

III. ANÁLISIS Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE ENSILAJES.

Juan Carlos Dumont L.

1. INTRODUCCIÓN

El principal objetivo del análisis bromatológico de un ensilaje es por un lado conocer la concentración de nutrientes para confección de raciones equilibradas y económicas, y por otro para conocer los productos de fermentación que se relacionan con la intensidad de cambios bioquímicos en nutrientes y su potencialidad de consumo.

2. TOMA DE MUESTRA

Después de terminada las labores de ensiladura se debe esperar 1,5 a 2 meses para tomar las muestras.

2.1. Fuentes de error

- a) El forraje a ensilar, normalmente proviene de potreros distintos, con plantas en diferentes estados fenológicos, y niveles de premarchitamiento.
- b) La altura del silo, rapidez del llenado, tipo y eficiencia de sellado, calentamientos, compactaciones, originan una enorme variabilidad. En una evaluación realizada por Alexander (1960) se encontró que los coeficientes de variación eran de 4,6% en el muestreo en sentido horizontal y de un 17,1% en vertical. Gran parte de la variación en sentido horizontal, estaba en las muestras tomadas en los sectores iniciales del silo donde el forraje normalmente recibe el tráfico de las labores. La gran variación en sentido vertical reflejó la presencia de capas con diferentes tipos de forrajes.
- c) También, muestras tomadas en cortes expuestos al aire, el uso de bolsas abiertas, deterioradas o mal cerradas que viajan en el ambiente de calor en el interior de un vehículo, o que tardan algunos días en correo, buses, serán analizadas en el Laboratorio pero sus resultados no reflejarán el material que será ofrecido a los animales.
- d) Se debe tener conciencia, que por ejemplo en un silo de 150 colosadas hay aproximadamente 375.000 kg. de forraje y la muestra de 1 kg. representa una pequeñísima porción del total.

2.2 Procedimiento de muestreo

a) En silos abiertos y parcialmente utilizados

- Usar doble bolsa o bolsa resistente con capacidad de más o menos 1-2 kg.
- Evitar inicios del silo donde el ensilaje está sucio. Una vez abierto el silo, es recomendable esperar unos días y avanzar 1-2 metros. (Durante este período se pueden usar mientras tanto, tablas de composición de alimentos para estimar raciones).

En el silo, con sus cortes expuestos y sectores parcialmente utilizados, se debe elegir aquellos lugares donde recién se esté sacando material para las raciones del día. Si es un sector plano, con el hacha silera (o barreno) se procede a cortar 5 cuadrados de más o menos 7 x 7 cm. de ancho y 5-10 de largo en diferentes lugares. Luego, se hace necesario muestrear a mayor profundidad. Para esto, se retira aproximadamente medio metro de material y se repite la operación con el hacha, tomando otras 5 submuestras.

Cuando el perfil del silo está recién cortado, se presenta una situación ideal. En estos casos, cortes inclinados permitirán obtener un buen muestreo, sacando 6 submuestras del perfil y 4 de los sectores planos.

No se recomienda tirar, o sacar puñados ya que en ellos, hay normalmente mayor proporción de tallos maduros, deshojados o desgranados.

b) En silos cerrados

En silos cerrados las submuestras pueden ser tomadas con un barreno. Esto tiene la ventaja de programar con anticipación la alimentación invernal.

Existen diversos tipos de barrenos, desde los más sofisticados (con motor, cilindro giratorio y tramos montables que le permiten muestrear todo el perfil del silo), hasta los más sencillos introducidos por golpes o a mano.

Con estos barrenos se puede programar el muestreo por sectores. Así, por ejemplo, se muestrea solamente el primer tercio y antes que se termine éste, se muestrea el segundo tercio, etc.

Es conveniente llenar los ductos dejados por el barreno con ensilaje bien apretado y sellar las aberturas en el plástico para evitar entradas de aire y agua.

