

Métodos de valoración de la calidad de los ensilados y su papel en la salud de las vacas

Producir ensilados de alta calidad nutricional e higiénica, reduciendo las pérdidas de materia seca en lo posible y evitando el desarrollo de microorganismos no deseados, es un desafío. Aun así, asumimos que habrá ciertas pérdidas y pequeños cambios en la calidad nutricional a lo largo de las diferentes fases del proceso con respecto al forraje inicial. Sin embargo, debemos evitar por todos los medios que se vea afectada la calidad higiénica. En un ensilado pueden darse todas las condiciones favorables para que se desarrollen microorganismos potencialmente patógenos. Tan solo hay dos factores que impedirán que esto ocurra. Por un lado, la reducción del pH (podrá variar según la humedad y el tipo de forraje) y por otro, la ausencia de oxígeno disponible tanto en la masa del silo como en el frente durante su consumo diario.

Entre los peligros potenciales que puede contener el ensilado para la salud de las vacas e incluso para la calidad higiénica de la leche y los productos obtenidos de ésta, podemos citar:

- Peligros asociados al **crecimiento y metabolismos de microorganismos no deseados** en cualquier etapa del proceso, desde el propio cultivo en campo (mohos y sus micotoxinas) hasta su almacenamiento, conservación y consumo (*Clostridium spp.*, Salmonellas, otras enterobacterias, Listeria monocitogenes, levaduras, y diversos mohos y sus micotoxinas y otros patógenos relacionados específicamente con la salud de la ubre como *E. coli*, *Klebsiella*, *Str. uberis* y *Str. Dysgalactiae*).
- **Peligros de origen químico derivados de fermentaciones indeseadas** como compuestos nitrogenados, alcoholes y sus esteres, elevadas concentraciones de ácido butírico y aminas biógenas (putrescina, cadaverina, tiramina, ...). Habitualmente, en condiciones reales de campo, en los ensilados en mal estado, nos encontramos varios de estos agentes nocivos presentes al mismo tiempo, lo que puede provocar que sus efectos negativos sean más potentes. Por tanto, sus manifestaciones clínicas, como ya sabemos, suelen ser de intensidad variable y síntomas inespecíficos, pero siempre muy manifiestas. Entre ellos podríamos citar la reducción de la producción, la menor ingesta de raciones por rechazo, las alteraciones metabólicas y las entidades patológicas bien conocidas como clostridiosis, listeriosis, salmonelosis, etc.

En estos casos, las mamitis y el aumento de los recuentos en células somáticas en tanque son los primeros indicadores que alertan de los trastornos que está desencadenando el consumo de un ensilado en mal estado. En todo este complejo proceso que se desencadena al consumir un silo así, la **INMUNOSUPRESIÓN** que se produce consecuencia del consumo de muchas de esas toxinas y compuestos químicos es la causa de la aparición de otros procesos que hasta ese momento estaban controlados por el potente sistema inmune de la vaca sana.

Por tanto, para poder valorar con precisión la calidad de las fermentaciones y las modificaciones que ha sufrido el forraje inicial durante el tiempo que ha estado sellado y evaluar el estado higiénico del frente de consumo, disponemos de dos herramientas: Por un lado, el **análisis fermentativo** y, por otro, la valoración del nivel de **estabilidad aeróbica** o grado de deterioro por presencia de oxígeno.

Jorge Eseberri. Servicio de Calidad de Leche de ALBAIKIDE. Artículo publicado en la revista Albaitaritzza nº 90. Verano 2021

ANÁLISIS FERMENTATIVO

Al abrir un silo, usualmente se toman muestras para conocer su calidad nutricional (humedad, PB, FND, FAD, almidones, etcétera), pero rara vez se realiza un análisis fermentativo que nos diga cuál es su calidad higiénica midiendo el pH, las concentraciones de ácidos orgánicos (láctico, acético, butírico y propiónico), alcoholes, $\text{NH}_3\text{-N}$, aminas biógenas. Gracias a ese análisis sabremos qué bacterias se han desarrollado en su interior y qué fermentación han producido. La tabla 1 muestra los valores recomendados de la fermentación que ocurre en los silos más habituales (Kunga y Shaver, 2001).

