

ANÁLISIS Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE ENSILAJE

PARA CONOCER

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

Toma de muestra

Después de terminadas las labores de ensiladura se debe esperar entre uno y medio y dos meses para tomar las muestras.

Las principales fuentes de error en el muestreo son:

1. El forraje ensilado, normalmente, proviene de potreros distintos, con plantas en diferentes estados fenológicos y niveles de premarchitamiento.
2. La altura del silo, rapidez del llenado, tipo y eficiencia de sellado, calentamientos, compactaciones, originan una enorme variabilidad. En una evaluación realizada en Estados Unidos, 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 recibe el tráfico de las labores. La gran variación en sentido vertical reflejó la presencia de capas con diferentes tipos de forrajes.
3. Las 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 o buses, serán analizadas en el laboratorio, pero sus

resultados no reflejarán el material que será ofrecido a los animales.

4. Se debe tener conciencia de que, por ejemplo, en un silo de 150 colosadas hay aproximadamente 375 mil kilogramos de forraje, y la muestra de un kilogramo representa una pequeñísima porción del total.

Muestreo en silos abiertos y parcialmente utilizados

Hay que usar doble bolsa o una bolsa resistente con capacidad de más o menos uno a dos kilogramos.

Se debe evitar inicios del silo, donde el ensilaje está sucio. Una vez abierto el silo, es recomendable esperar unos días y avanzar uno a dos metros antes de tomar la muestra. Mientras tanto se pueden usar tablas de composición de alimentos para estimar las raciones. En un silo con sus cortes expuestos y sectores parcialmente utilizados (Figura 1), se deben 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 cinco cuadrados de más o menos 7 x 7 cm de ancho y cinco a

diez 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 cinco 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 seis submuestras del perfil y cuatro 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.

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

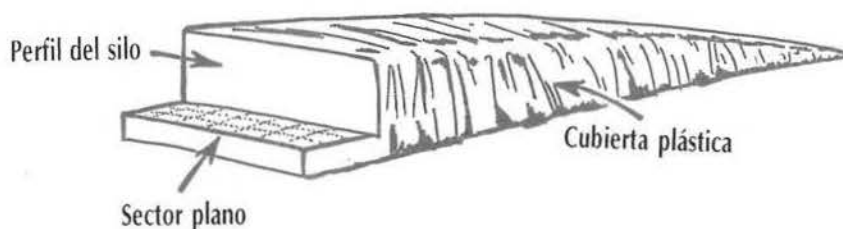


Figura 1. Muestreo en silos abiertos y parcialmente utilizados.

MEJOR LOS NUTRIENTES

el muestreo por sectores. Así, por ejemplo, se muestrea solamente el primer tercio y, antes de 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.

Hay que mantener en hielo durante el viaje al laboratorio. Las muestras que serán enviadas por bus o correo deben ser congeladas previamente y empacadas con suficiente material aislante (papeles, plumavit u otro).

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 (m.s.) se expresa, normalmente, en porcentaje y es utilizada para muchos propósitos, como:

1. Determinar la densidad del forraje ensilado, una vez estabilizado después de dos meses de hecho el silo. El investigador norteamericano Wilkinson (1986) entrega la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad del ensilaje (kg/m}^3\text{)} = \frac{6.500}{\% \text{ m.s.}} + 400$$

Este resultado es útil para calcular la cantidad total de forraje disponible

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, mayor eficiencia de utilización.

Juan Carlos Dumont L.
Ingeniero Agrónomo Ph.D.
INIA Remehue



en los silos.

Ejemplo: materia seca del ensilaje = 21%

Densidad del ensilaje =

$$\frac{6.500}{21} + 400 = \frac{309}{21} + 400 = 709$$

Si el silo mide 5 m x 20 m x 1,5 m = 150 m³
Entonces habrá:

$$150 \text{ m}^3 \times 709 \text{ kg/m}^3 = 106.350 \text{ kg}$$

de ensilaje fresco en el silo.

2. Calcular las raciones, ya que los nutrientes se expresan sobre la base de la materia seca.

3. Hacer cálculos de consumo: al multiplicar el consumo fresco por el porcentaje de materia seca se obtiene el consumo de materia seca.

4. Hacer un 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. Por una parte, esto limita el uso de otras fuentes de nitrógeno no proteico; y, por la otra, la utilización de nitrógeno no proteico requiere de energía adicional para su utilización.

- Energía

La concentración de energía se calcula sometiendo a la muestra a un análisis de digestibilidad *in vitro* y luego utilizando fórmulas. También se estima a través de los contenidos de fibra. Se expresa como energía metabolizable por kilogramo de materia seca.

- Fibra

Existen tres tipos de análisis para fibra. Todos ellos se expresan en porcentaje de la materia seca.

1. Fibra Detergente Ácido (FDA).

Representa, principalmente, a la celulosa y lignina y, también, a 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 definida en las plantas. Es un método que se basa en la errónea asunción de que esa fracción fibrosa recupera el material no digerible en un alimento. Esta fracción no retiene totalmente a la lignina, hemicelulosa y celulosa.

Las fracciones FDA y FDN son recomendadas como análisis y sirven para determinar las cantidades de fibras en las raciones y realizar estimaciones de energía junto a otros parámetros.