Cualquiera sea el sistema utilizado, las submuestras deben ser guardadas inmediatamente en las bolsas sacándoles todo el aire y cerrando herméticamente. Bolsas rotas, con piquetes, deben ser introducidas en otras en buen estado eliminando el aire.

Mantener en hielo durante el viaje al laboratorio. Las muestras que serán enviadas por bus o correo, deben ser congeladas antes y empacar con suficiente material aislante (papeles, plumavit, etc.).

3. ANÁLISIS QUÍMICOS REQUERIDOS PARA ENSILAJES.

3.1. Análisis de nutrientes.

- Materia Seca

Debido a que el agua que contienen los alimentos no provee por sí sola nutrientes ni energía, no se considera en el cálculo de la ración. La materia seca, se expresa normalmente en porcentaje y es utilizada para muchos propósitos como:

- a) Determinar la densidad del forraje fresco ensilaje en el silo. Wilkinson, (1986) entrega la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad del ensilaje (kg/m}^3\text{)} = \frac{6500}{\% \text{ M.Seca}} + 400$$

Este resultado es útil para calcular la cantidad total de forraje disponible en los silos.

Ejemplo: Materia seca del ensilaje = 21%

$$\text{Densidad del ensilaje} = \frac{6500}{21} + 400$$

Si el silo mide 5 m x 20 m x 1,5 m = 150 m³
entonces habrá: 150 m³ x 709 kg.m³ = 106.350 kg. de ensilaje fresco en el silo.

- b) Cálculo de raciones ya que los nutrientes se expresan en base a la materia seca.
c) Cálculos de consumo. Al multiplicar el consumo fresco por el % de M.S. se obtiene el consumo de materia seca.
d) Cálculo económico de recursos forrajeros. Para hacer comparaciones es necesario conocer los rendimientos de materia seca y no el total fresco.

- Proteína total

Se determina el nitrógeno de la muestra y este resultado se multiplica por el factor 6,25. El resultado se expresa como porcentaje de la materia seca. No todo el nitrógeno contenido en los forrajes es proteína. Especial importancia tienen los ensilajes donde la fracción proteica sufre una dramática degradación que conduce a la formación de nitrógeno no proteico.

- Energía

La concentración de energía se calcula sometiendo a la muestra a digestibilidad in vitro y luego utilizando fórmulas. También se estima a través de los contenidos de fibra. Se expresa normalmente como Energía Metabolizable por kilo de materia seca.

- Fibra

Existe en general tres tipos de análisis para fibra. Todos ellos se expresan en % de la materia seca.

1. Fibra Detergente Ácido (FDA). Representa a la celulosa y lignina principalmente y también otros compuestos en menor cantidad.
2. Fibra Detergente Neutro (FDN). Representa al total de las paredes celulares: celulosa, hemicelulosa y lignina.
3. Fibra Cruda (FC). No representa a ninguna fracción química en las plantas. Es un método que se basa en la errónea asunción que esa fracción fibrosa recupera el material no disponible en un alimento. Esta fracción no retiene totalmente a lignina, hemicelulosa y celulosa.

Estas dos últimas fracciones (FDA y FDN) son recomendados como análisis y sirven tanto para determinar las cantidades de fibras en las raciones como realizar estimaciones de energía junto a otros parámetros.

- Minerales

Se determinan por calcinación de la muestra a 500° C. Muestras de ensilajes que estén contaminados con suelo aparecen normalmente altos en minerales.

3.2. Parámetros de fermentación

- Nitrógeno amoniacal

Actualmente es uno de los indicadores principales de calidad de fermentación y se expresa como porcentaje del total de nitrógeno.

Su relación con calidad de fermentación y consumo se muestra en la tabla 1.

TABLA 1. Nivel de nitrógeno amoniacal de los ensilajes y su relación con fermentación y consumo.

Nitrógeno Amoniacal (% N. Total)	Calidad de Fermentación	Consumo Relativo
0 - 5	Excelente	100
5 - 10	Buena	98
10 - 15	Moderada	95
15 y más	Nada	90

Fuente: Thomas y Otros, 1991.