En las figuras 1 y 2 vemos la evolución de estos valores en función de la materia seca del producto inicial para el ensilado de maíz y el de hierba.

Cuando la humedad del forraje, ya sea de maíz o de hierba, está entorno al 30-35%, se consigue reducir el pH hasta niveles óptimos para cada uno de ellos (pH óptimo del silo de maíz sobre 3,9 y el del silo de hierba sobre 4,7), lo que será suficiente para controlar el desarrollo de bacterias como clostridios, enterobacterias y listerias.

En el caso del ensilado de hierba, si la materia seca es muy baja (forraje muy húmedo) las concentraciones de ácido láctico se reducen por lo que el pH a esa humedad es superior. Lo mismo ocurre en ensilados de hierba con elevados niveles de cenizas (tierra en el forraje). Esto es debido a que bajo esas condiciones se favorece el desarrollo de fermentaciones clostridiales, lo que da lugar a mayores concentraciones de ácido Butírico, aumento del $\text{NH}_3\text{-N}$ y, por supuesto, de aminas biógenas por la degradación de parte de la proteína vegetal por esos clostridios.

En el lado opuesto, si la materia seca del forraje es elevada (MS > 45%) también observamos un incremento del pH, pero en este caso es debido a que las bacterias que producen el ácido láctico no pueden desarrollarse con la misma intensidad al haber menos agua disponible (aW baja).

Sin embargo, en esta situación, a pesar de que el pH sea más elevado, las concentraciones de otros compuestos como el ac butírico y el $\text{NH}_3\text{-N}$ que indicarían fermentaciones no deseadas, pueden mantenerse en niveles bajos. Estos ensilados con materia seca elevada pero estabilizados, tienen un elevado riesgo de sufrir pérdidas por crecimiento de levaduras y mohos cuando entran en contacto con el aire en el frente de consumo (deterioro aeróbico) puesto que, al estar más secos, aumenta notablemente su porosidad permitiendo que el aire pueda penetrar incluso a más de 1 m de profundidad en el frente y hasta 4 metros en las zonas periféricas.

Por tanto, el **ensilado de hierba** es susceptible de sufrir deterioro tanto por fermentaciones anómalas si está muy húmedo o contiene mucha tierra, así como por falta de estabilidad aeróbica si está excesivamente seco, mientras que el **ensilado de maíz**, dada su mayor facilidad para alcanzar niveles de pH más bajos, está más expuesto a sufrir un deterioro aeróbico cuando es ensilado muy seco o hay un mal manejo del frente de consumo. Ambas situaciones son potencialmente peligrosas para la salud de la vaca.

Desde un punto de vista de calidad de leche, las consecuencias del consumo de un ensilado de hierba mal fermentado son casi inmediatas, tal y como lo vemos en la práctica diaria. Estas son algunas hipótesis del origen de estos trastornos:

- Se desconoce las rutas de transmisión que siguen esos microorganismos patógenos y sus to-

Tabla 1. Valores recomendados de la fermentación que ocurre en los silos más habituales (Kunga y Shaver, 2001)

	Silo de hierba 25-35% MS	Silo de maíz 30-40% MS	Maíz húmedo
pH	4.3-4.7	3.7-4.0	4.0-4.5
Ácido láctico, %	6-10	3-6	0.5-2.0
Ácido acético, %	1-3	1-3	<0.5
Ácido propiónico, %	<0.1	<0.1	<0.1
Ácido butírico, %	<0.5-1.0	0	0
Etanol, %	0.5-1.0	1-3	0.2-2.0
$\text{NH}_3\text{-N}$, % de N total	8-12	5-7	<10



