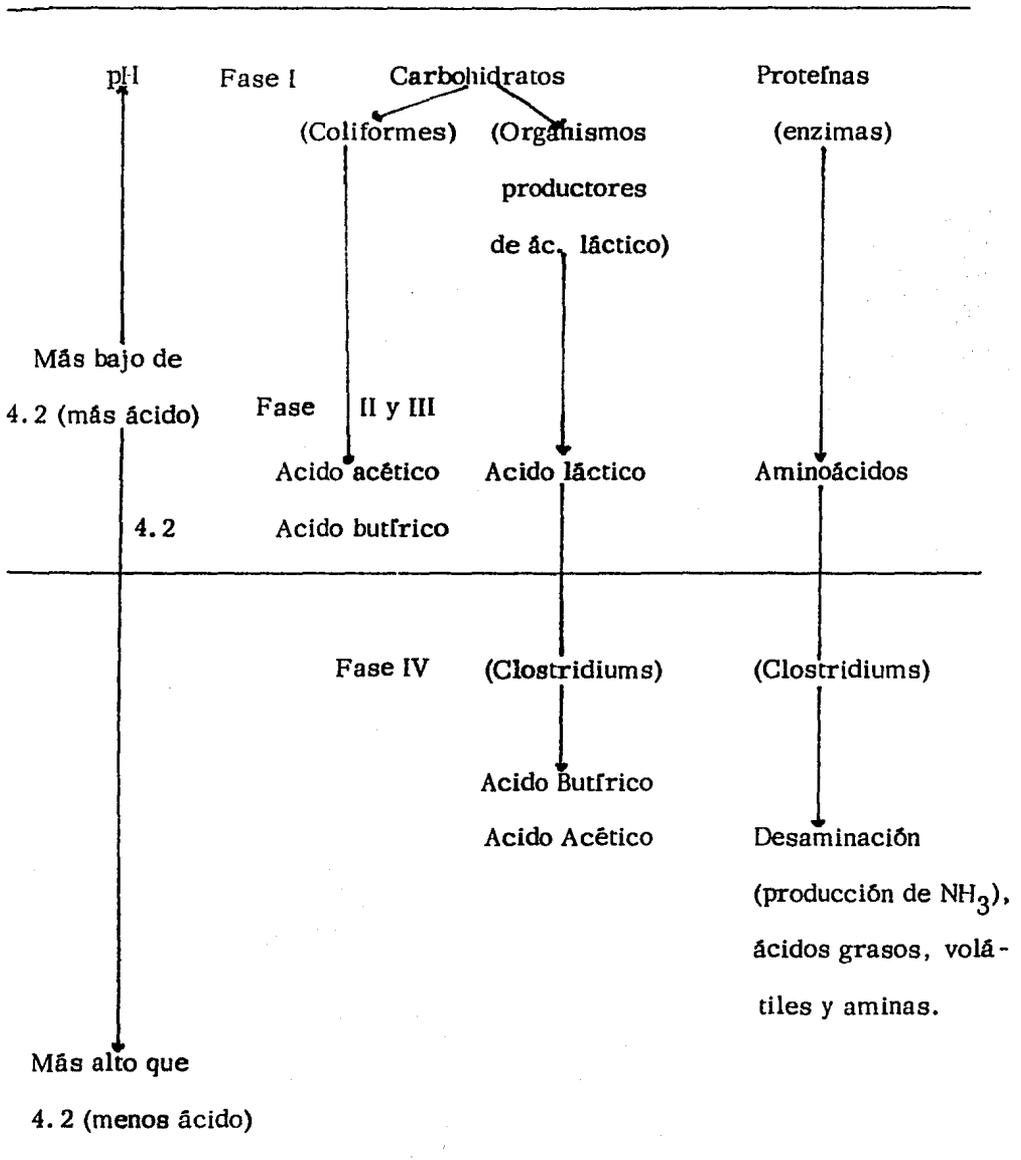
Esta puede dividirse en cuatro fases:

FASE I. - cuando se ha consumido todo el aire y oxígeno del silo, los microorganismos anaeróbicos comienzan su actividad. (48, 50) Al ser picada la planta aumenta la superficie de contacto y esto es utilizado por los microorganismos del grupo coliforme y su actividad resulta en la formación de ácido acético y butírico. (48) Al empezarse a producir el ácido acético el pH disminuye lo que inhibe a las propias bacterias que lo producen. (37, 56) Este periodo es corto y dura aproximadamente un día.

FASE II. - dura aproximadamente de 5 a 6 días. Aquí se inicia la fermentación del ácido láctico, la cual depende de los microorganismos productores de ácido láctico, lactobacilos y streptococos; a partir de los carbohidratos disponibles. (48) Ver figura III. 4.

Al comenzar a producirse ácido láctico el pH disminuye, condición que además es necesaria para evitar la proliferación de bacterias nocivas que deterioran el ensilaje. Este descenso de pH es favorecido por un material que contenga azúcares de fácil fermentación, como son los cereales o gramíneas con bajo contenido de nitrógeno. (56) El ácido láctico es la única sustancia conservadora que prolonga las cualidades del forraje. (34) Esta fase comienza a los 4 ó 5 días; durante esta fase el escurrimiento alcanza su mayor grado al cuarto o quinto día. (48)

Figura III.4 Cambios Químicos en la etapa Anaeróbica del Proceso del Ensilaje.



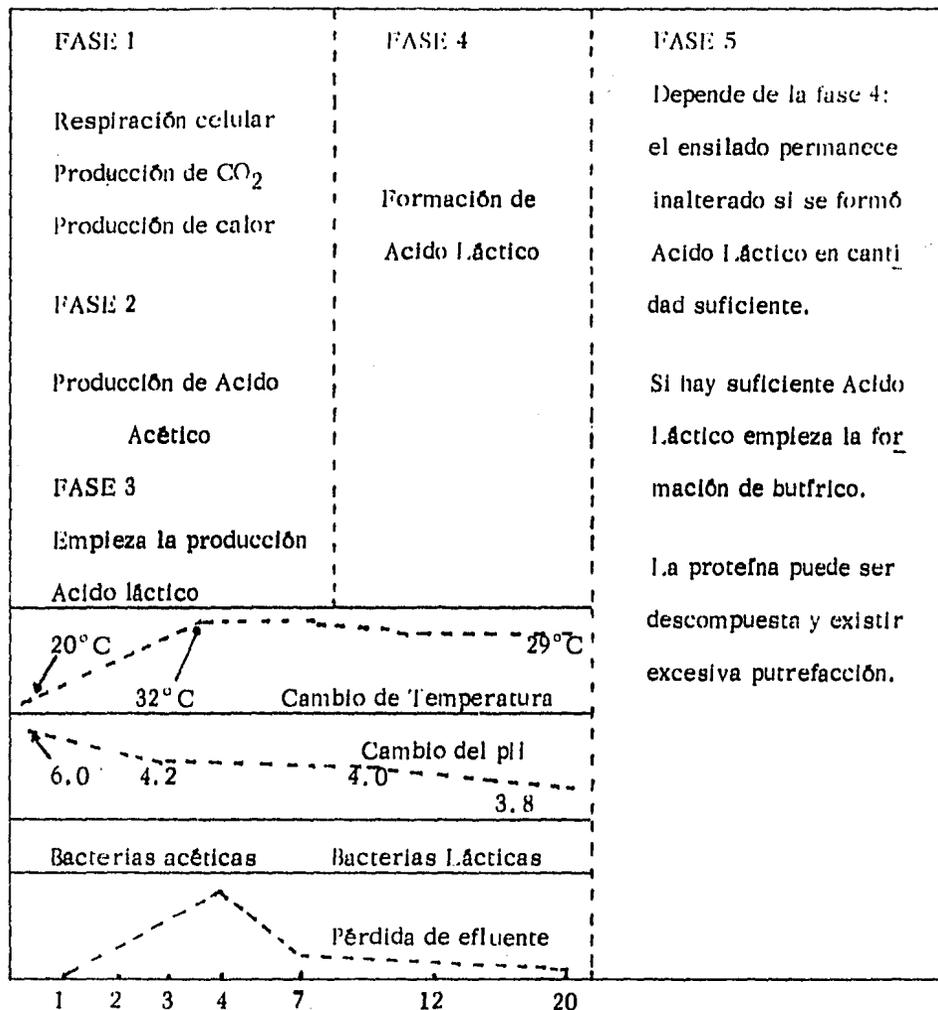
FASE III. - esta es la etapa de quietud y dura de 11 a 15 días, la producción de ácido láctico continua y alcanza su punto máximo el cual debe ser del 3 al 13% de Materia Seca (MS) y el pH es constante cerca de 4.0 de aquí en adelante no hay cambios si es que el pH se mantiene entre 4.2 a 4.0 y no se permite la entrada de aire. (48) Al alcanzar este grado de acidez las bacterias mueren y el proceso queda así complementado. (50)

Se ha determinado que un buen ensilado tiene 2% de ácido láctico, menos de 0.3% de ácido acético y nada de ácido butírico. Es importante que dicha concentración de ácido láctico esté presente ya que da lugar a una buena acidificación, además de brindarle un aroma agradable, sin menoscabo del valor nutritivo. (50)

FASE IV. - si el pH sube más de 4.2 o se permite la entrada de aire los microorganismos productores de ácido butírico convierten los carbohidratos solubles y el ácido láctico a ácido butírico, el cual es característico de un ensilaje de mala calidad. También las proteínas son degradadas en aminoácidos y éstos son degradados por desaminación. Esto ocurre a los 17 a 21 días después del llenado. Si los procesos fueran exitosamente realizados el ensilado no sufre ninguno de estos cambios y permanece constante pudiendo conservarse por 5 años. (50)

A continuación se ve en la figura III.5 un resumen de las fases que comprenden la fermentación del ensilado.

Figura III.5



Marshall, E. McCullough. (37), 1971

Las diferentes fases del proceso son gradualmente afectadas por:

1. - Temperatura.
2. - Humedad.
3. - pH.
4. - Cantidad de carbohidratos disponibles en el forraje.

1. - Efecto de la temperatura: como se ha dicho antes, la temperatura es uno de los factores relacionados con el éxito del ensilado, ya que existe una temperatura óptima para la multiplicación de las bacterias lácticas, que debe ir de los 27°C a 38°C (37), como se ve en la figura III. 6.

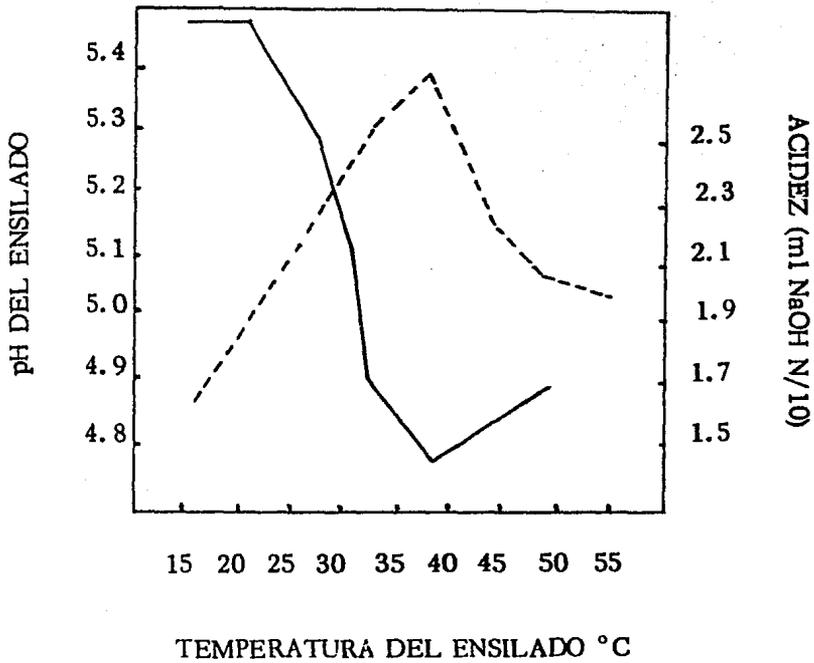
En la práctica se puede tener cierta idea de la temperatura por la apariencia del ensilado al ser destapado.

a) Subcalentado. - es de color verde parduzco, de olor fuerte y los tejidos suaves de la planta están viscosos e insípidos. El pH de la masa es de 5.0 ó mayor. (37,48) La temperatura va de 25 a 35°C.

b) Adecuado. - es de color verde brillante amarillo, de agradable olor a vinagre, los tejidos son firmes y su sabor ácido o picante indican un pH menor de 4.5. (37,48) La temperatura es de 38°C.

c) Sobrecalentado. - su apariencia está influenciada por el grado de sobrecalentamiento. El color varía de café a negro y de un leve olor a azúcar quemada - hasta de heno carbonizado. (37,48) La temperatura es mayor a los 40°C.

Figura III. 6



Influencia de la temperatura de fermentación  
en el desarrollo de la acidez.

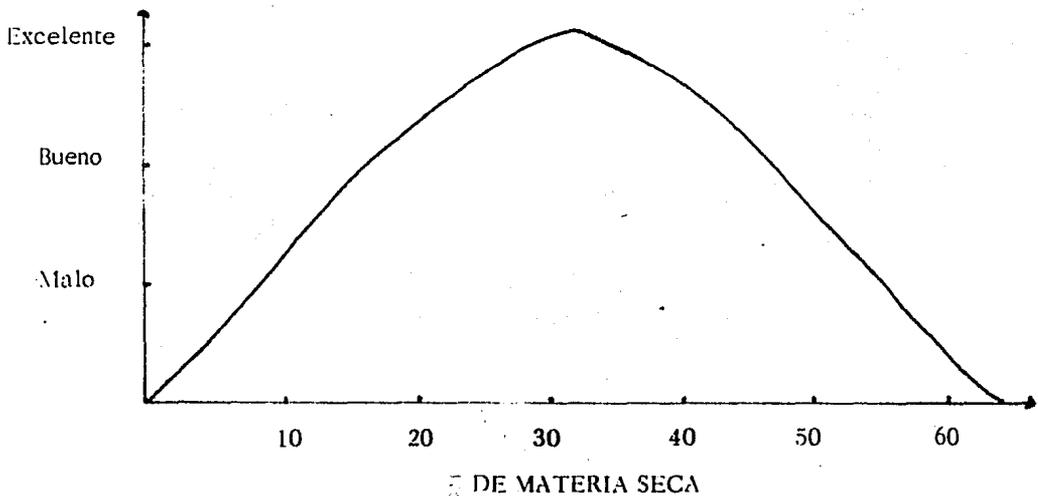
Helman, B.M. (29), 1977

Como se ha visto oportunamente, la temperatura se debe fundamentalmente a:

- 1) Respiración celular.
- 2) Velocidad y el método de llenado del silo.
- 3) Tamaño del picado.
- 4) Contenido de humedad. (48)

2. - Efecto de la Humedad: ésta juega un papel importante en la determinación de la calidad del producto final. Existen efectos negativos cuando la humedad del material es muy alta o muy baja. (48) Ver Figura III. 7.