-pH

Es un indicador de la acidez y de calidad de la fermentación.

Es dependiente del contenido de materia seca del ensilaje. En la Figura 1, se muestra esta relación y el concepto de calidad correspondiente.

- Otros indicadores de fermentación son los ácidos acéticos, propiónico, butírico, láctico y etanol.

Estos parámetros se relacionan con la potencialidad de consumo de ensilajes. Sin embargo, aún no se logra establecer claramente cuál o cuáles son los responsables bajo diferentes condiciones.

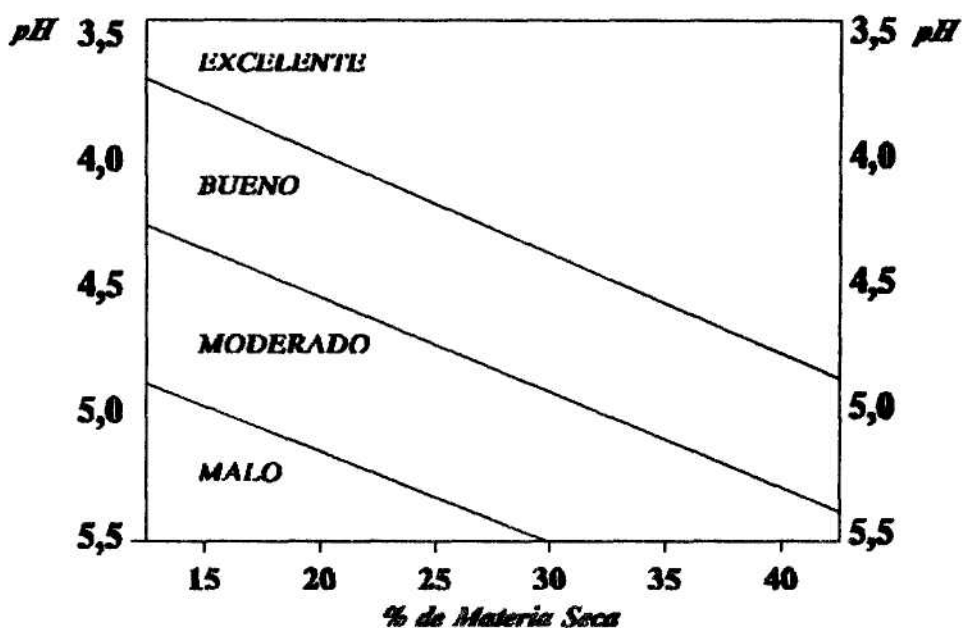


Figura 1. CALIDAD DE FERMENTACION EN RELACION AL pH Y MATERIA SECA DEL ENSILAJE

Fuente : Thomas y Otros, 1991

4. COMPOSICIÓN QUÍMICA ÓPTIMA DE ENSILAJES.

En el capítulo anterior, la composición química para ensilajes quedó clasificada en dos grandes grupos:

- a) Nutrientes que contiene el ensilaje.
- b) Productos de fermentación.