Figura 1. Valores para ensilados de maíz

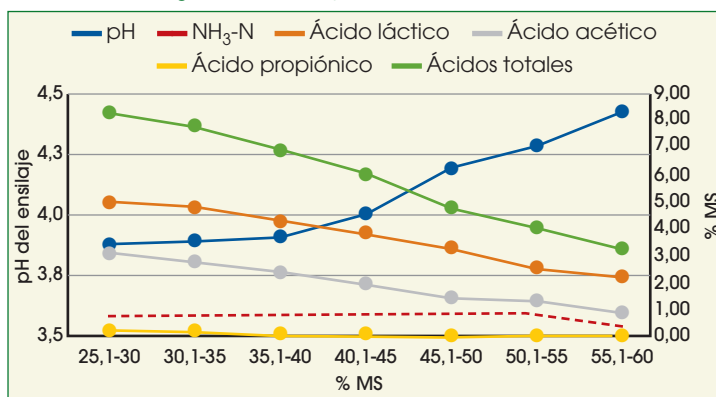
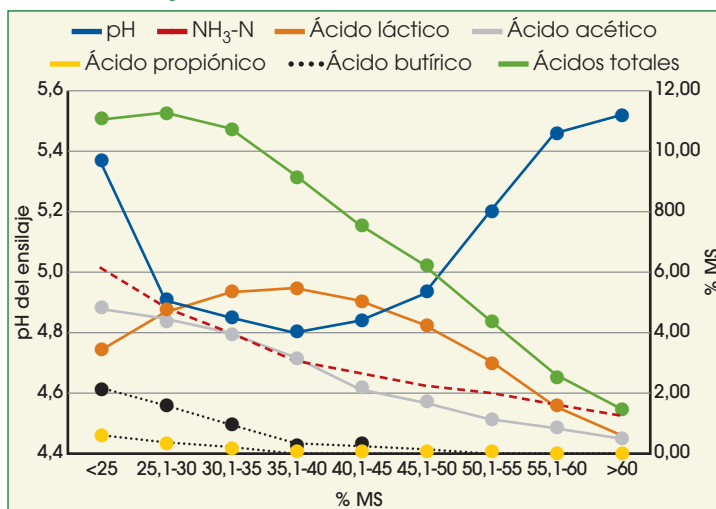
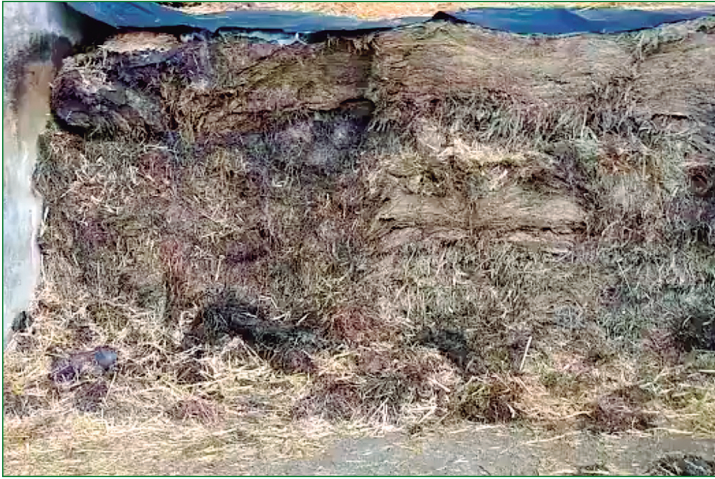


Figura 2. Valores para ensilados de hierba



Métodos de valoración de la calidad de los ensilados...



Un silo de hierba en muy mal estado, consecuencia de fermentación butírica. Presencia de Clostridium y elevadas concentraciones de aminas biógenas. No sería recomendable utilizar en ningún grupo de animales.

xinas al ser ingeridos con la ración hasta llegar a la ubre. Lo que sí sabemos es que las vacas excretarán con sus heces una mayor cantidad de esas bacterias (*E. coli*, *Klebsiella*, *Strep. spp.*) que contaminarán las camas alcanzando la ubre en último lugar, aumentando la presión de infección mamaria.

- Del mismo modo, **el efecto inmunosupresor** de muchos de estos compuestos (aminas biógenas y micotoxinas), hará que cuando una bacteria patógena consiga penetrar en la glándula mamaria superando la barrera física del esfínter, no habrá una respuesta inmunitaria eficiente y proporcionada que la reduzca y elimine, por lo que nos encontraremos un aumento en el número de nuevas infecciones y reactivación de otras muchas que estaban en estados latentes. En estos casos, no habrá un patrón bacteriológico constante, sino que predominarán aquellos patógenos, ya sean ambientales o contagiosos, que ejerzan una mayor presión de infección según las condiciones medioambientales y sanitarias del rebaño.
- En el ensilado donde se han dado fermentaciones clostridiales hay una elevada concentración de ac. Butírico que, además de provocar que las vacas rechacen el consumo de esa ra-



Silo de maíz en buen estado y bien dimensionado según el consumo diario que permite renovar el frente con frecuencia.

ción, también produce cetosis, lo que agravaría una situación de balance energético negativo en vacas en inicio de lactación, haciendo que las producciones se reduzcan drásticamente, como vemos a menudo en campo.