Calidad del silo con relación a la humedad.



Rivas. G.,(48), 1978

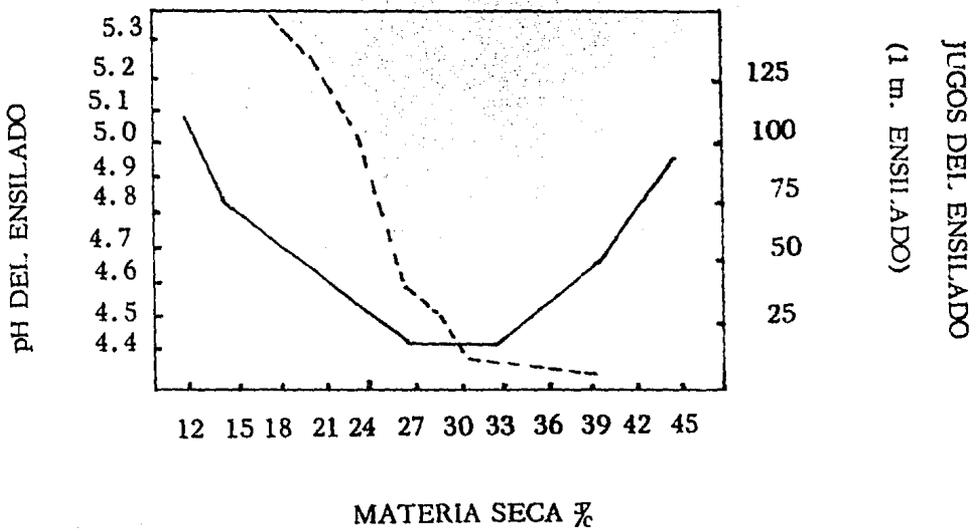
El porcentaje de materia seca en el forraje probablemente no ejerce una acción directa sobre los sucesos que acontecen en el silo. Su importancia radica en su utilidad para medida de puntos tales como estado de madurez, contenido en proteína y la dificultad de comprimir el forraje. En la figura III. 8 están representadas las relaciones entre el contenido de materia seca, el pH y la pérdida de jugos del ensilado. (37) (Debiendo indicarse que los datos de las tablas no pueden ser utilizados para calcular valores en otros ensilados).

El efecto de un contenido bajo en materia seca probablemente se haya en las bajas temperaturas que resultan de una excesiva compactación de la masa. Por el contrario, el elevado pH de ensilados con poca humedad puede ser muy bien debido a su incapacidad para controlar la temperatura anaeróbica. (37) La pérdida de jugos del ensilado sigue una variación esperada, ya que el flujo decrece cuando la materia seca aumenta. Los datos reseñados indican que el ensilado es más fácil de llevarse a cabo cuando la materia seca está comprendida entre el 25 y el 35%. (13,37)

Las investigaciones han demostrado que el promedio de fermentación y la cuenta total bacteriana son proporcionales a la cantidad de humedad presente. (48)

El efecto de la humedad se piensa que se debe a la falta de habilidad de ciertos tipos de bacterias para atacar a las células de las plantas debido a una presión osmótica mucho más alta que aquella del material seco. Los forrajes altamente secos tienden a retardar la producción de bacterias productoras de ácidos, permitiendo por lo tanto, la actividad de coliformes y otras bacterias indeseables. (48)

Figura III. 8



Influencia de la materia seca del forraje sobre el pH del jugo del ensilado durante la fermentación del ensilado.

Marshall, E. (37) 1971

3. - Efectos del pH: el pH del ensilado es una medida ampliamente usada para evaluar su calidad, pero no informa sobre el contenido y los constituyentes -- ácidos y básicos, por lo cual la fermentación ocurre sólo cuando el pH se man -- tiene en un rango específico. El máximo de crecimiento y reproducción ocu -- rre a un pH de 6.5 y la reproducción cesa a un pH de 4.5 y 8.5. Todo creci -- miento cesa y eventualmente ocurre muerte a un pH de 3.8 y 9.5 respectiva -- mente. Por lo cual las bacterias de la putrefacción y otras indeseables como -- la levadura y hongos no pueden reproducirse o crecer a un pH por debajo de -- 4.5, esto explica porque un ensilado bien hecho (pH de 4.5 - 4.0) se podrá -- mantener casi indefinidamente. Es importante hacer notar que el consumo vo -- luntario se ve disminuido con la acidez. (48)

En general la disminución del pH indica un incremento en el ácido lácti -- co, acidez total y aminoácidos, mientras que denota un menor contenido de -- ácidos volátiles.

4. - Efecto del Contenido de Hidratos de Carbono: los carbohidratos solubles -- contenidos en la planta sirven al momento del ensilado como fuente de alimen -- to (substrato) para la fermentación bacteriana. Si los niveles de carbohidra -- tos están bajos, la fermentación será pobre aún si el silo está libre de  $O_2$  y -- el pH se mantiene a los niveles deseables. A medida que la planta madura, -- los carbohidratos solubles contenidos en las hojas y en los tallos, son conver -- tidos en almidón insoluble en las semillas, por lo cual el nivel de carbohidra -- tos solubles declina. El almidón es pobremente utilizado por las bacterias --

fermentadoras del ensilado, por lo cual una planta con alto contenido en almidón pero bajo en carbohidratos solubles, generalmente resultará en un ensilado de baja calidad. (48)

En general las plantas no leguminosas contienen suficientes hidratos de carbono para una buena conservación siempre y cuando se efectue una fermentación adecuada. (37)

Aunque las forrajeras tropicales suelen tener un menor contenido de CSA que las de clima templado, con mayores niveles de radiación solar que en el clima templado son mayores las probabilidades de dejarlas secarse rápidamente en el campo antes de recogerlas, lo que reduce el riesgo de una fermentación secundaria. (58)

La disponibilidad de hidratos de carbono solubles en la materia seca del ensilado debe ser de un mínimo de 12%. (45)

Las plantas con bajo contenido de materia seca y de carbohidratos solubles son muy propensas a la fermentación secundaria (que sucede cuando el ácido láctico por fermentación da ácido butírico y la desaminación de las proteínas y los aminoácidos por bacterias clostridiales). En el Cuadro III. 9 se da un ejemplo de fermentación de pastos de clima templado y tropical cuyo contenido de carbohidratos solubles es muy diferente. (58)

5. - Efecto de los Conservadores: el agregado de conservadores de los hidratos de carbono como melaza y granos acelera la formación de ácido láctico a la vez que suministra a las bacterias una fuente de energía para que consuman más azúcares y menos proteína del ensilado. (50)

C U A D R O (III. 9)

EFFECTO DE LOS CARBOHIDRATOS EN AGUA SOBRE LA FORMA DE FERMENTACION DEL SILO

EN VERDE

	Materia seca (%)	CSA* (% del peso en verde)	pH	Ac. Láctico (% de materia seca)	Ac. Butírico (% de materia seca)	NH <sub>3</sub> -N (% del N total)	Referencia
FORRAJERA DE CLIMA TEMPLADO							
Lolium perenne	16.3	2.67	3.8	15.4	0.0	8.5	Wilson y Wilkins 1975
Medicago sativa	16.3	0.73	6.4	6.5	2.9	24.4	
FORRAJERAS TROPICALES							
Pennisetum purpureum	29.1	3.67	3.7	5.0	0.0	8.6	Tosi 1973
Panicum maximum	27.8	1.74	4.6	1.9	0.1	21.2	

\* CSA = Carbohidratos Solubles en agua.

6. - Otro de los factores que modifica la fermentación adecuada del ensilaje y su sabor es la adición de fertilizantes a los forrajes en cualquiera de las etapas de crecimiento. Esto se muestra en el Cuadro III. 10, Nótese los cambios en el pH del ensilado. (50)

**Cuadro III. 10. Influencia del abonado sobre la calidad de hierba de pradera de siega ensilada.**

Clase de abono	Calidad del ensilado	
	Calificación	Valor del pH
Ninguno	Muy buena	3.91
PK	Buena	4.40
Estiercol de establo	Aceptable	4.81
NPK	Regular	4.91
Purin	Regular	4.61
NPK + Purin	Mala	5.49

NPK = Nitrógeno, fósforo y potasio.

Romero, A.T. (50), 1976

## Capítulo 2. Forrajes propicios de ensilar en la zona tropical.

Cualquier especie vegetal herbácea puede ensilarse siempre que se efectue el corte en el momento oportuno. Sin embargo, para obtener un producto económico deberá pensarse en aquellos cultivos que rindan un gran volumen de forraje verde por hectárea. (28,29)

En las zonas tropicales los cultivos que pueden destinarse al ensilaje son varios desde el punto de vista práctico podrían dividirse en dos grupos:

a) Aquellos como el maíz, los sorgos, la soya y la caña de azúcar, que no presentan problemas especiales y pueden esperarse los mismos resultados de la fermentación que en las zonas templadas; en el Cuadro No. III.11 se dan para cada uno de ellos el momento más oportuno para el corte y el rendimiento en forraje verde por hectárea que puede esperarse.

b) Otro grupo de forrajes específicamente de regiones tropicales como el Zacate Rhodes (Chloris gayana, Kunt), el Pasto Elefante (Pennisetum purpureum), Zacate Guinea (Panicum maximum), Pasto Bermuda (Cynodon dactylon), Zacate Merkerón (Pennisetum merkeri), Zacate Panizo Azul (Panicum antidotale Retz), Zacate Honduras (Ixophorus unisetus Schlecht), Zacate Guatemala (Tripsacum

**Cuadro III. II Forrajeras para ensilar en regiones tropicales.**

Especie	Momento del corte	Rendimiento en materia verde por ha.	
		1er. corte	2o. corte
Sorgos forrajeros	Antes de panojar	30-60 ton.	
Maíz	Granos en estado lechoso	40-50 ton.	
Caña de azúcar	Ocho a diez meses de vegetación	40-80 ton.	
Soya	Granos pasta blanda	18-20 ton.	

Helman. M.B. (29), 1977.

laxum), y otros similares pueden ensilarse si bien presentan algunos problemas. El momento de corte para ensilar estas forrajeras debe ser antes de la encañazon para evitar el exceso de fibra y pueden esperarse rendimientos variables entre 15 y 30 toneladas de forraje verde por hectárea según las especies y condiciones. (29)

Estas especies presentan algunos problemas específicos, siendo los principales:

a) Dificultad para excluir el aire. Aunque la compresión sea intensa es difícil excluir el aire, como consecuencia la fermentación es a alta temperatura y la densidad del producto final menor que la del ensilaje obtenido con forrajes de zonas templadas. El metro cúbico llega a pesar 500 a 600 kg. (29)

b) La fermentación en las especies tropicales no llega a formar más del 1% de ácido láctico. (29)

c) Para que al ensilar estas especies haya una adecuada producción de ácido láctico puede agregarse melaza en dosis superiores a las de regiones templadas, recomendándose entre 7 y 30 kg por tonelada de forraje verde. (29)

d) El premarchitamiento de las plantas antes de ensilar resulta una práctica útil pues el producto final contiene una menor proporción de ácido butírico y por lo tanto su calidad como alimento es superior. (29, 59)

e) El consumo de ensilaje de estas especies es inferior al consumo de las mismas especies en forma de heno o en verde. (29)

f) Las gramíneas y leguminosas tropicales suelen contener menos carbohidratos solubles que las de climas templados. por lo que el peligro de fermentación secundaria cuando se ensilan sin secar puede ser considerable. (59)

g) Otro problema que puede presentarse con los forrajes ensilados con un contenido relativamente alto de materia seca o con una temperatura ambiente elevada es el daño causado por el calor a la fracción protéica, con la consiguiente disminución de la digestibilidad del nitrógeno. (59)

La probabilidad de conseguir una buena conservación durante el ensilado puede aumentarse a través de la elección apropiada de forrajes. (59)

A) A continuación se describen los forrajes más propicios de ensilar en la zona tropical.

#### MAIZ: (Zea mays)

Entre los cultivos de cereales, probablemente el maíz sea la planta más popular para ensilar. Para obtener buenos rendimientos por hectárea, se debe cortar cuando la materia seca se encuentra entre 30-36% ó sea después de la formación de las espigas. (8,48) Si el contenido de materia seca es menor del 30% podría haber pérdidas considerables por escurrimiento de líquidos, y si es mayor del 36%, la compresión del forraje será difícil y con facilidad se tendrá la presencia de aire. (8) En el estado lechoso-masoso la proporción de carbohidratos solubles fermentables es alta y la cantidad de proteínas es relativamente baja, esto quiere decir que en ese momento las condiciones son favorables para obtener una rápida producción de ácido láctico. (48)

El ensilaje bien hecho contiene aproximadamente el 27% de materia seca y un 18% de nutrientes digeribles, incluyendo 1.2% de proteína digerible, la densidad del ensilaje varía naturalmente con la composición del cultivo y con el grado de compactibilidad; mientras más húmeda sea la cosecha y mayor la profundidad del silo, mayor será la densidad del ensilaje, existiendo valores promedio de 560 a 720 kg/m<sup>3</sup>. (48)

#### SORGO: (Sorghum vulgare)

En las zonas tropicales secas es un cultivo bueno que representa importancia en la obtención de grano y forraje. Los sorgos azucarados suelen alcanzar una altura hasta de 1.80 m., los tallos son suculentos y dulces y con ellos se logra un ensilaje excelente después de que las semillas han madurado. (48) Dichos ensilajes no contienen más ácido que los preparados con maíz y son muy apreciados por el ganado. (40) Un buen sistema para determinar si el sorgo dulce es bastante maduro para ensilar, es retorcer los tallos con la mano, si se hace visible un poco de jugo sobre el tallo retorcido, se ha llegado a la fase oportuna para ensilar. (40)

#### SOYA: (Soja max)

Las leguminosas son ricas en proteínas cuando se ensilan y no contienen

suficientes carbohidratos solubles, lo que dificulta este proceso por los medios ordinarios, haciéndose necesaria la adición de azúcar o ácidos para evitar la fermentación butírica y la descomposición. (48)

Otra opción es hacer una mezcla de soya verde con forraje de maíz o sorgo que nos da un ensilaje de primera calidad sin necesidad de agregar ningún preservativo. La proporción recomendada es una tonelada de soya por 2 a 4 toneladas de maíz.