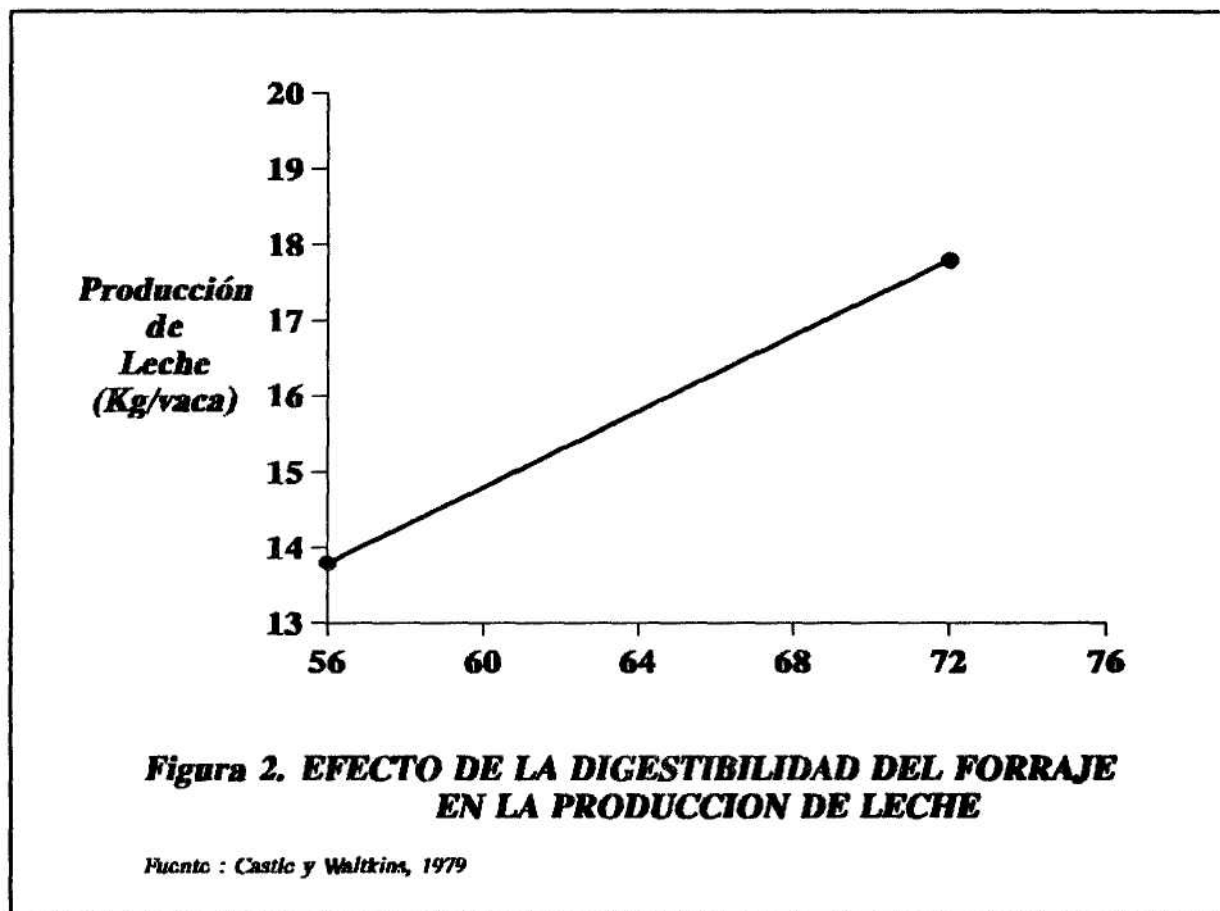
A continuación se discuten estos grupos en relación al consumo y aporte de nutriente.

Nutrientes en el ensilaje.

Es necesario lograr una alta concentración de nutrientes en el ensilaje. Esto no sólo implica mayor ingreso de ellos al organismo por cada kilogramo consumido, sino que también hay una mayor eficiencia de utilización.

Además, se ha encontrado relaciones positivas entre parámetros tales como concentración de energía, contenido de materia seca sobre el consumo o producción.

En la Figura 2 se muestra un ejemplo de esta relación.



Así, un ensilaje de alta digestibilidad aporta más energía al día ya que hay:

- Mayor concentración.
- Mayor consumo.