- Minerales

Se determinan por calcinación de la muestra a 500 °C. Muestras de ensilajes que estén contaminadas con suelo aparecen, generalmente, altas en minerales.

Parámetros de fermentación

- Nitrógeno amoniacal (N-NH₃)

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 el Cuadro 1.

- pH

Es un indicador de la acidez y de la calidad de la fermentación. Es dependiente del contenido de materia seca del ensilaje. En la Figura 2 se muestra esta relación y el concepto de calidad correspondiente.

Cuadro 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, C; Reeve, A y Fisher, G. *Milk From Grass*, ICI-SAC-IGER, 1991.

- Otros indicadores de fermentación

Los ácidos acéticos, propiónico, butírico, láctico y etanol se relacionan con la potencialidad de consumo de ensilajes.

Composición química óptima de ensilajes

Bajo los subtítulos anteriores, la composición química para ensilajes quedó clasificada en dos grandes grupos:

- Nutrientes que contiene el ensilaje.
- Productos de fermentación.

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

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, mayor eficiencia de utilización.

Además, se ha encontrado relaciones positivas entre parámetros tales como concentración de energía y contenido de materia seca sobre el consumo o producción. En la Figura 3 se muestra un ejemplo de esta relación.

Así, un ensilaje de alta digestibilidad aporta más energía al animal al día debido a que existen mayor concentración y consumo. La concentración energética de un buen ensilaje debería tener un valor cercano a 2,6 megacalorías por cada kilogramo de materia seca.

Proteína

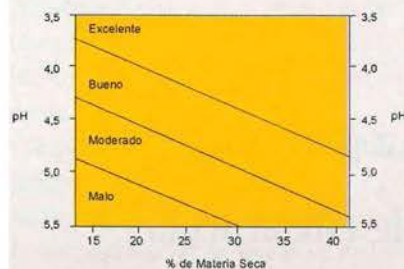
La proteína de un ensilaje comúnmente es de baja calidad debido a los cambios sufridos por fermentaciones durante el almacenamiento.

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

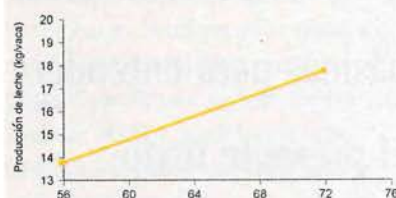
Estos compuestos (N-NH₃, ácidos, aminos, etanol, etc.) pueden alterar completamente

Figura 2
Calidad de fermentación en relación al pH y materia seca del ensilaje.



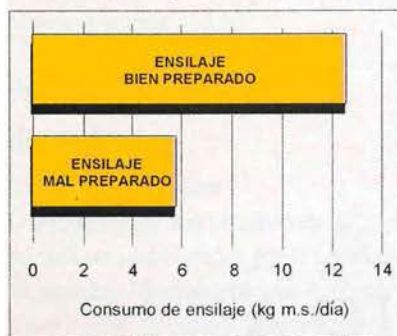
Fuente: Thomas y otros, 1991

Figura 3
Efecto de la digestibilidad del forraje en la producción de leche.



Fuente: Castle y Wilkins, 1970.

Figura 4
Efecto del método de preparación de un ensilaje sobre el consumo



Fuente: Adaptado de Poolé y otros.

la relación de la Figura 2. Por ejemplo, Poolé y otros autores (1992) encontraron que ensilajes de concentración de energía alta y similar, y muy buenos valores de proteína (19% de proteína total) eran consumidos en forma muy diferente dependiendo del cuidado en la preparación y elaboración de los ensilajes (Figura 4).

La Figura 4 indica que una alta digestibi-



Las muestras tomadas de material expuesto al aire no representan la calidad del material que consumirán los animales. Las muestras se deben sacar del perfil recién cortado.

Existen errores comunes en la toma de muestras, que distorsionan los resultados del análisis, pero que son fáciles de evitar.

lidad no es por sí sola garantía para un buen consumo. En el ensilaje mal preparado no se compactó bien, no se usó aditivo, y no se cubrió con plástico durante la noche. Esto coincide con lo indicado por estudios extranjeros, donde además se señala que cuando los ensilajes tienen bajo nivel de nitrógeno amoniacal, entonces sí se encuentra una relación positiva entre consumo y digestibilidad. Ello hace evidente la necesidad de encontrar mejores parámetros fermentativos que indiquen la potencialidad de consumo. En el caso de la Figura 4, el consumo fue más afectado por los productos de fermentación que por la digestibilidad. ▲

Conclusiones

Los siguientes son los puntos claves que hay que considerar en el análisis del ensilaje:

- Muestreo del silo con énfasis en sentido vertical.
- Usar bolsas herméticas.
- Actuar con rapidez en el envío.
- Niveles óptimos recomendados para un ensilaje:
 - Materia seca: 25%, aunque ensilajes con niveles de 20 a 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%
 - Energía Metabolizable: 2,6 megacalorías por kilogramo de materia seca.
 - pH: 4,0
 - Nitrógeno amoniacal: hasta un 5% del nitrógeno total.
- Una alta concentración de nutrientes debe ir acompañada de excelentes parámetros fermentativos.
- Se requiere más investigación para conocer mejor la relación entre calidad fermentativa y consumo.