#### CAÑA DE AZÚCAR: (Saccharum officinarum)

Debido al alto contenido de carbohidratos de la caña de azúcar se ha informado que se produce una elevada fermentación alcohólica durante el proceso de ensilaje y bajo estas condiciones se ha demostrado que el consumo por animal de la caña de azúcar ensilada disminuye significativamente. (46) Por lo tanto se ha establecido que la adición de NaOH a la caña de azúcar fresca o ensilada incrementa el consumo pues se controla la producción de alcohol en el silo. (23)

En experimentos realizados en borregos comparando dos tipos de picado para ensilar, uno llamado grueso, realizado con una picadora convencional de forraje (10cm. tamaño de trozo aproximadamente) y otro llamado fino efectuado con un molino tipo Chetumal (3 cm. tamaño de trozo aproximadamente), la caña cuando fue picada finamente presenta mejores porcentajes de digestibilidad de materia seca así como incremento significativo de consumo de materia seca. Ver cuadro III. 12 (12)

**C U A D R O (III. 12)**

**DIGESTIBILIDAD APARENTE IN VIVO (%), CONSUMO VOLUNTARIO  
(g) DE LA CAÑA DE AZÚCAR ENSILADO EN 2 TIPOS DE PICADO  
Y PESO CORPORAL (KG) DE LOS BORREGOS ( $\bar{X} \pm DE$ )**

	PICADO FINO	PICADO GRUESO
Materia seca	51.1 $\pm$ 1.8a	38.5 $\pm$ 4.7b
Extracto etéreo	65.1 $\pm$ 5.7a	69.7 $\pm$ 2.4a
Fibra cruda	36.7 $\pm$ 5.9a	30.8 $\pm$ 6.4a
E. L. N.	63.9 $\pm$ 2.0a	56.1 $\pm$ 3.6b
Consumo diario de materia seca		
Por borrego	517.0 $\pm$ 24.5a	400.3 $\pm$ 71.1b
Peso corporal inicial	35.8 $\pm$ 2.1a	37.1 $\pm$ 0.7a
Peso corporal final	39.7 $\pm$ 1.6a	34.1 $\pm$ 2.6a

Para cada parámetro, valores con diferente literal son estadísticamente diferentes ( $P < 0.01$ ).

Castellanos, F.A. y Barradas, V.H. (12) 1980.

## PUNTAS DE CAÑA.

Se recomienda para poder utilizarse todo el año, donde el corte o zafra es de corta duración, sin embargo el ensilaje resultante es de muy mala calidad cuando las puntas están muy secas (más de 30% de materia seca), por lo cual se le puede agregar melaza pero si las puntas de caña tienen 22% de materia seca se puede obtener un buen ensilaje sin agregar miel. (48)

## ZACATE ELEFANTE: (Pennisetum purpureum)

Este pasto es cultivado en regiones tropicales como Tabasco, Chiapas y Campeche, se desarrolla como la caña de azúcar, pues alcanza hasta 3.6 m.; cuando la cosecha se levanta en forma adecuada puede llegar a rendir de 30 a 35 toneladas de ensilaje/hectárea/corte, y se le dan de 5 a 9 cortes por año. Entre las gramíneas tropicales, el zacate elefante y el zacate pangola suelen tener mayores concentraciones de carbohidratos solubles que las demás. (59)

Debido a que en su madurez se hace leñoso, el corte debe realizarse cuando tiene una altura de 0.80 a 1.00 m. Alcanza su contenido máximo en proteína a los 18 ó a los 30 días. (48)

## ZACATE MERKERON: (Pennisetum merkeri)

Este es un híbrido del elefante por lo cual lo encontramos en zonas tropicales y subtropicales húmedas. Se ha observado que da mayor rendimiento que el elefante. (48)

El ensilaje debe hacerse en verano cuando el merkerón alcanza su mayor crecimiento o sea cuando alcanza la altura de 3 a 4 m. Cuando la cosecha se levanta en forma adecuada, se pueden obtener de 50 a 60 toneladas/hectárea/corte, y se le dan de 5 a 9 cortes por año. (48)

#### ZACATE BERMUDA CRUZADA: (Cynodon dactylon)

En experimentos realizados en el Instituto de Ciencia Animal de la Habana Cuba, de acuerdo con los resultados obtenidos, la bermuda cruzada cortada a 6 semanas de rebrote ofrece las mejores características para ensilarla, así mismo se vió que no había diferencias significativas por el uso de urea y miel como aditivos o no usar aditivos. (17)

#### PASTO ESTRELLA AFRICANA: (Cynodon plectostachyum)

En el Africa Oriental el ensilaje del pasto estrella ha sido fácil de preparar y su digestibilidad es intermedia entre la del pasto fresco y el heno. (1) - Ver Cuadro No. III. 18 En el tema de Parámetros de Producción.

Además los forrajes tropicales, en estas zonas también son propicios de ensilar subproductos agrícolas como residuos de cosechas que pueden ser utilizados en la alimentación de bovinos lograndose generalmente moderados niveles de producción que se pueden mejorar sustancialmente según el nivel de suplementación y tratamientos químicos a que pueden someterse, entre estos tenemos:

- Broza de algodón.

- Parte aérea del maíz.

Que ha dado resultados iguales o superiores al promedio de digestibilidad de forrajes ensilados de mediana o alta calidad.

- Rastrojos de maíz y sorgo.

Que se pueden utilizar en forma fresca, picada con melaza o como ensilaje. El cultivo del maíz en el trópico ocupa unas 47.5 millones de hectáreas (40% del mundial). Se han registrado resultados comparables al ensilaje de maíz cuando el rastrojo ensilado fue suplementado con torta de algodón y urea a fin de cubrir los requerimientos protéicos de los bovinos. Ver Cuadro III. 13 El cultivo de sorgo alcanza unos 26.5 millones de hectáreas (60% del mundial).

- Paja de arroz.

Del total mundial, el 46% del arroz se cultiva en las regiones tropicales (65.5 millones de hectáreas). La baja digestibilidad de cerca de 35% de la materia orgánica puede aumentarse hasta 50% con predigestión con hidróxido de sodio al 1%.

- Hojas de plátanos.

Estos se cultivan casi exclusivamente en trópico, dejando un residuo (hojas) que contiene aproximadamente 10-15% de proteína, han dado buenos resultados en la producción de leche y alimentación de terneros. Sin embargo su baja aceptabilidad y los problemas de cosecha de las hojas puede limitar el uso práctico de este residuo.

Cuadro III. 13 Suplementos protéicos y ensilaje de maíz o de rastrojo de maíz para bovinos<sup>a</sup>.

Ración diaria	Promedio ganancia g.	Conversión alimentación
Ensilaje de maíz + 1.2 kg suplemento protéico <sup>b</sup>	710	7.7
Ensilaje de rastrojo de maíz + 1.8 kg suplemento protéico	760	12.4

<sup>a</sup> Cabezas, 1974

<sup>b</sup> Basado en torta de algodón y urea

Garza, F.I. (22), 1980

- Cogollo de caña.

Puede ser utilizado en forma fresca o ensilado en la alimentación de los bovinos, pero siempre ha sido necesaria una suplementación con proteína o nitrógeno no protéico incorporados en alguna fuente de hidratos de carbono rápidamente fermentables, para lograr moderadas ganancias en bovinos de engorda de 200-300 g/día.

- Partes aéreas de la yuca.

Se cultiva exclusivamente en el trópico y existe poca información sobre su uso en la alimentación de rumiantes. (15)

B) Subproductos agroindustriales que pueden ser utilizados por los bovinos en varias etapas de producción.

Bagazo de caña, afrecho de piña, contiene 90% de humedad por lo que puede ser ensilado con otros alimentos con alto contenido de materia seca.

(15)

C) Subproductos de las Frutas.

Estos subproductos son ingredientes normales en las dietas de los animales en el trópico y pueden ser utilizados frescos o ensilados. Debido a su alto contenido de humedad es recomendable ensilarlos como medio de preservación. (15)

- Pulpa de café.

Tiene el inconveniente de que el consumo y la ganancia de peso son inversamente proporcionales al incremento de la pulpa en la ración, y el secado. El ensilado aparentemente no cambian estos efectos adversos.

- Plátanos de rechazo.

El ensilaje se prepara usando partes iguales de bananos y forraje picado con un 1.5% de melaza.

D) Nitrógeno no Protéico.

Se han experimentado ensilajes de estiércol de los animales de granja -- para la alimentación de los rumiantes.

- Gallinaza.

En términos tanto nutricionales como económicos, el estiércol de las -- aves de corral presenta el valor más elevado y el del ganado bovino el más bajo. Idealmente, el ensilado de estiércol debe efectuarse en el momento en que el -- encamado se extrae de los corrales avícolas. Aunque la mezcla de estiércol -- con subproductos agroindustriales estacional como la pulpa de cítricos, orujo de uva y residuos vegetales puede dar ensilados de mejor calidad se ha demog -- trado que el estiércol puede ensilarse añadiendo solamente agua. El estiércol de las aves puede utilizarse para la alimentación de los rumiantes a condición de que no contenga patógenos (Salmonella, Proteus), aflatoxinas o medicamentos. Experimentos realizados en Chipre con vacas alimentadas con 12 kg de -- heno (6 kg de alfalfa y 6 kg de heno cereal), más una mezcla concentrada con -- vención de productos lácteos durante un período de 66 días se sustituyeron -- 2 kg de concentrado por 6 kg de ensilado de estiércol de corral con 37.5% de -- materia seca, no se registraron diferencias importantes entre el rendimiento de leche de las vacas que se les sustituyó el concentrado por ensilaje, y va--

cas que no se les hizo tal sustitución. (26)

En un experimento realizado con dos grupos de ovinos en etapa de crecimiento unos recibiendo ensilaje de maíz y el otro ensilaje de punta de caña con gallinaza no se encontró diferencias significativas en cuanto a ganancia de peso y conversión alimenticia. (30)

- Estiercol de bovino.

Los trabajos de Anthony en los últimos años en los Estados Unidos, han demostrado que las excretas de bovinos en confinamiento pueden convertirse en un valioso alimento para los animales al mezclarse con concentrados y forraje y ensilarse anaerobicamente. (6) Sin embargo, Hardy y Elias en experimentos realizados en Cuba con ensilajes de excreta de bovino, miel fina y forraje deshidratado o bien urea más los demás ingredientes del ensilaje obtuvieron resultados que sugieren la ventaja de usar urea en el ensilaje como fuente de nitrógeno no protéico. (27)

- Estiercol de cerdo.

Debido a los peligros de salud ocasionados por los microorganismos patógenos del estiercol del cerdo para poder ser utilizados para la nutrición animal deben ser procesados, y el método más efectivo y barato resulta ser el ensilado. (33)

### Capítulo 3. Características de un buen ensilaje.

Para lograr un buen ensilaje. se deben seguir los siguientes criterios en general, salvo excepciones específicas:

- Cortar la planta cuando tenga 70 ó menos por ciento de humedad.
- Que el grano se encuentre en un estado semi-masoso.
- Que se corte el forraje en pedazos de 1-3 cm.
- Que el forraje se vacie en el silo en capas de 50 cm. ó menos y se haga una buena compactación.
- Que cuando se ensilen forrajes que no sean cultivados para producir granos (como lo son el sorgo, maíz, avena, cebada, etc.) o bien cuando se ensilen leguminosas o mezclas, se adicione melaza al 4% en base a peso o bien cualquier otro aditivo. Esto se debe a que estas gramíneas y las leguminosas forrajeras no cuentan con la suficiente cantidad de carbohidratos y por lo tanto cuando no se agrega algún aditivo, la fermentación es inadecuada (no se consigue el pH de 4.0 a 4.5, tampoco una fermentación láctica), por lo que las pérdidas son de consideración.
- Que se llene el silo lo más pronto posible (máximo 6 días y que se selle, lo que puede hacerse mediante un plástico y una capa de tierra sobre este).
- Que el silo no se abra antes de 21-30 días. (38)

A continuación se describe como evaluar un ensilado, basándonos en sus características organolépticas: (la muestra se debe tomar por lo menos a 50-cm. de la superficie en un lugar que no haya tenido contacto con el aire).

Categorías según suma de las tres puntuaciones a considerarse (olor, color y consistencia). Escala arbitraria.

1. - Muy buena	20-18
2. - Buena	17-14
3. - Aceptable	13-10
4. - Regular-Mala	9-5
5. - Alterada	4-0

OLOR: no debe ser demasiado penetrante. En el caso del exceso de ácido butírico el olor desagradable limita el consumo y puede incorporarse a la leche. El olor a proteína en putrefacción o amoníaco, ocurre en ensilajes con mucha agua y valores altos en proteína. (1)

Puntuación según el olor del ensilaje:

- |                                                                                                                                  |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| a) Exento de ácido butírico, aceptablemente ácido, aromático a fruta y a pan.                                                    | 14 pts. |
| b) Olor butírico débil (prueba de los dedos)** o bien intensamente ácido, penetrante y poco aromático o bien débil aunque agrada | 8 pts.  |

ble a tostado en el ensilado previamente desecado.

- c) Olor regular a ácido butírico o bien olor a tostado acusado frecuentemente penetrante o bien a moho. 4 pts.
- d) Olor butírico intenso o bien olor amoniacal o bien olor ácido soso y muy débil. 2 pts.
- e) Olor fecal y putrido o bien intenso olor a moho pútrido. 1 pts.

**\*\* La prueba de los dedos para el ácido butírico se refiere a tomar una muestra del ensilado con los dedos, y esperarse a que se seque y oler, si hay ácido butírico queda un olor a manteca rancia en los dedos. (50)**

**COLOR:** el color del buen ensilaje debe aproximarse al verde, o verde que ha sufrido una decoloración algo amarilla pero no café. Café oscuro o negruzco indica exceso de calentamiento y fermentación aeróbica. En ocasiones ocurre un defecto en forrajes con mucha agua, en que el silo sale con un verde intenso, pero descubre su mala calidad el olor. (1)

Puntuación según el color del ensilaje:

- a) Color del ensilado igual al del producto final. 2 pts.

- |                                                                                                                      |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| b) Color poco alterado, ligeramente amarillo hasta castaño.                                                          | 1 pts. |
| c) Color muy alterado, verde meftico, o bien decolorado de tono amarillo pálido o enmohecimiento bien evidente. (50) | 0 pts. |

**TEXTURA:** la presencia de tallos gruesos, material leñoso, inflorescencias que indiquen madurez excesiva del material ensilado, se pueden descubrir al tacto. (1)

**Puntuación según la consistencia del ensilaje:**

- |                                                                                                                        |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| a) Consistencia conservada de tallo y hojas.                                                                           | 4 pts. |
| b) Consistencia de las hojas alteradas.                                                                                | 2 pts. |
| c) Consistencia de hõjas y tallos muy afectadas, viscosa , mucosa o bien leve aparición de mohos o bien ensuciamiento. | 1 pts. |
| d) hojas y tallos podridos intensamente enmohecidos o bien muy sucios.                                                 | 0 pts. |

**ACIDEZ:** los buenos ensilajes generalmente poseen un pH menor a 4.5. El ácido láctico es deseable y es caracterfstico de buenos ensilajes en porcentajes de 2.5 a 8%. El ácido butfrico es indeseable y no debe aparecer en más de 0.5%. (1) Ver Cuadro III. 13

**HUMEDAD:** el buen ensilaje requiere de un contenido de 65 a 75% de agua. (1)  
Para determinar la humedad se toma el forraje picado en la mano y se comprime gradualmente para formar una bola. (15) Ver dibujos p. p. 87-90.