VALORACIÓN DEL NIVEL DE ESTABILIDAD AERÓBICA

Los cambios que se pueden producir en el ensilado al entrar en contacto con el aire durante la fase de avance del frente de consumo son tan importantes como los que se producen durante la primera etapa de sellado y fermentación desde el punto de vista de preservar los nutrientes y mantener las buenas condiciones higiénicas del silo.

Cuando hay oxígeno disponible en el ensilado, ya sea en la masa o en el frente de consumo, las levaduras son los primeros microorganismos en desarrollarse, generando calor y elevando el pH. Si estas condiciones se mantienen en el tiempo, comienzan a desarrollarse otros microorganismos como bacilos y otras bacterias aeróbicas para que finalmente aparezcan los mohos. Llegados a esta situación, el metabolismo de estos organismos generará CO_2 , agua disponible (aW), aumento del pH y calor hasta el punto que se pueden alcanzar los 55°C con unas pérdidas del valor nutricional en esos casos de más del 75%.

Por tanto, la evaluación de la extensión de las áreas enmohecidas visibles combinado con la medición de la T° a una profundidad de 20-40 cm en el frente nos va a ofrecer una buena indicación del estado higiénico del silo durante su consumo, incluso para poder detectar estadios iniciales del deterioro aeróbico y poder así aplicar medidas de manejo que lo corrijan.

Cuando se completa la fase activa de la fermentación (7-15 días), las temperaturas en el núcleo del silo, a menudo, pueden alcanzar los 40°C (entre 8 y 12°C más que la T° a la que se introdujo el forraje) para ir disipándose lentamente a lo largo de las semanas. El calor retenido rara vez debe registrar más de 35°C , especialmente después de varios meses de almacenamiento. Los silos pequeños deben enfriarse más rápidamente que los silos más grandes y las zonas periféricas antes que el centro.

Una diferencia de T° respecto a la de referencia en el núcleo del silo (dT°_{ref}) superior a 5°C nos revelará la presencia de zonas críticas con elevado riesgo por crecimiento de levaduras y mohos. Debemos prestar especial atención a las capas superficiales y zonas periféricas, así como a aquellas zonas donde haya masas enmohecidas que sean visibles. Esta diferencia de T° , denominada índice de calentamiento, nunca la tomaremos respecto a la T° ambiente, dadas las grandes oscilaciones de T° que nos podemos encontrar según la época del año.

En la tabla 2 vemos los valores medios (entre paréntesis los rangos) de las T° y de las características químicas y microbiológicas del centro, las áreas periféricas y zonas enmohecidas de 369 muestras de ensilados de maíz (Borreani y Tabacco, 2010).

Las muestras tomadas de las zonas periféricas del silo sin zonas visibles de mohos presentaron desde valores analíticos correctos, semejantes a los del núcleo del silo (o de referencia), hasta valores que indican una profunda alteración del silo (pH hasta 8,71, ausencia de ácido láctico y ácido acético y presencia de ácido butírico).

Por otro lado, las muestras tomadas de zonas enmohecidas visibles presentaron una fuerte alteración química y microbiológica con niveles de pH medio de 6,84, recuentos de levaduras de más de

Métodos de valoración de la calidad de los ensilados...