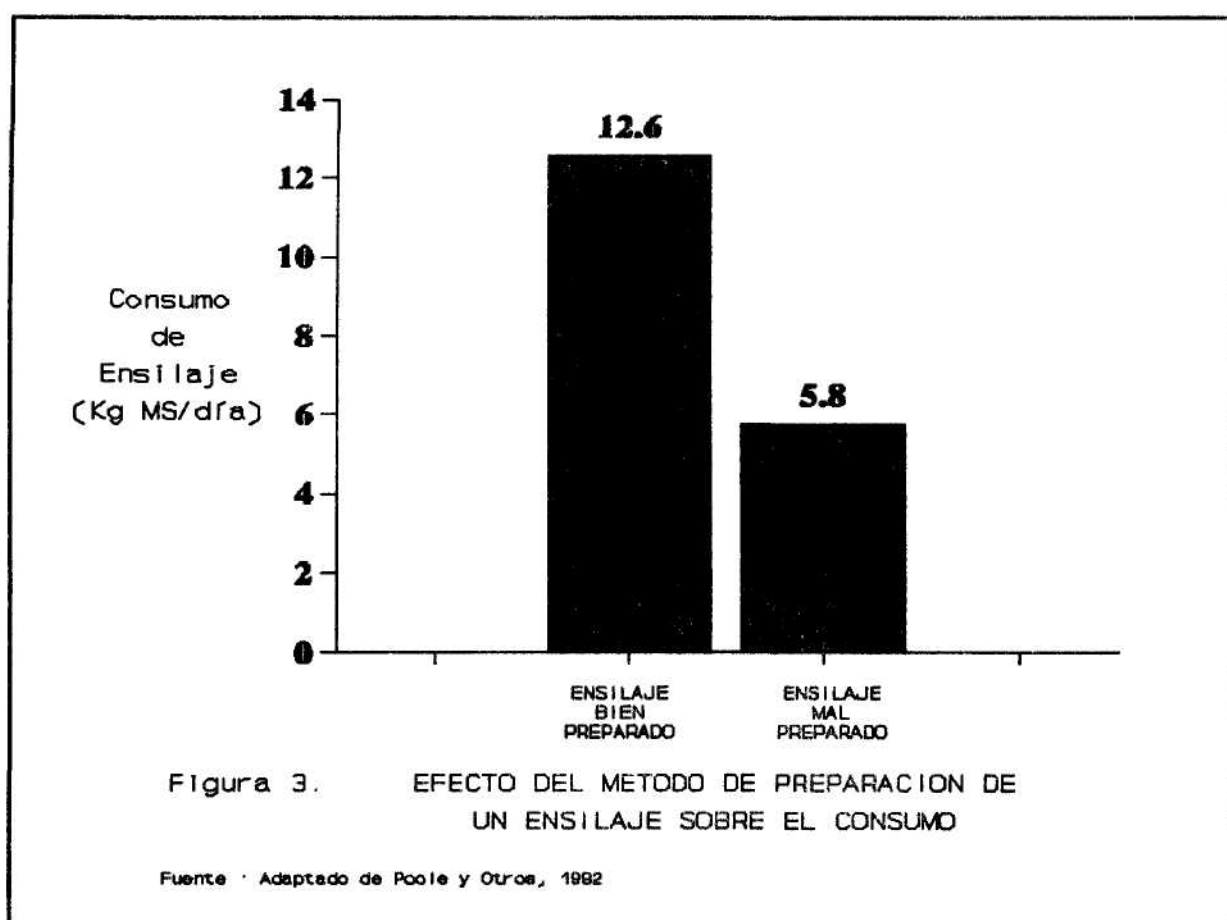
La concentración energética de un buen ensilaje debería ser un valor cercano a 2,6 mega calorías por cada kilogramo de materia seca.

Proteína. La calidad de la proteína de un ensilaje normalmente es de baja calidad debido a los cambios sufridos por fermentaciones durante el almacenamiento.

Niveles de 14% de proteína total son adecuados en la ración base. Sin embargo, en la mayoría de los casos hay respuesta a la suplementación proteica sobre todo en animales de alta producción donde la proteína no degradable cobra gran importancia.

Productos de fermentación.