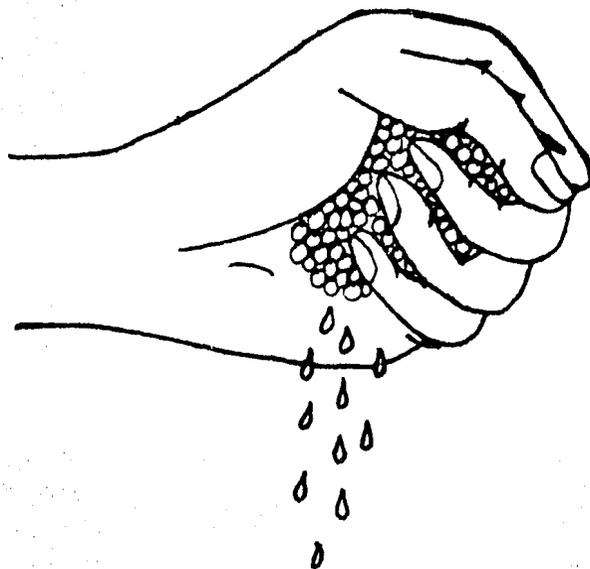
Cuadro III. 13 Características de un buen ensilaje u Horneado.

PARAMETROS	BUENA CALIDAD	MALA CALIDAD
PH	4.0	5.5
Ac. LACTICO*	8.5	1.1
Ac. ACETICO	1.5	3.0
Ac. BUTIRICO	0.5	3.5
NITROGENO AMONIACAL	1.0	4.0
COLOR	VERDE O AMARILLO	OSCURO
OLOR	AGRADABLE	PODRIDO FECAL O AVINAGRADO
APARIENCIA	AUSENCIA DE HONGOS	PRESENCIA DE HONGOS
HUMEDAD	68%	71% 65%
SABOR	AGRADABLE	GENERALMENTE NO LO ACEPTA EL GANADO

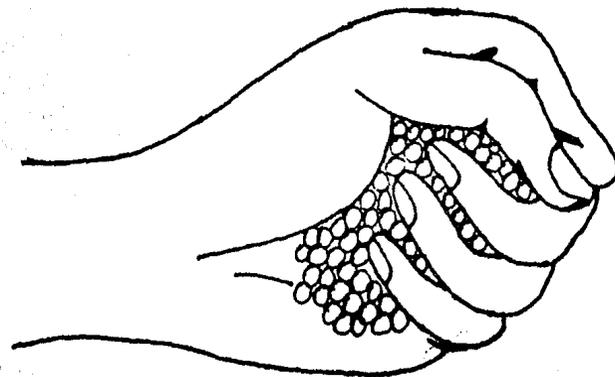
\* PORCENTAJE EN M.S.

Manual de Silos y Conservación de Forrajes. (34), 1981.

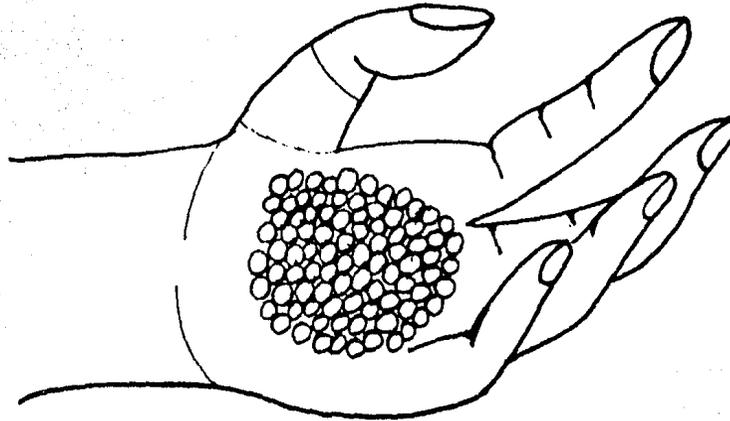
1. - Si la presión de la mano al formar la bola logra producir jugo, el forraje tiene más de 75% de humedad y no está listo para ensilarse.



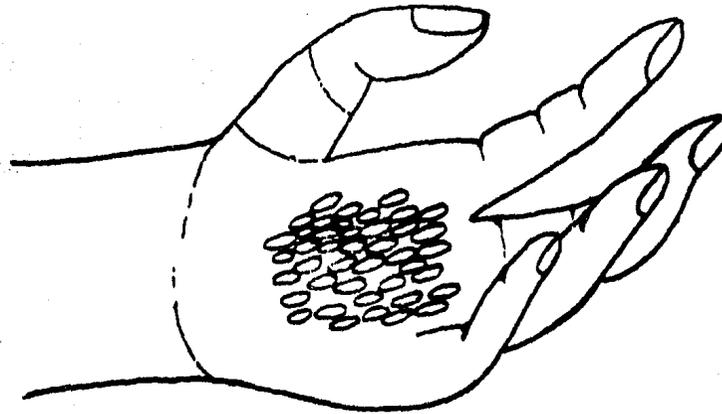
2. - Si la bola mantiene su forma y apenas se humedece con jugo, tiene entre 70 y 75% de humedad que puede ser adecuado para maíz, pero no para -- pastos.



3. - Si la bola se desbarata despacio y no aparece ningún jugo, contiene entre 60 y 70% de humedad, ideal para ensilar.



4. - Si la bola se desbarata rápidamente como si tuviera un resorte interno, el forraje es de menos de 60% de humedad y difícil de ensilar.



#### Capítulo 4. Parámetros de Producción de los ensilados.

La conveniencia de la producción en gran escala de forraje ensilado y su menor dependencia del estado del tiempo han hecho que su uso aumente considerablemente en los últimos veinte años. En zonas de clima templado, los animales alimentados con forrajes ensilados alcanzan niveles de producción de leche superiores a aquellos que se alimentan con pasto seco de la misma especie. (58)

En general la producción ganadera en el trópico es pobre y se basa mayormente en lo que pueden producir los pastos en su forma natural. Esta producción alcanza entre un 15 a un 25% de lo que se logra en los países desarrollados de clima templado. (15) La mayor parte de la ganadería de los países tropicales comprende explotaciones extensivas con pastos de pobre calidad y rápida maduración, que ofrecen escasamente al ganado los nutrientes para su mantenimiento durante la mayor parte del año. Esta situación se encuentra -- agravada por los problemas existentes de manejo, enfermedades y parasitosis que hacen aún más bajas sus tasas productivas y reproductivas. (15) Ver Cuadro No. III. 14

Asimismo los suelos tropicales son generalmente ácidos, de baja capacidad de intercambio catiónico, bajo contenido en materias orgánicas, con capa arable delgada, mal drenaje interno y fácilmente erosionables. Una clasificación de los suelos según sus características demuestra que el 72% son lixivados y poco profundos. (32,15) Ver Cuadro III. 15

Más aún las altas temperaturas del trópico pueden actuar como limitantes de la producción ganadera ya que insiden directamente en la digestibilidad de la materia seca, reducen el consumo voluntario cuando exceden de 27°C - limitando la producción y por encima de 30°C disminuyen la utilización de la energía consumida, afectando la eficiencia reproductiva. (15)

Sin embargo, a estos factores negativos se contraponen la posibilidad de duplicar la producción forrajera a través de una mayor cantidad fotosintética de las plantas, señalándose que el crecimiento máximo de las gramíneas para los climas templados oscila entre 13.4 y 23.1 g/m<sup>2</sup>/dfa y para los trópicos entre 16.8 y 54.0 g. (15)

También las gramíneas tropicales son más eficientes en la utilización de la energía radiante, a través de el ciclo del carbono y nivel de saturación de luz más favorables. (15) Ver Cuadro III.16

El 73% de las áreas tropicales reciben más de 300 mm. de lluvias al año, cantidad mínima a partir de la cual puede haber cierto desarrollo ganadero basado en los pastos. (15)

En México el número de silos en funcionamiento en los últimos años de muestra el poco apoyo que el gobierno ha tenido para la construcción de silos. Ver figura III.34.

En el presente subcapítulo analizaremos en base a figuras y cuadros ; - si en el trópico es conveniente llevar a cabo el proceso del ensilaje, o bien - si es más redituable llevar a cabo otras prácticas de alimentación del ganado en las épocas críticas.

**C U A D R O (III. 14)**

**RANGOS PRODUCTIVOS DEL GANADO BOVINO  
EN LOS TROPICOS**

<b>R A S G O S</b>	<b>E S T I M A D O S</b>
Tasa de nacimiento	35 a 50%
Mortalidad	15 a 25%
Edad al primer parto	3 a 4 años
Edad de sacrificio	5 a 6 años
Carga	0.2 a 0.5 cabezas/ha.
Pérdidas de peso en la estación seca	25 a 55 Kg.
Ganancias de peso/cabeza/año	65 a 85 Kg.
Ganancias de peso/ha/año	15 a 45 Kg.
Producción de leche/vaca/año	500 a 700 litros
Tasa de extracción	7 a 20%

Chicco, C.F. y Schultz, E.: (15) 1978.

**C U A D R O (III. 15)**

**DISTRIBUCIONES DE TIPOS DE SUELOS  
EN LOS TROPICOS**

TIPOS DE SUELOS	DISTRIBUCION %
Suelos ricos en bases	20.0
Suelos lixiviados	55.5
Suelos poco profundos	17.0
Suelos aluviales	7.5

Chicco, C.F. y Shultz, E.: (15) 1978.

**C U A D R O    (III. 16)**

**RADIACION SOLAR, RENDIMIENTO DE MS Y CONVERSION DE  
ENERGIA REGISTRADAS EN LOS DIFERENTES CLIMAS DEL MUNDO**

C L I M A S	Producción total de radiación cal/cm <sup>2</sup> /día	Producción de MS con altas dosis de fer- tilización T/ha./año	Conversión esti- mada de la ener- gía de la luz, %
Templado	290-510	16.7-26.6	1.8-3.0
Subtropical	510-580	20.1-31.9	1.3-1.9
Tropical	400-510	31.5-85.2	2.0-5.4

Chicco, C.F. y Shultz, E.: (15) 1978.

## C U A D R O (III 17)

### FACTORES QUE INFLEYEN EN LA FERMENTACION DEL ENSILAJE

#### FORRAJE COSECHADO

- Contenido de materia seca
- Capacidad amortiguadora
- Suministro de carbohidratos
- Estructura de la planta
- Condiciones atmosféricas

#### VALOR ALIMENTICIO

PROCESO DE  
ENSILAJE

#### PERDIDAS DE NUTRIENTES

#### TECNOLOGIA

- Construcción del silo
- Métodos de cosechas
- Control del aire
- Aditivos
- Densidad en el silo
- Cierre hermético del silo

Cullough, Mc. M.E. (14) 1977.

En la figura III. 17 se ilustran los principales factores que influyen en la fermentación del ensilaje. El buen resultado en la manipulación de los factores que aporta el cultivo y la tecnología del ensilado, ejercen una notable influencia en las pérdidas constantes que se producen en el silo, y en el valor nutritivo del ensilaje resultante. (13).

**C U A D R O    (III. 18)**

**DIGESTIBILIDAD DE ALFALFA Y PASTO ESTRELLA  
(CYNODON. PLECTOSTACHYUM) EN TRES ESTADOS DIFERENTES**

	V E R D E		E N S I L A D O		H E N O	
	%		%		%	
	I	II	I	II	I	II
Proteína cruda	83	60	79	48	75	45
Grasa cruda	60	56	67	66	44	59
Extracto Libre de Nitrógeno	77	56	55	51	71	48
F i b r a	51	56	61	62	56	54
Materia Orgánica	71	56	71	57	66	50

I Alfalfa

II Estrella

Alba J. (1) 1977.

El proceso del ensilaje no mejora ningún forraje en su valor nutritivo. Si se mete un buen forraje al silo se obtendrá un buen ensilaje y si se usan pastos macizos, de mala calidad, el ensilaje resultará de mala calidad. En realidad hay una pérdida inevitable en el proceso de ensilado. Pérdida total de material así como pérdidas de digestibilidad, si bien en algunos casos se mejora la digestibilidad de la fibra cruda. Pero las pérdidas de todo buen ensilaje son meno-

res que las que ocurren en la elaboración de heno. Esto se ilustra en los datos obtenidos para digestibilidad de alfalfa y pastro estrella. (1)

**C U A D R O (III. 19)**

**ENERGIA DIGESTIBLE Y CONSUMO DE MATERIA SECA  
DE PLANTA DE MAIZ EN VERDE Y EN ENSILAJE**

ESTADO DE MADUREZ	ENERGIA DIGESTIBLE		CONSUMO EN MATERIA SECA	
	EN VERDE*	EN ENSILAJE	Kg./100 peso vivo	Kg. de vivo
Primer estado de grano	71.3	-	2.03	-
Grano lechoso	71.3	71.5	2.10	1.48
Grano en masa	71.3	-	2.51	-
Masa firme	71.3	69.4	2.39	1.89
Principio endurecimiento	71.3	-	2.45	-
Grano firme	71.3	66.7	2.75	1.77

\* Promedio de valores al no encontrar diferencias significativas en diferentes edades.

Alba J. (1) 1977.

Se considera que el consumo voluntario de ensilaje en términos de materia seca es mayor mientras menos agua tiene el ensilaje, por lo menos hasta los niveles de 35% de materia seca. En ciertos ensila-

jes de muy buena calidad, se ha probado que se logra obtener un consumo igual que el mismo forraje en forma de heno. Sin embargo la gran mayoría de los datos indican que el consumo voluntario del ensilaje es menor que el pasto verde o del heno. (\*)

### C U A D R O (III. 20)

#### COMPORTAMIENTO DE VAQUILLAS HOLSTEIN ALIMENTADAS CON ENSILAJE DE MAIZ FORRAJERO O DE CAÑUELA DE MAIZ

	Maíz completo		C A Ñ U E L A			
			S O L A		con NaOH	
	%		%		%	
Peso inicial, Kg.	180.93 <sup>±</sup>	18.0a	181.50 <sup>±</sup>	18.1a	180.62 <sup>±</sup>	18.9a
Ganancia promedio diaria, Kg.	0.679 <sup>±</sup>	0.10a	0.538 <sup>±</sup>	0.04b	0.651 <sup>±</sup>	0.04a
Consumo promedio diario de alimento, Kb. base seca						
E N S I L A J E	4.20 <sup>±</sup>	0.29b	3.78 <sup>±</sup>	0.35b	4.72 <sup>±</sup>	0.56a
A L F A L F A	1.67		1.67		1.67	
Consumo diario de proteína, g.	688.9 <sup>±</sup>	22.7a	554.4 <sup>±</sup>	18.9c	599.9 <sup>±</sup>	28.0b
Relación de eficiencia proteica	0.99 <sup>±</sup>	0.35b	0.97 <sup>±</sup>	0.32b	1.08 <sup>±</sup>	0.552a

(\*) a, b, c. Para cada parámetro, valores con distinto literal son desiguales estadísticamente (P = 0.05)

Garza, F.J., Bernal S.M., González, R.F. & Shimada, A.S. (22) 1980.