Tabla 2. Valores medios de las Tª y de las características químicas y microbiológicas del centro, las áreas periféricas y zonas enmohecidas de 369 muestras de ensilados de maíz (Borreani y Tabacco, 2010)

	Centro silo (n = 108)	Zonas periféricas (n = 108)	Zonas enmohecidas (n = 153)	SE	P-value
Materia seca (%)	34.3 (26.2–41.4)	34.1 (16.3–47.4)	33.4 (11.5–48.4)	0.313	0.284
Actividad agua	0.981 (0.960–0.990)	0.988 (0.963–1.00)	0.993 (0.970–1.00)	0.000761	<0.001
pH	3.64 ^c (3.45–4.03)	4.97 ^b (3.53–8.71)	6.84 ^a (4.70–8.33)	0.0860	<0.001
Levaduras (log cfu/g)	2.93 ^c (<1.00–5.70)	5.48 ^b (<1.00–8.57)	6.33 ^a (3.00–8.40)	0.124	<0.001
Mohos (log cfu/g)	1.76 ^c (<1.00–4.04)	3.71 ^b (<1.00–6.65)	8.00 ^a (5.70–9.40)	0.160	<0.001
Esporas Clostridios (log MPN/g)	1.36 ^c (<1.18–2.36)	2.75 ^b (<1.18–6.46)	5.08 ^a (1.48–7.04)	0.241	<0.001
Tª muestra (°C)	18.6 ^c (12.0–22.9)	30.6 ^b (7.6–51.8)	35.4 ^a (12.4–54.5)	0.634	<0.001
dT _{ref40} (°C) o índice de calentamiento	-1.5 ^c (-5.9–0.9)	9.9 ^b (-5.7–33.5)	13.3 ^a (-6.0–33.5)	0.598	<0.001
Nitratos (mg/kg de materia fresca)	349 ^a (<100–3,367)	298 ^a (<100–4,791)	48 ^b (<100–1,523)	37.9	<0.001
Ácido Láctico (% MS)	5.45 ^a (1.44–8.98)	2.91 ^b (<0.001–7.09)	0.02 ^c (<0.001–0.85)	0.149	<0.001
Ácido Acético (% MS)	1.67 ^a (0.17–5.68)	1.63 ^a (<0.001–6.16)	0.02 ^b (<0.001–0.72)	0.0626	<0.001
Ácido Butírico (% MS)	<0.001 ^b	0.03 ^a (<0.001–0.64)	0.02 ^a (<0.001–0.24)	0.00589	0.002

dT_{ref40} = diferencia de Tª medida entre el punto de muestreo y la Tª de referencia medida en el centro del silo a una profundidad de 40 cm en el frente de consumo.



Silo de hierba en buen estado, bien compactado y sin zonas aparentemente deterioradas.

6 log ufc/g y de mohos de alrededor de 8 log ufc/g y elevada presencia de esporos de clostridios.

En este estudio se demostró que cuando la diferencia de Tª establecida entre el punto de muestreo y la Tª de referencia del núcleo del silo (dT_{ref} o índice de calentamiento) era superior a 5°C, el pH era superior al óptimo para poder controlar el desarrollo de patógenos, los recuentos de levaduras fueron superiores a 5 log ufc/g y los de mohos más

de 6 log ufc/g, lo que supone un riesgo añadido por la más que probable aparición de micotoxinas. En los casos en los que la diferencia de Tª sea superior a 10°C es probable que también se desarrollen esporos de clostridios.

El deterioro aeróbico puede afectar por igual al ensilado de maíz y al de hierba, especialmente cuando presentan una MS superior al 45% (elevada porosidad) o el frente de consumo es excesivamente amplio y la renovación del mismo muy lenta. En general, las zonas periféricas y capas superficiales son las más susceptibles, pero si no se hace una buena gestión del avance del frente de consumo, las pérdidas del valor nutritivo y el desarrollo de microorganismos no deseados serán igualmente relevantes en el centro del frente.

La evidencia de campo sugiere que el consumo de ensilados calientes y enmohecidos (deterioro aeróbico), con elevados recuentos de levaduras y mohos, están asociados con bajos rendimientos productivos y manifestaciones clínicas en las vacas, como un incremento en las mamitis y un aumento del recuento de células somáticas en tanque. Aunque no se ha establecido un vínculo causa efecto exacto y no se sabe si ese efecto negativo se produce por las levaduras y mohos directamente, por los cambios organolépticos (olores y sabores) que producen en el silo y reducen la ingesta, por la producción de compuestos tóxicos (micotoxinas) o por una combinación de todos ellos.

NEWSLETTER
Semanal
CONAFE
SUSCRÍBETE