Estos compuestos ($N-NH_3$, ácidos, aminos, etanol, etc.) pueden alterar completamente la relación de la Figura 1. Por ejemplo, Poole y otros (1992), encontraron que ensilajes de similar pero alta concentración de energía y muy buenos valores de proteína (19% Proteína Total), eran consumidos en forma muy diferente dependiendo del cuidado en la preparación y elaboración de los ensilajes (Figura 3).



La Figura 3, indica que una alta digestibilidad no es por sí sola garantía para un buen consumo. En el ensilaje mal preparado no se compactó bien, sin aditivo, y no se cubrió con plástico durante la noche.

Esto está también de acuerdo con lo indicado por Wilkins (1986) quien además agrega que cuando los ensilajes tienen bajo nivel de nitrógeno amoniacal entonces sí se encuentra una relación positiva entre CONSUMO y DIGESTIBILIDAD. Resulta evidente la necesidad de encontrar mejores parámetros fermentativos que indiquen la potencialidad de consumo.

En este caso el consumo fue más afectado por los productos de fermentación que por la digestibilidad.

Para conocer un poco más sobre la situación actual de los ensilajes en la zona, se ha incorporado la Tabla 2.

En ella se observa que en general los niveles de energía, en la mayoría de los ensilajes resulta bajo, sobre todo en un ensilaje de praderas el que debería tener además, mejores niveles de proteína. Interesante son los buenos valores de nitrógeno amoniacal. Esto significa progresos en el proceso de elaboración de los ensilajes.

Tabla 2. Composición química de ensilajes comerciales, temporada 1993/1993.

TIPO ENSILAJE	MS %	PT %	EM Mcal/kg.MS	FDA %	Calcio %	Fósf. %	Mg. %	pH	N-NH ₃ % del N. Total.
Praderas n	21,7 111	12,0 111	2,16 109	40,1 36	0,6 33	0,26 33	0,16 12	4,26 84	9,5 98
Alfalfa n	28,1 33	18,0 33	2,17 30	39,6 12	1,41 11	0,27 12	0,24 6	4,58 25	12,1 31
Ballica n	23,0 51	12,1 51	2,35 50	38,7 19	0,72 19	0,25 19	0,21 14	4,02 41	8,9 48
Maíz n	28,1 28	8,12 28	2,4 27	28,7 11	0,2 6	0,16 6	0,12 5	3,9 21	7,3 20

n = NS de análisis.

Fuente: Laboratorio Bromatología Estación Experimental Remehue.

CONCLUSIONES

- Muestreo con énfasis en sentido vertical del silo.
- Usar bolsas herméticas.
- Actuar con rapidez en el envío.
- Niveles óptimos recomendados para un ensilaje:

Materia seca: 25 % (Nota): Ensilajes con niveles de 20-22 % de materia seca pueden también lograr alta calidad dependiendo de la situación climática, estados de la planta, uso de aditivos y cuidados en la elaboración del ensilaje.

Proteína : 14 %

E. Metaboliz. : 2,6 % M. cal/kg. m.s.

PH : 4,0 %

Nitrógeno Amoniacal : hasta un 5% (N. Total).

- Una alta concentración de nutrientes DEBE IR acompañada excelentes parámetros fermentativos.
- Se requiere de mayor investigación para mejorar la relación entre calidad fermentativa y consumo.
- Los ensilajes de praderas de la zona deben mejorar su aporte energético.

REFERENCIAS

ALEXANDER R.H. (1960) Journal of Agricultural Engineering Research. 5, 118-121.

POOLE A.; ASTON K., y SUTTON J., 1992. Milk from Grass silaje. M.M.B - IGER. 16 pp.

THOMAS C.; REEVE A. y FISHER G., 1991. Milk from Grass. ICI - SAC -IGER. pp 112.

WILKINS R., 1986. Silaje. Factor determining feeding value and the effects of supplements. Procisur Conference. Remehue, 1986.

WILKINSON M., 1986. Silaje UK. Chalcombe. Publications. pp 172.