En este Cuadro se observa como la cañuela de maíz adicionada con NaOH alcanza mayores niveles de comportamiento (ganancia de peso diario, consumo promedio diario), así como mejor digestibilidad que el ensilaje de cañuela sola y aún que el ensilaje de maíz forrajero, lo que muestra que un ensilaje deficiente si se adiciona adecuadamente puede convertirse en buen ensilaje que en este caso según las tablas del N.R.C., 1971 llena las necesidades de mantenimiento de las vacas Holstein del experimento. (22)

**C U A D R O (III. 21)**  
**COMPORTAMIENTO DE TORETES CEBU ALIMENTADOS CON**  
**ENSILAJES DE CAÑA DE AZUCAR DURANTE 84 DIAS.<sup>a</sup>**

	ADITIVO AL ENSILAR	
	Ninguno	NaOH
Peso promedio inicial, Kg.	213b	211b
Ganancia promedio diaria, g.	177b	321c
Consumo promedio diario:		
Ensilaje, g. base seca	4455b	4753b
suplemento, g. <sup>d</sup>	2000	2000
Ensilaje consumido/ganancia	23.9b	15.4b

a En cada tratamiento se emplearon 4 repeticiones de dos animales. Los errores estándar para ganancia promedio diaria, consumo promedio diario de ensilaje y ensilaje consumido/ganancia fueron de 45.50; 110; 3.54, respectivamente.

b,c Para cada parámetro, valores con distinta literal son estadísticamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ).

d Formado por: sorgo, 96% sal mineralizada, 1%.

En este Cuadro observamos cómo el comportamiento de los toretes cebú fué muy superior en el tratamiento en que se utilizó aditivo, por el efecto de que el ensilado de caña de azúcar produce una fermentación alcohólica y al agregársele un alcali como el NaOH se evita la fermentación alcohólica, mejorando la calidad del ensilaje y asimismo aumenta el consumo voluntario. (11)

**C U A D R O (III. 22)**

**RESULTADOS OBTENIDOS DEL COMPORTAMIENTO ANIMAL EN  
VACAS LECHERAS ALIMENTADAS CON ENSILAJE DE CAÑA (A)  
Y ENSILAJE DE CAÑA CON LA ADICION DE NaOH (B)**

	T R A T A M I E N T O			
	A		B	
	X	± E.E.	X	± E.E.
Consumo de forraje (Kg.)	21.39	± 0.767a	20.21	± 1.10b
Consumo de forraje (Kg.) (base seca)	6.40	± 0.230a	6.06	± 0.332a
Consumo de concentrado (Kg.)	5.97	± 0.776a	5.89	± 0.683a
Producción de leche (Kg.)	10.59	± 1.56a	11.07	± 2.51a
Incremento de peso (Kg.) por tratamiento/36 días	3.75	± 16.93a	10.0	± 11.87b

a,b Resultados con diferente literal son diferentes estadísticamente ( $P \leq 0.05$ ).

Gleaves, G. y Pérez, M. (23) 1981.

Como conclusión de este trabajo, se puede aseverar que es factible alimentar vacas lecheras bajo las condiciones de este experimento con ensilaje de caña como único forraje de la ración (que además contenía 400 g. de concentrado por animal) y obtener una producción satisfactoria. (23).

**C U A D R O (III. 23)**

**COMPOSICION DEL HENO DE PASTO PANGOLA Y DEL ENSILAJE DE  
PASTO PANGOLA Y SORGO CONSUMIDO POR TERNEROS DE 5 MESES DE EDAD**

	MS	Fibra	N x 6.25	Ceniza	Digest. in vitro
Heno	89.94	40.80	7.56	7.68	40.90
Ensilaje	25.57	50.58	6.55	10.37	36.94

Santos, A., Ugarte, J., González, F. y Aguilera E. (53) 1980.

**C U A D R O (III. 24)**

**CONSUMO<sup>1</sup> DE LOS ALIMENTOS POR TERNEROS DE 3 Y 5 MESES  
DE EDAD SEGUN LA PROPORCION HENO: ENSILAJE CONSUMIDO**

	PROPORCIONES HENO:			ENSILAJE EN %	
	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
<b>CONSUMO MS KG/DIA</b>					
<b>TERNEROS DE 3 MESES DE EDAD</b>					
Heno	1.11	0.75	0.59	0.42	-
Concentrado	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
Ensilaje	-	0.10	0.17	0.23	0.33
Total	2.17	1.91	1.82	1.71	1.39
Conversión, Kg MS/Kg aumento	3.62	3.44	3.54	3.13	2.83
<b>CONSUMO MS KG/DIA</b>					
<b>TERNEROS DE 5 MESES DE EDAD</b>					
Heno	0.79	0.69	0.49	0.32	-
Concentrado	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
Ensilaje	-	0.19	0.33	0.45	0.56
Total	1.85	1.94	1.88	1.83	1.62
Conversión, Kg MS/Kg aumento	5.78	6.47	4.59	5.90	5.40

1 Determinado por grupo de terneros correspondientes a cada tratamiento.

En este experimento se utilizaron 40 terneros mestizos (3/4 partes Holstein por 1/4 parte cebú) de tres y cinco meses de edad en cada experimento respectivamente, los cuales fueron alimentados con distintas proporciones de heno (de pasto pangola) y ensilaje (de sorgo y pasto pangola) más un concentrado que siempre fué el mismo y los resultados de estos experimentos sugieren que con ensilaje de gramíneas se pueden lograr ganancias similares a las obtenidas con terneros alimentados con henos durante la época seca. Sin embargo es necesario incrementar la digestibilidad y contenido de materia seca del ensilaje, ya que en otros experimentos no se encontraron diferencias significativas en el comportamiento de terneros que recibían heno o ensilaje procedentes del mismo pasto, cuando el ensilaje contenía 28% de materia seca. (53).

### C U A D R O (III. 25)

#### EFFECTOS DE LA EDAD DE CORTE, LA ADICION DE UREA Y TRES NIVELES DE MIEL FINAL EN LA COMPOSICION QUIMICA DEL ENSILADO DE BERMUDA CRUZADA

	NIVELES DE CORTE (SEMANAS)		NIVELES DE MIEL Y UREA AL 1%				
			ES	Sin aditivo	1.5% miel	3.0% miel	ES
MS, %	35.87a	41.67b	± 1.25*	36.31	39.31	40.70	± 1.55
PB, % (N x 6.25)	12.59	11.37	± 0.64	9.27a	13.18b	13.50	± 0.77**
Fibra bruta % MS	37.21a	40.55	± 1.07*	39.42	39.16	38.06	± 1.31
Digestibilidad % MS	48.39b	45.23a	± 0.78*	45.02a	44.68a	50.73b	± 0.96***

a, b Valores con diferentes superíndices en la misma fila difieren significativamente P 0.05

\* P. 0.05      \*\* P. 0.01      \*\*\* P. 0.001

Domínguez, H.G. y Elías, A. (17) 1981.

En este experimento se utilizaron 12 silos de laboratorio para medir los efectos de dos edades de corte (6 y 8 semanas), la adición de urea y miel fina en la calidad del ensilado de bermuda cruzada.

En el Cuadro (III. 25) se ofrece el análisis bromatológico del ensilado a los 120 días de conservación.

La materia seca difirió significativamente ( $P \leq 0.05$ ) entre edades de corte.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la bermuda cruzada cortada a 6 semanas de rebrote ofrece las mejores características para ensilarla, mientras parece lógico usar niveles inferiores de urea y miel por la influencia de la primera en el pH y la inconsistencia de la última como aditivo, además de sus implicaciones económicas. (17).

**C U A D R O (III. 26)**

**RENDIMIENTOS DIARIOS DE LECHE Y CONSUMO DE FORRAJE  
POR VACAS CRIOLLAS DURANTE LA EPOCA DE SEQUIA**

TIPO DE FORRAJES	Leche 4% grasa Kg.	Total de grasas Kg.	Porcentaje de grasas	Forrajes consumido Kg. MS
EXPERIMENTO I	5.3	0.23	4.41	8.8
SORGO VERDE DE CORTE				
Ensilaje de sorgo	4.6	0.19	4.52	5.4
SORGO Y LEGUMINOSA	4.4	0.18	4.49	6.2
EXPERIMENTO II				
Pasto Elefante verde de corte	7.5	0.32	4.52	8.0
Sorgo verde de corte	7.4	0.30	4.36	7.6
Pasto Pangola	7.9	0.29	4.49	
EXPERIMENTO III				
Pasto Elefante verde de corte	8.1	0.33	4.31	8.5
Ensilaje de maíz	7.9	0.33	4.33	9.6
lleno de Pangola	7.8	0.32	4.31	6.7

Chicco, C.F. y Schultz, E. (15) 1978.

En este experimento se comparó el Pasto Elefante verde de corte con el ensilaje de maíz y el heno de pangola y se observó que no había diferencias significativas en la producción de leche; sin embargo el heno mantuvo pesos más favorables mientras que el ensilaje fué menos eficaz en este aspecto. Aunque los resultados entre distintos tipos de forrajes se pueden reducir en función del volumen de concentrado utilizado, debe observarse que el forraje conservado mantiene la producción lechera tan bien como el forraje verde durante la época de sequía. (15).

### C U A D R O (III. 27)

#### CANTIDAD (KG) DE ENSILAJE DE MAIZ FORRAJERO RECOMENDADOS SEGUN EL PESO DEL ANIMAL

Vaca lechera (1).....	10 a 20 Kg.
Bovinos jóvenes de 10 a 14 meses.....	6 a 10 Kg.
Bueyes para engorde (2).....	15 a 25 Kg.
Ovejas de vientre.....	2 a 3 Kg.
Corderos para engorde.....	1 a 2 Kg.
Equinos.....	5 Kg.
Aves.....	20 a 40 Grs.

(1) 0 3 Kg. de ensilaje y 1 Kg. de forraje seco por cada -  
100 Kg. de peso vivo y por día.

(2) 0 25 Kg. por cada 500 Kg. de peso vivo.

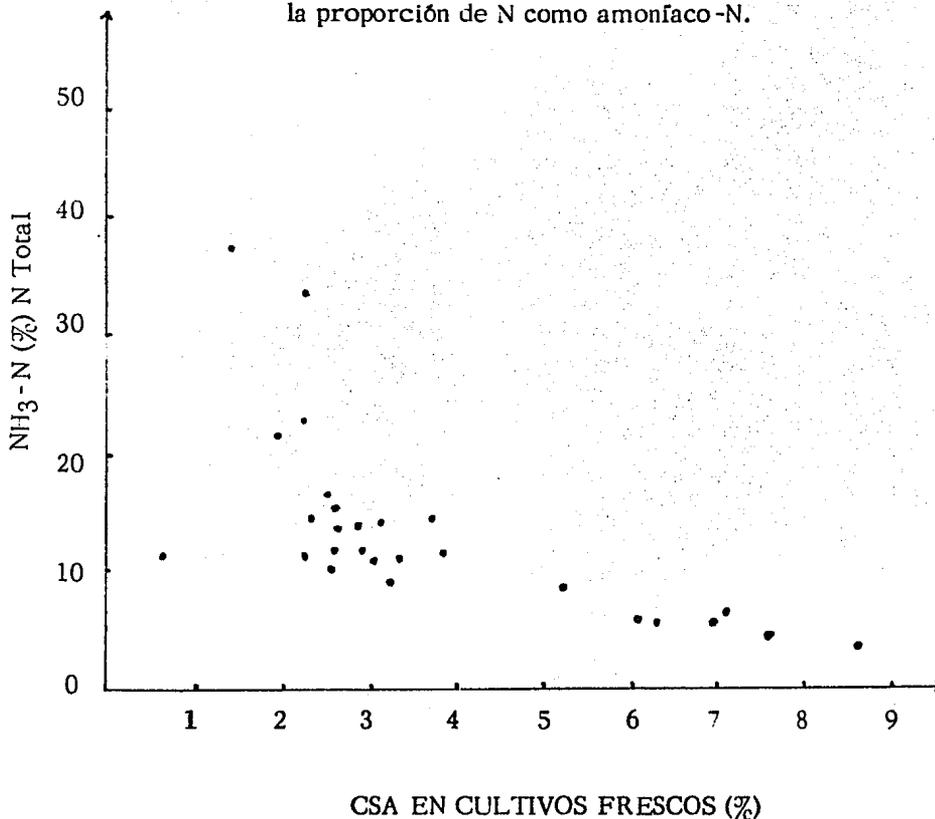
Havard, D.B. (28) 1969.

**CUADRO (III. 28)**

E S P E C I E	Densidad de Siembra	Métodos de Siembra	Rendimiento corte Ton/ha.
S o r g o	15 Kg. semilla/ha.	Surcos a 92 cm.	30-45
M a í z	20 Kg. semilla/ha.	Surcos a 92 cm. a chorrillo o mateado	60-70
Merkerón	3 Ton. estacas o cepas/ha.	Surcos de 92 cm. y 50 cm. entre plantas	60-80
Caña Japonesa	3 Ton. estacas o cepas/ha.	Surcos de 92 cm. y 50 cm. entre plantas	70-85

Anónimo (5) 1982.

Figura III.29. Relación entre el contenido de carbohidratos solubles en agua en los cultivos frescos al momento de la cosecha y la proporción de N como amoníaco-N.

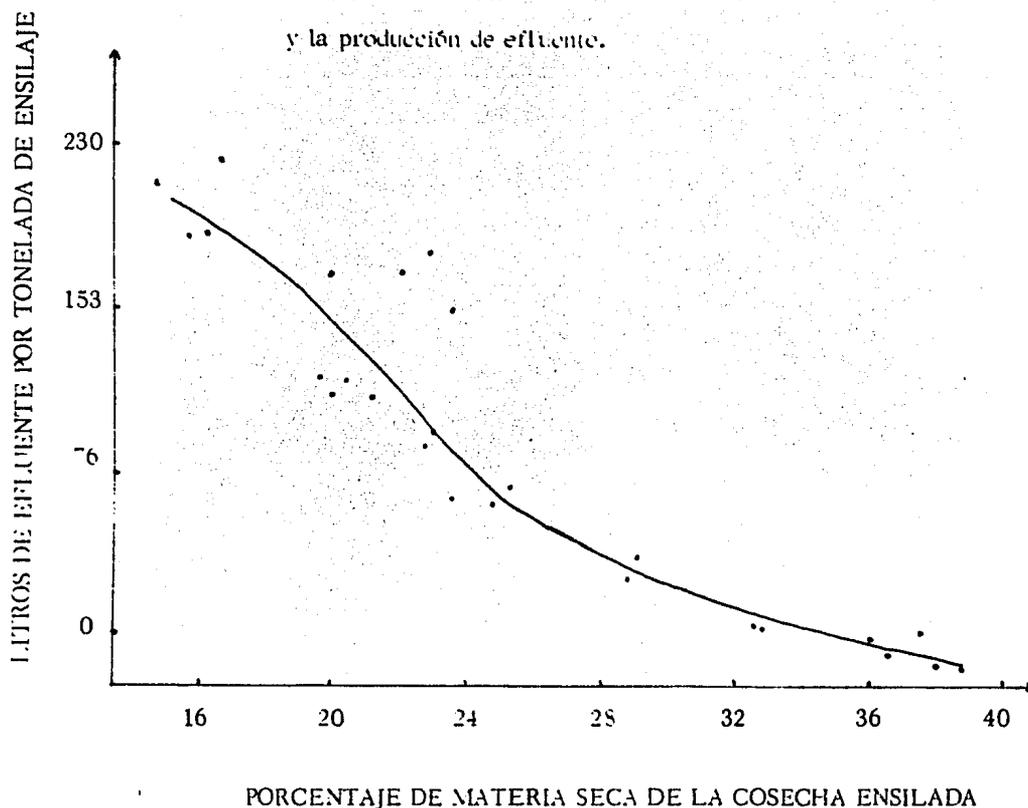


CSA = Carbohidratos solubles en agua.

Wilkinson, J. M. (59)

En la figura III.28 aparece un análisis de la relación entre la proporción de N presente en forma de N amoniacal (indicador del grado de fermentación - secundaria) y de CSA en el pasto tierno de 31 especies tropicales reveló que el concepto de que el nivel apropiado para su buena conservación es de 3% de los CSA en el pasto tierno, probablemente es aplicable tanto a los pastos de clima tropical como a los de clima templado. (58)

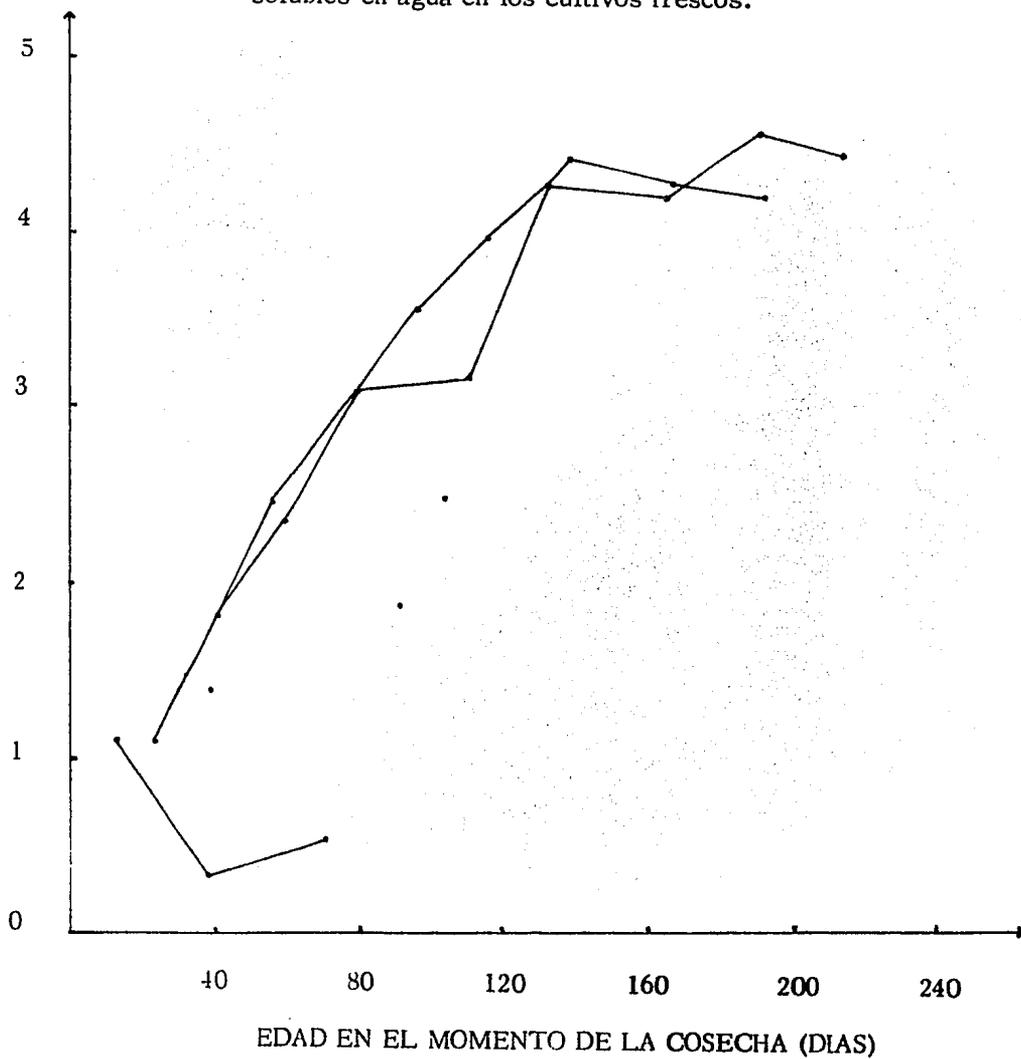
Figura III.30. Relaciones entre el contenido de materia seca del ensilaje y la producción de efluente.



Cullough, Mc., M.E. (14), 1977.

Los datos que se dan en la figura III.30, demuestran que el escurrimiento puede reducirse con más de 25% de materia seca, y casi eliminarse con un 30% de materia seca. Las grandes diferencias registradas por cada nivel de humedad se debían a diferencias en los cultivos y a la cantidad de material ensilado. Los silos grandes y con fuerte compactación producen más escurrimiento que los silos pequeños. Al proyectar la construcción y la ubicación de un silo hay que considerar la evacuación apropiada del efluente. (13)

Figura III.31. Edad del pasto elefante y concentración de carbohidratos solubles en agua en los cultivos frescos.



Wilkinson, J.M. (59)

Se ha demostrado que el pasto elefante, una de las gramíneas tropicales más usadas para ensilaje en verde, tiene niveles relativamente bajos de carbo

hidratos solubles en agua, sobre todo cuando se corta antes de los 80 días de edad, (se recomienda a los 56 días de edad), o sea cuando las plantas han alcanzado 1.7 m. de altura, como un término medio conveniente entre el rendimiento de la materia seca por hectárea y la calidad. Por eso, si se corta el pasto a esta edad para el ensilaje, sin un periodo de secado en el campo y sin tratamiento con un aditivo eficaz, se corre el riesgo de una fermentación secundaria. (58)

C U A D R O (III. 32)

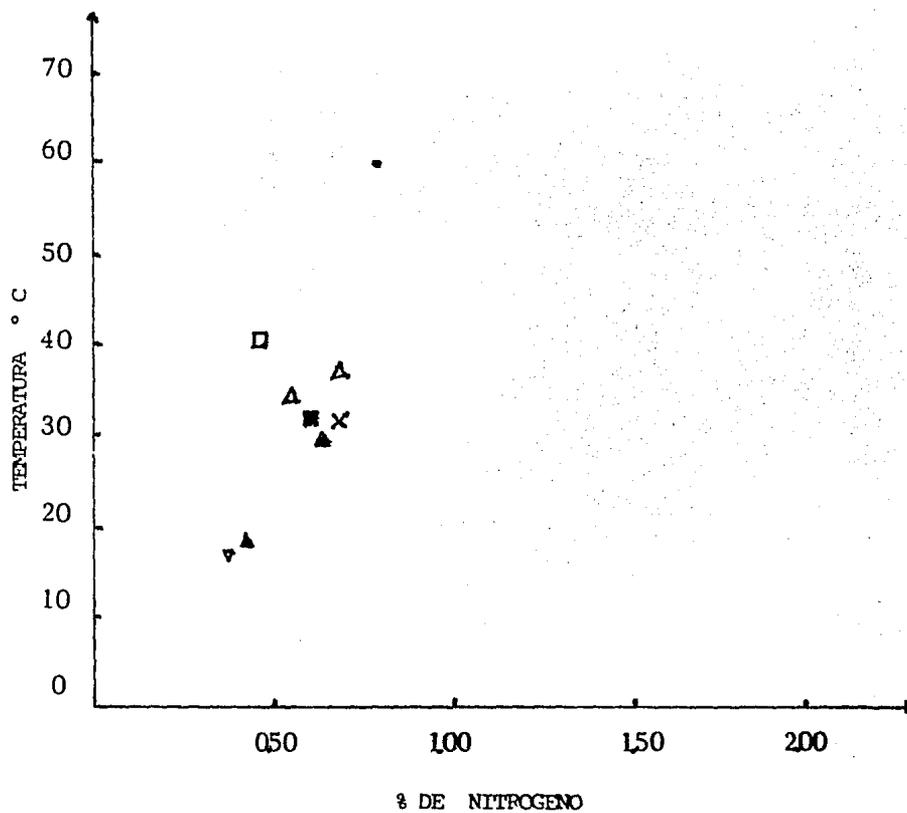
**RELACIONES ENTRE LA CALIDAD DEL ENSILAJE Y  
LA GANANCIA MEDIA DIARIA DE LAS NOVILLAS**

FORRAJE	Digestibilidad de materia seca	Peso corporal	Ingesta de materia seca digerible	Ganancias medias diarias	
				Reales	Calculadas
	Porcentaje	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.
1	45	173	2.1	0.11	0.09
2	49	168	2.0	0.20	0.23
3	55	157	3.2	0.53	0.43
4	56	188	1.8	0.42	0.44
5	63	157	2.7	0.63	0.64
6	63	218	3.1	0.60	0.67
7	67	178	3.9	0.74	0.78
8	68	178	3.4	0.82	0.79

Los valores que llevan las mismas letras no son marcadamente diferentes (P < .01) Cullough Mc. M.E. (14) 1977

Los datos que figuran en el Cuadro (III. 32) ilustran la fuerte relación que existe entre la digestibilidad de la materia seca de los ensilajes, la ingesta de ensilaje y las ganancias medias diarias de novillas lecheras. La múltiple correlación existente entre la ingesta, la digestibilidad y las ganancias medias diarias fué de más de 0.89. Esos datos revelan que deben emplearse únicamente los mejores cultivos disponibles para el ensilaje, y que deben cosecharse y ensilarse para conservarlos en su fase óptima de madurez en términos de digestibilidad de la materia seca. Como el proceso de ensilado todo lo más que puede hacer es conservar lo que se ha ensilado, el silo no puede reemplazar a la producción y corte de forrajes de elevada calidad. (13).

Figura III. 33. Digestibilidad del N in vivo del pasto elefante ensilado bajo condiciones tropicales.



Wilkinson, J.M. (59), 1983.

Parece no haber informes sobre el grado en el cual la protefna puede - deteriorarse a causa del calor en los pastos tropicales ensilados. La alta -- temperatura ambiente sumada al calor generado por la respiración al iniciar se el perfodo de ensilado, probablemente hace que se corra un gran riesgo- de que la protefna de los pastos tropicales ensilados se deteriore. Pruebas - diversas confirman esta afirmación ya que varios autores han informado que la digestibilidad del N in vivo en el pasto elefante ensilado en clima tropical es muy bajo. Además en los estudios en los cuales se determinó in vivo la - digestibilidad del nitrógeno del forraje verde, se observó una notable dismi- nución relacionada con el proceso del ensilaje. En efecto, algunos experimn n tos registraron 43 y 57% de digestibilidad in vivo del N, del forraje verde, - de elefante y setarea respectivamē nte, en cambio la digestibilidad del ensila do correspondiente era sólo del 23%. (58)

### CUESTIONARIO DEL TEMA III. 1

1. - ¿Cuáles son los productos obtenidos finalmente durante la etapa aeróbica del proceso de fermentación del ensilaje?.
2. - En cuántas fases se divide la etapa anaeróbica del proceso de fermentación del ensilaje y cuáles son.
3. - ¿Cuáles son los factores que más influyen en la temperatura del ensilado?.
4. - ¿Qué factores afectan cada fase del proceso del ensilado?.

### CUESTIONARIO DEL TEMA III. 2

1. - ¿Qué características conviene que tengan los forrajes para hacerlos más propicios de ensilarse?.
2. - ¿Cuáles son los forrajes propicios de ensilarse en la zona tropical?.
3. - ¿Qué subproductos agrícolas recomendaría ensilar en nuestro trópico?.
4. - ¿Cuáles son las limitantes para poder ensilar en el trópico?.
5. - ¿Qué características debe poseer el maíz para ser propicio de ensilarse?.

### EJERCICIO DEL TEMA III.3

1. - Se requiere evaluar un ensilado para la alimentación de becerros que se encuentran en engorda para salir al mercado en 120 días y en base a esto saber que tipo de suplemento y cuanto será necesario agregar a la ración.

#### Características organolépticas del ensilado:

- \* olor. - intensamente ácido, pero poco aromático.
- \* color. - ligeramente amarillo.
- \* textura. - mantiene en gran parte tallo y hojas.

### CUESTIONARIO DEL TEMA III.4

1. - ¿Cuáles son los factores que afectan las tasas productivas y reproductivas del ganado en la zona tropical?.
2. - ¿Qué tipo de suelos predominan en la zona tropical húmeda?.
3. - ¿Con que factores favorables cuentan las zonas tropicales que justifiquen la producción ganadera en ellas?.

#### TEMA IV. METODOS PARA COSECHAR EL FORRAJE PARA ENSILAR.

##### SIEGA.

La primera operación es el corte del cultivo, se realiza con una segadora, o como más comunmente sucede en el trópico con guadaña para lo cual en esta temporada se contrata gente para realizar este trabajo.

##### COLECTA EN RINGLERAS.

El siguiente paso consiste en recoger el forraje segado que yace en el suelo, mientras más rápido mejor para lograr el éxito en el proceso del ensilado, a menos que se haya optado por un previo premarchitamiento. Este paso se realiza ya sea en forma manual o bien con ayuda de un rastrillo de dientes-movibles, que puede ser accionado por la fuerza de un tractor o de animales de tiro, colocándose preferentemente el cultivo en ringleras. En los lugares donde no se dispone de equipo especial y donde unicamente se manejan cantidades relativamente pequeñas de forraje, se pueden adoptar métodos improvisados como por ejemplo una lámina de metal o de tela que se coloca detrás de la barra de corte de tractor colectándose en ella el forraje, y luego con un rastrillo de mano se baja la hierba que contiene colocándose en monton altos, evitando así el rastrillado manual del surco o de las guadañas.

## TRITURADORAS.

En caso de que se vaya a picar el forraje, obteniéndose las ventajas -- que ya se han visto en el capítulo III, tema 1.

## RECOLECCION DEL CULTIVO.

El método más sencillo de recolección de cultivo segado es a mano, si se cuenta con una horquilla de 3 ó 4 ganchos que se conectan en remolques - tirados por animales o al tractor se acelera notablemente la recolección del material verde. Para evitar desperdicios después de esta operación conviene llevar a los animales a lugar donde se efectuó este proceso para que consuman los sobrantes. Cuando el cultivo verde se ha dejado en ríngleras o en hacinas, es más fácil recogerlo y entonces la carreta se debe conducir lentamente a lo largo de los surcos, pudiendo así llenarse a ambos lados. Si se trabaja a mano, el mejor método de conducción es un remolque de poca altura porque así es más fácil llenarlo con menos trabajo.

Posteriormente se realiza el llenado del silo conforme a las especificaciones de cada tipo, como ya se vió en el capítulo II temas 1 y 3. (57)

## CUESTIONARIO DEL CAPITULO IV.

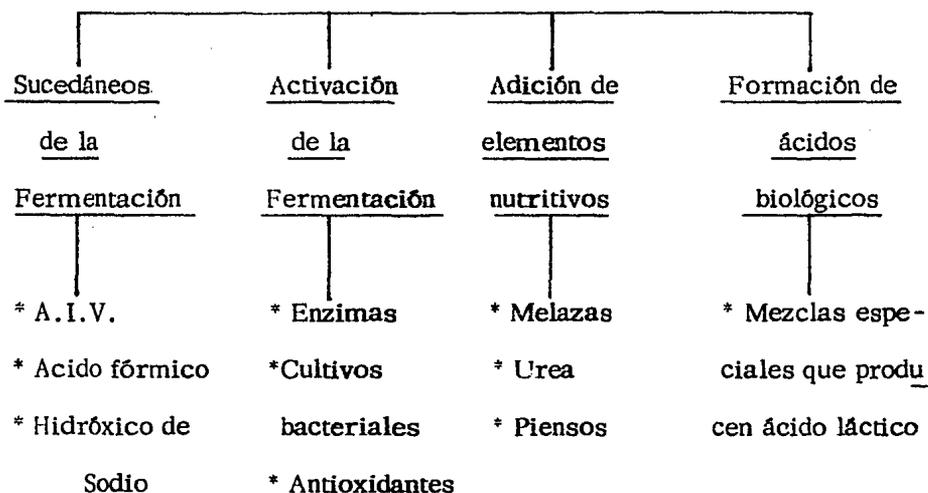
1. - ¿Qué método de recolección de forraje recomendaría en una pequeña unidad de producción de zona tropical?.
2. - ¿Por qué razones es recomendable picar el forraje para ensilarse?.
3. - ¿Qué métodos de recolección de forraje se pueden emplear en nuestro medio rural?.
4. - ¿En qué estado deben encontrarse los forrajes para que requieran - agregarseles aditivos?.

## TEMA V. AGREGADO DE ADITIVOS.

Los aditivos para ensilaje suelen en general incluirse como parte de la tecnología de la preparación del ensilaje. Sin embargo, debido al actual valor-económico de los aditivos y a la amplia variedad de empleos que se le da, es esencial conocer bien la forma en que actúan así como su clasificación. (13)

Las cuatro formas básicas de acción se ilustran en la figura V. 1

Figura V. 1. Modo de actuar de los aditivos del ensilaje.



\* A.I. Virtanen

Tradicionalmente los aditivos del ensilaje, se han considerado como instrumentos útiles para la preparación de ensilajes en los climas frescos y húmedos en los cuales las leguminosas forman parte de la mezcla ensilada. En

los últimos años se ha dado importancia a su empleo en los climas húmedos y cálidos y con cultivos diferentes a las leguminosas. En parte, este cambio se debe a que los forrajes cultivados a temperatura elevada tienen que segarse en fases de madurez más tempranas si se quiere que la calidad sea suficiente para traducirse en niveles aceptables de rendimiento de los animales. (13)

Si el forraje al segarlo, contiene un 70% de humedad o menos, es equivalente a un forraje premarchitado, y no necesita la aplicación de preservativos. (31)

Un problema de especial importancia para las regiones tropicales es -- que la mayoría de los aditivos disponibles son costosos (debido a su relación con el petróleo del que se derivan casi todos) o peligrosos para la gente sin experiencia. (59)

#### a) Sucedáneos de la Fermentación.

##### A. I. V.

El método A. I. V., ideado por el Dr. A. I. Virtanen en 1933, consiste en agregar a la masa del ensilaje una mezcla de ácido sulfúrico y de ácido clorhídrico diluidos. Esto acidifica el ensilaje y baja el pH aumentando la producción de ácido láctico. (31) Este método no es recomendable en el trópico debido a que estos ácidos son muy costosos, además, el manejo de los ácidos es peligroso, se deteriora el equipo y hay posibilidades de alterar el

metabolismo de los animales. (1)

#### Acido Fórmico.

En muchos lugares se ha sustituido el método A.I.V. por el ácido fórmico que aún cuando no resuelve el problema de la manipulación de ácidos, tiene la ventaja de ser un ácido natural y de valor nutritivo. (13) En los últimos años se ha ensayado el empleo de las sales de ácido fórmico, puesto que pueden manejarse en seco. La idea de reducir el pH añadiendo ácidos orgánicos ha demostrado que es el método más útil para regular la fermentación del ensilado. (13) Así en una serie de experimentos, el ganado vacuno de carne que recibió ensilados procedentes del mismo forraje inicial, uno sin aditivos y el otro con ácido fórmico (2.6 litros/ton. de peso de forraje fresco), dió mayor rendimiento con el material tratado con aditivo en 22 de los 24 experimentos. (59) Ver figura V.2.

Con todo y esto la adición de ácidos puede resultar muy costosa para el productor de las zonas tropicales y en México prácticamente no se usan este tipo de preservativos por su alto costo. (34)

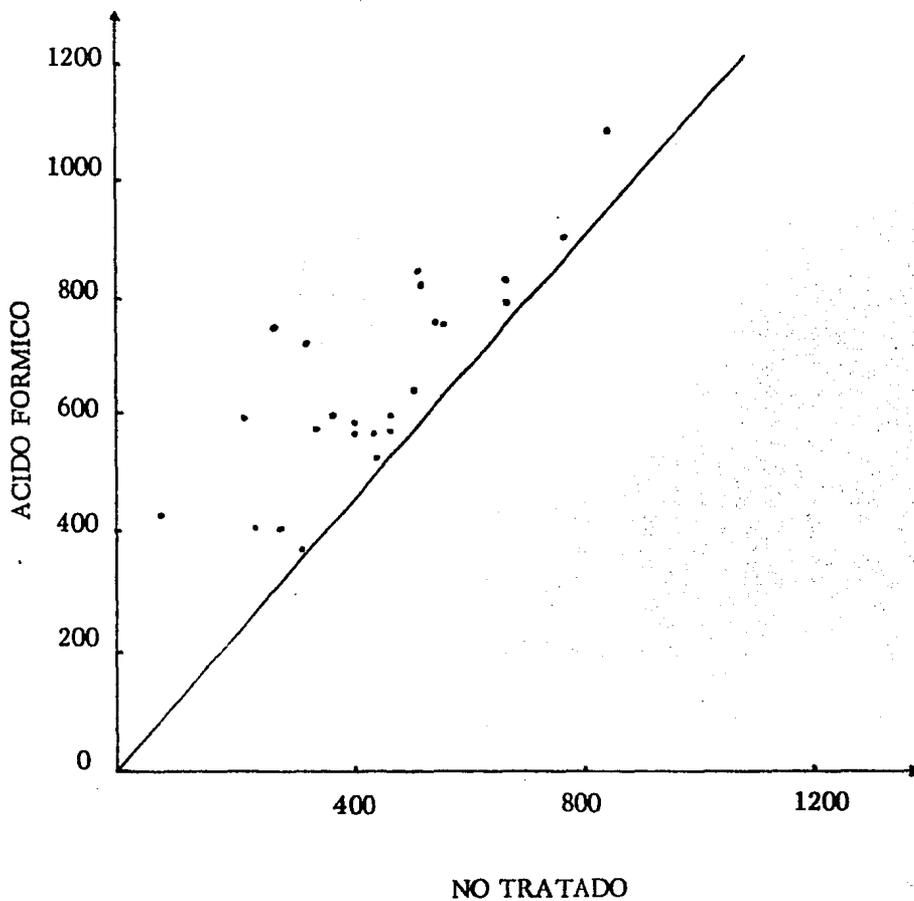
## HIDROXIDO DE SODIO.

Debido al alto contenido de carbohidratos de algunos forrajes como la caña de azúcar y la planta de maíz, se produce una elevada fermentación alcohólica durante el proceso de ensilaje y bajo estas condiciones algunos estudios han demostrado que el consumo por animal de éstos ensilados disminuye significativamente. Por lo tanto se ha sugerido que la adición de NaOH a la caña de azúcar fresca o ensilada incrementa el consumo, ya sea al controlar se la producción de alcohol en el silo o bien por su posible acción sobre el metabolismo ruminal aunque la adición de NaOH a la caña de azúcar fresca sobre el incremento en su consumo no ha podido ser demostrada por algunos investigadores. (23)

En un experimento realizado alimentando vacas lecheras en producción con ensilaje de caña de azúcar con y sin la adición de NaOH como única fuente de forraje, los resultados indicaron que no hubo diferencias significativas en el contenido de ácidos grasos volátiles ruminales, tampoco en las concentraciones de glucosa, cuerpos cetónicos y ácido láctico sanguíneos. No se observaron diferencias en la concentración de grasa, proteína y sólidos totales de la leche, como tampoco en la producción y en la acidez de la misma, y el consumo de forraje fue el mismo. Solamente se detectaron diferencias significativas en el cambio de peso corporal en favor del tratamiento sin NaOH y en el contenido de sólidos no grasos, a este mismo favor.

En otro experimento con bovinos (toretos cebú) alimentados con ensilaje de caña de azúcar sin y con la adición de NaOH fue estadísticamente superior

Figura V.2. Aumento de peso in vivo del ganado vacuno de carne que ha : recibido ensilado no tratado con ácido fórmico (g/dfa).



Wilkinson, J.M. (59) 1983

a la lograda con el grupo testigo en consumo de forraje en base seca, así como la relación de silo entre tratamientos. (11) Ver Cuadro III. 21 en parámetros de producción de los ensilados.

En otro experimento realizado in vitro, llevado a cabo para determinar el porcentaje del NaOH en el ensilado tomando como parámetros el pH, lignina, paredes celulares, fibra detergente ácido, hemicelulosa, digestibilidad, etanol y ácido láctico; se llegó a la conclusión que la mayor proporción es agregar 4% de NaOH con lo cual se obtienen los efectos deseables y mejoradores de la calidad del material y dependiendo de su costo y su manejo se recomienda en condiciones prácticas. (4)

#### b) Activación de la Fermentación.

Esta clase de aditivos son los que contribuyen a la compactación de la masa; aumentan la velocidad de la fermentación, y/o en cierto sentido mejoran la eficiencia del proceso de fermentación normal. En esta clasificación se incluyen las celulosas, las bacterias de ácido láctico, los antioxidantes, los residuos de fermentación y las diversas enzimas. Los más usados son los cultivos de lactobacilos (para obtener un mejor sabor en ensilados y hornados), valores nutritivos más altos y sin malos olores provenientes de las fermentaciones butíricas, su acción se orienta a la protección de los lactobacilos por acción selectiva, y a la destrucción de los bacilos de la putrefacción con lo cual indirectamente eleva la acidez, se activan al contacto con el fo--

rraje. Un ejemplo bien investigado de este tipo de aditivos es el producto denominado Silo Gam (no existe en México pero es fácil de elaborar) que consiste en cepas cultivadas de bacterias lácticas, cultivadas originalmente a partir de ensilaje de alta calidad. Las recientes investigaciones realizadas han demostrado que este producto, añadido a l ensilaje de maíz, disminuye las -- pérdidas de energía en el silo de un 25% en el silo testigo a un 12% en el ensilaje con el aditivo. Estas reducciones de una mitad de la pérdida de energía durante el ensilado prueban que puede mejorarse el proceso de fermentación normal. (15)

#### c) Adición de Elementos Nutritivos.

Los mejores aditivos que se conocen para la preparación de ensilajes son las fuentes de carbohidratos y nitrógeno. Como elementos nutritivos añadidos contribuyen tanto al proceso de ensilado como al valor nutritivo del ensilaje, el principal problema de su empleo se refiere al costo. Siempre y -- cuando se dispongan, a precios convenientes, de piensos tales como la pulpa de cítricos, maíz, cereales de destilería, melaza y otros productos similares, pueden constituir aditivos valiosos en el proceso de ensilaje. (15)

#### Melaza.

La melaza es un subproducto de la industria azucarera, llamada miel-industrializable, que contiene un 55% de azúcar. (34) El objeto de agregar -

melaza es aumentar la cantidad de carbohidratos fermentables, de manera - que se aproxime al 3% del forraje fresco. (59) Debiera ser suficiente agregar de 40 a 50 kg por tonelada en forrajes leguminosos y en gramíneas tropicales de 30 a 40 kg por tonelada, sin embargo se ha obtenido buen resultado con zacate Merkerón agregando de 50 a 100 kg/tonelada de forraje seco. (24) Se recomienda aplicar la miel diluida con la mitad de su peso en agua para que esta se reparta uniformemente. (48)

En un experimento realizado, se probó que la adición de 4% de melaza al momento de ensilar zacates tropicales como el Pangola (Digitaria decumbens), el Aleman (Echinochlea polystachya) y el Jaragua (Hyparrhenia rufa), favorece la producción de ácido láctico. (54)

En otro experimento al adicionar melaza (2.5%) y urea (0.5%) al ensilar maíz, se mejoran las ganancias de peso de los borregos así como la digestibilidad del forraje, en comparación con resultados logrados sin aditivos al silo. (54) Ver Cuadro V.3.

En un experimento llevado a cabo para determinar el efecto de la adición de melaza, urea o amoníaco al sorgo al momento de ensilar, se vio -- que en general al incrementarse el nivel de melaza el pH de los silos tendió a bajar mientras que la adición del amoníaco o urea subían el pH. Considerando que el pH es el resultado de la interacción de ácidos y sustancias amortiguadoras en el forraje y aditivos, es posible que el amoníaco promueva una mayor producción de ácidos y junto con la melaza actúan facilitando una rápida fermentación y una mejor conservación del forraje. (52)

Cuadro V.3. Comportamiento de 30 borregos (Hampshire x criollo) de 26 kg alimentados con maíz ensilado, solo o con aditivos, durante 39 días.

	ADITIVOS		
	Ninguno	Urea	Melaza - Urea
Ganancia diaria	44	32	78
Consumo diario, g	659	673	811
Consumo/ganancia	15	21	11
Materia seca digestible, %	65	64	72

Shimada, S.A. y Zuñiga, M.H. (54), 1980

En otro experimento llevado a cabo agregando distintas proporciones de melaza (2.5, 3.5 y 5.0% respectivamente más 2% de urea en base húmeda) - para mejorar las características (valor nutritivo y digestibilidad) del cogollo de caña, se vió que con la adición de melaza se mejoraron notablemente estas características. (43)

Urea.

La urea es adecuada como aditivo puesto que aumenta el contenido de N, que suele ser muy bajo (0.6-1.0 % de la MS) en los ensilados de forrajes tropicales (vease parámetros de producción de los ensilados, Figura III. 24) Gonçalves comprobó que la adición de urea al ensilar (0.5% del peso del forraje fresco) usando maíz forrajero con un 29% de MS y un 0.85% de N en la MS mejoraba la digestibilidad de esta del 51 al 58%. La mejora se atribuye a una mayor cantidad de N fermentable en la población microbiana del rumen. (44)

Se ha visto que al usar sola la urea como preservativo, los mejores resultados se dan en las proporciones recomendadas en la siguiente tabla:

% MS ENSILADO	kg DE UREA AL 45% POR TON. DE ENSILADO.	
30	4.815	
32	5.175	
34	5.49	
36	5.805	
38	6.12	
40	6.43	129.

Piensos.

El uso de piensos como aditivos a forrajes para ensilar siempre debe estar supeditado a que no sea mayor el costo de los piensos a los beneficios que acarrearán, aparte de los mencionados anteriormente en este mismo tema se usan, los granos molidos y miel de ingenio. (1)

Los granos molidos tienen la doble ventaja de ayudar a producir, ácido láctico y evitan fermentaciones indeseables, así como también absorben humedad del ensilado, todo esto mejora el valor nutritivo del ensilado. Sin embargo, solo deben utilizarse en los países que tengan granos baratos, limitando su uso en los países tropicales. (1)

La melaza es el material más abundante en América Latina y presenta la ventaja adicional de mejorar el consumo por los animales. En las gramíneas tropicales (Pará y Merkerón) han tenido buen éxito agregar de 50 a 100 kg de miel por tonelada de forraje fresco. (1) En general, el ensilaje al que se han agregado piensos como preservativos, es consumido por los animales en mayor cantidad que aquel que no se le han agregado tales productos. (31)

## CUESTIONARIO DEL CAPITULO V.

1. - ¿Cuál es el porcentaje indicado en que se debe agregar hidróxido de sodio (NaOH) a los forrajes?
2. - ¿Cómo actúan los aditivos "Activadores de la Fermentación"?
3. - ¿Qué grupo de aditivos son los más recomendables y por qué?
4. - ¿En qué proporción se recomienda agregar la melaza a los forrajes para ensilar?
5. - ¿Qué piensos de los que se utilizan como aditivos, son recomendables agregar a los forrajes?
6. - ¿Por qué razón es recomendable utilizar la urea como aditivo de los pastos tropicales?

## GLOSARIO.

ANAEROBIO. - Ambiente carente de oxígeno.

CEREALES. - plantas pertenecientes a las gramíneas cuya semilla son los granos como el sorgo, maíz, trigo, avena, etc.

COGOLLO. - punta de la caña de azúcar.

CRECIMIENTO COMPENSATORIO. - etapa durante la cual el ganado recupera el peso perdido en la época de escasez en forma muy rápida.

ECUADOR. - círculo máximo de la tierra perpendicular a la línea de los polos que divide a la tierra en dos hemisferios. Forma una franja con los trópicos de Cáncer y de Capricornio dentro del cual se encuentran las zonas tropicales.

EFLUENTE. - jugo que escurre de las plantas.

ENCAÑAZON. - cuando empiezan a formar caña las plantas, al ya estar muy maduras.

ENZIMAS. - catalizadores orgánicos de naturaleza aminoácida que actúan sobre los procesos metabólicos.

FERMENTACION. - transformación catalítica que sufren gran cantidad de sustancias orgánicas en determinada circunstancia y que se traduce por una oxigenación o una hidratación.

**FERMENTACION SECUNDARIA.** - fermentación butírica indeseable en los  
ensilados.

**FORRAJE.** - término que comprende casi todos los alimentos pero lo podemos circunscribir a los alimentos verdes y de lastre.

**GRAMINEAS.** - pastos o zacates.

**GUADAÑA.** - cuchilla curva, encestada en un palo, que se usa para segar a ras de tierra.

**HACINAS.** - forraje colocado en montones, unos sobre otros.

**HENIFICACIÓN.** - proceso de desecación de las plantas forrajeras.

**LEGUMINOSAS.** - grupo de plantas forrajeras de gran valor nutritivo y las legumbres son características de esta familia.

**PREMARCHITAMIENTO.** - secar parcialmente las plantas antes de ensilarse.

**MANPOSTERIA.** - obra de albañilería hecha de piedras pequeñas unidas con una mezcla de cal, arena y agua.

**MANTO FREÁTICO.** - nombre que recibe el agua subterránea.

**MATERIA SECA.** - porción de los alimentos que queda al extraerles el agua.

**NPK.** - fertilizante que contiene nitrógeno, fósforo y potasio.

**ORUJO.** - residuo de la uva después de exprimida.

**PRESERVATIVOS.** - aditivos.

**RINGLERAS.** - hileras de forraje puestas en orden.

**SIEGA.** - acción de segar o sea cortar con la hoz la hierba.

**SUPLEMENTACIÓN.** - alimento concentrado, utilizado para complementar la dieta de los animales.

**ZAFRA.** - cosecha de la caña de azúcar.

**ZAMPEADO.** - obra de pilotes, zampas y macizos de manpostería, que se establece antes de edificar sobre terrenos falsos.

## BIBLIOGRAFIA.

1. - Alba de M.J.: Alimentación del ganado en América Latina. 2a. ed. Prensa Médica Mexicana, México, D.F., 1977.
2. - Alba de M.J.: Panorama actual de la ganadería mexicana, 1a. ed. - FIRA, México, D.F., 1974.
3. - Aguilar, H.L.J.: Evaluación Técnico-económica de dos modulos integrales de producción agropecuaria establecidos por la Dirección General de Aprovechamientos forrajeros en los estados de Guanajuato y Jalisco. Tesis de Licenciatura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, México, D.F., 1983.
4. - Amaro, G.R. y Shimada, A.S.: Efecto de la adición de NaOH en microensilajes de caña de azúcar integral. Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México. México, D.F., 35-36, (1984) SARH.
5. - Anónimo.: Silos para conservar el forraje en épocas de sequía. CEBU, 8, 50-55, 1982.
6. - Anthony, W.B. and Cunningham, H.: Ensiling charact of mixtures of - varius feedstuffs and animal wasters. J. Anim. Sci., 36: 208-210, - 1970.
7. - Arredondo, A. y Molina, Z.I.: Ensile o henifique pero conserve forraje. CEBU, 6: 64, (1980).

8. - Ávila, T.S.: Producción Intensiva de Ganado Lechero. 1a. ed. CECSA, México, D.F., 1984.
9. - Boletín Informativo.: Centro de Investigación Enseñanza y Extensión - en Ganadería Tropical. Facultad de Med. Vet. y Zoot. UNAM, México, D.F., 1980.
10. - Boletín Informativo.: Centro de Investigación Enseñanza y Extensión - en Ganadería Tropical. Facultad de Med. Vet. y Zoot. UNAM, México, D.F., 1981.
11. - Calderón, J.F. y Shimada, A.S.: Efecto de la adición de NaOH al ensilaje de caña de azúcar en el comportamiento de toretes cebú. Téc. - Pec., 38: 29-30,(1980).
12. - Castellanos, F.A.: Estimación de la digestibilidad aparente in vivo de la caña de azúcar ensilada en dos tamaños de picado. Veterinaria México, 11: 31-33,(1980).
13. - Cullough Mc, M.E.: Nuevas Tendencias en el ensilaje de forrajes. Revista Mundial de Zootecnia, 15: 44-49,(1975).
14. - Cullough Mc, M.E.: Silage and silage fermentation. Fiedstuffs, 28: 49 (1977).
15. - Chicco, C.F. y Shultz, E. :El uso de los recursos tropicales para la alimentación de los bovinos. Ganadero, 3: 64-101,(1978).

16. - Demarquilly, C.: Principes de base de l' ensilage. Fourrages, 56: 15-26, (1973).
17. - Dominguez, G.H. y Elias, A.: Efectos de la edad de corte, la adición de urea y diferentes niveles de miel fina en la calidad del ensilado de Bermuda cruzada No. 1 (Cynodon dactylon L Pers.) Rev. Cubana Cienc. Agric., 15: 77-81, (1981).
18. - Donovan' O, P.B.: Posibilidades para alimentación del ganado con subproductos en zonas tropicales. Nutrición de los Rumiantes FAO, 12: 54-59, 1978.
19. - El ensilaje.: 1a. ed. CECSA, México, D.F., 1977.
20. - Ensminger, M.E.: Manual del Ganadero. 1a. ed. El Ateneo, Buenos Aires, 1973.
21. - Flores, M.J.: Bromatología Animal. 1a. ed. LIMUSA, México, D.F., 1977.
22. - Garza, F.I., Bernal, S.G., González, R.F. y Shimada, A.S.: Ensilaje de plantas completas o de cañuela de maíz como fuentes de forraje para vaquillas holstein. Tec. Pec., 39: 7-12, (1980).
23. - Gleaves, O.G. y Pérez, D.M.: Utilización de ensilaje de caña de azúcar con y sin la adición de NaOH como único forraje para vacas lecheras en el trópico. Tec. Pec., 40: 7-13, (1981).

24. - Goncalves, L.C.: Digestibilidad aparente da silagem de milho pura, - com ureia mais carbonato de calcio e do roñão de milho. Tesis da Licenciatura. Escola de Veterinaria da UFMG, Belo Horizonte, Brazil, (1978)
25. - Gross, F.: Silos y Ensilados. 1a. ed. ACRIBLA, Zaragoza España, 1969.
26. - Hadjipanayition, M.: Estiercol de aves para alimentar ganado. Rev. - Mundial de Zoot., 49: 32-38, (1984).
27. - Hardy, C. y Elias, A.: Ensilaje de excretas de miel fina. Características fermentativas de una mezcla de excretas de bovino, miel fina y forraje deshidratado ensilado in vitro. Rev. Cubana Cienc. Agric., 9: 69-75, (1975).
28. - Havard, D.B.: Las Plantas Forrajeras Tropicales. 1a. ed. BLUME, - Barcelona España, 1969.
29. - Helman, B.M.: Ganadería Tropical. 1a. ed. El Ateneo, Buenos Aires, 1977.
30. - Hernández, M.C.: Evaluación del Ensilaje de caña de azúcar (Saccharum officinarum) solo y con gallinaza en comparación con el ensilaje de maíz (Zea mays). Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria - en México, México, D.F., 34, (1984), SARH.

31. - Hughes, H.D., Heath, H. y Metcalfe, D.S.:Forrajes. 2a. ed. CECSA, México, D.F., 1980.
32. - Hutton, E.M.:Los Pastos Tropicales y la producción de carne de vacuno. Rev. Mundial de Zoot., 30: 7-13, (1980).
33. - Iñiguez, C.G. y Garrido, G.I.:Ensilaje de estiércol de cerdo para la alimentación animal. Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México, México, D.F., 39,(1984),SARH.
34. - Manual de Silos y Conservación de Forrajes. Dirección General de -- Aprovechamiento Forrajero. SARH, 1981.
35. - Manual para Educación Agropecuaria.:Cultivos Forrajeros. TRILLAS, México, D.F., 1982.
36. - Manual PRONAFOR, tomo I. SARH, 1977.
37. - Marshall, E. y Cullough Mc, M.E.:Alimentación Práctica de la vaca - lechera. 1a. ed. AEDOS, Barcelona, 1971.
38. - Mora de la, J.R., Herrera y Cols.:Diseño e Implantación y explotación en áreas de apacentamiento (cómo, cuándo y cuánto pastorear) SARH, - México, D.F., 1978.
39. - Morfin, L.L.:Unidad de Autoenseñanza Métodos de conservación de fo rrajes. FES, Cuautitlán, 1980.

40. - Morrison, F.B. :Compendio de alimentación del ganado. 5a. ed. UTEHA  
México, D.F., 1977.
41. - Mosnier, M. and Papin, C. :Special Ensilage. Perspectives Agricoles, -  
15: 11-15, (1978).
42. - Navarrete de M.I.:Alimentación Básica y Desarrollo Industrial. 1a. ed.  
Fdo. Cult. Ecom., México, D.F., 1977.
43. - Ortiz, O.L., Aguilera, B.A. y Pérez, G.I.R.F.:Evaluación del efecto  
de la adición de diferentes niveles de melaza sobre el ensilaje de pun-  
tas de caña (cogollo). Inst. Nal. de la Nut. . Memorias de la Reunión -  
de Investigación Pecuaria en México, México, D.F., 703-706, (1983) -  
SARH.
44. -Ortiz, O.G.A. y Shimada, A.S.:Manipulación de la fermentación en -  
forrajes tropicales. Pasto Merkerón (Pennisetum purpureum). Reunión  
De Investigación Pecuaria en México, México, D.F., 742, (1983), SARH
45. -Pérez, D.M.: Manual sobre Ganado Productor de leche. 1a. ed. DIANA,  
México, D.F., 1982.
46. - Preston, T.R.: El valor nutritivo de la caña de azúcar para el rumian-  
te. Prod. Anim. Trop., 2: 129, (1977).

47. - Problemática forrajera. PRONAFOR, 1975.
48. - Rivas, G.A., Cano, F., Acosta, S.J., Mendez, D.:Apuntes de bovinos productores de carne. Fac. de Med. Vet. y Zoot. UNAM, México, D.F. 1978.
49. - Roman, P.H. y Roman, P.C.:Ilimitado potencial de la ganadería lechera en clima tropical. CEBU, 8: 48-57, (1982).
50. - Romero, A.T.:Manual de silos y ensilajes. Granjas SEDENA. Secretaría de la Defensa Nacional, México, D.F., 1976.
51. - Sansoucy, R.:El ensilaje de plantas enteras de cereales forrajeros para la alimentación del ganado vacuno. Rev. Mundial de Zoot., 37: 25-30, - (1981).
52. - Santacruz, M., Llamas, L.G. y Gómez, A.R.:Efecto de la adición de melaza, urea o amoniaco a la planta de sorgo al momento de ensilar. - Reunión de Investigación Pecuaria en México, México, D.F., 40,(1984) SARH.
53. - Santos, A., Ugarte, J., González, F. y Aguilera, E.:Efecto de la sustitución parcial o total de heno por ensilaje de gramíneas en terneros lecheros en pastoreo. Rev. Cubana Cienc. Agric., 14: 255-260, (1980)

54. - Shimada, A.S. y Merino, Z.H.: Valor nutritivo de la melaza de caña como alimento pecuario. Veterinaria, México, 11: 149-151, (1980).
55. - Ugarte, J. y Dominguez, G.H.: Efecto de la disponibilidad del pasto sobre el consumo de ensilaje y la producción de leche. Rev. Cubana Cienc. -- Agric., 14: 13-19, (1980).
56. - Viana, M.: El ensilaje como método de conservación de forrajes. Seminario impartido en la Fac. de Med. Vet. y Zoot. UNAM, México, D.F., 1981.
57. - Watson, S.J. Silage. 2th. ed. Crosby lockwood and son LTD, London, -- 1977.
58. - Wilkinson, J.M.: Valor alimenticio de las forrajeras ensiladas de clima-tropical y templado. Parte I. El proceso de ensilado e influencia en su - valor alimenticio. Rev. Muncial de Zoot., 45: 36-42, (1983).
59. - Wilkinson, J.M.: Valor alimenticio de las forrajeras ensiladas de clima tropical y templado. Parte II Técnicas para aumentar el valor nutritivo del ensilado. Rev. Mundial de Zoot, 46: 35-40, (1983).