



Calidad fermentativa y nutricional del ensilado de maíz

¿Cómo influye la fermentación en el valor nutricional del silo de maíz? En este texto detallo las pautas de manejo y los objetivos biológicos clave para frenar la inestabilidad aeróbica, evitar el calentamiento del forraje y asegurar un óptimo aprovechamiento del almidón y la fibra.

Alexandre Udina
Director técnico de Adial
alexudina@adial.es

Las pérdidas de MS (materia seca) al hacer un ensilado de cualquier tipo de forraje, y en este caso en el maíz ensilado, van a tener un gran impacto en la calidad nutricional, ya que se pierden siempre los ingredientes de más valor (azúcar, almidón, energía, proteína...) y también van a tener relación con la fermentación, pues, si esta es láctica, es muy eficiente y con pérdidas minimizadas, pero en todas las otras fermentaciones hay pérdidas importantes de MS y energía.

Partiendo de que hay unas pérdidas inevitables al hacer un forraje ensilado, hay que intentar minimizarlas para que estén en torno al 5 %. Si se consiguen valores cercanos, signifi-

fica que ha habido un buen manejo en el campo (solo 2 % pérdidas), un buen manejo en la rapidez de llenado y cierre del silo (solo 1 % pérdidas) y que la fermentación ha sido mayoritariamente láctica (>60 % láctica, y solo 2 % pérdidas fermentativas).

El problema viene cuando se le añade a este 5 % de pérdidas inevitables de MS del ensilado de maíz "otro" porcentaje variable que puede llegar a ser un 26 % o más... Si hay problemas de estabilidad aeróbica en el ensilado (mal cierre, mala compactación, mal vaciado, actividad de levaduras y mohos, etc.) o durante todo el proceso posterior en la mezcla *unifeed* (TMR), puede haber

hasta un 20 % más de pérdidas por calentamiento. También en el caso de fermentaciones secundarias se puede perder otro 6 % de MS.

LA ESTABILIDAD AERÓBICA EN EL SILO DE MAÍZ

El manejo será determinante para tener una buena estabilidad aeróbica y la densidad de compactación es el aspecto más importante. Para ello, el picado, la materia seca y la altura de capas en el llenado nos deben permitir superar el objetivo de los 240 kg MS/m³.

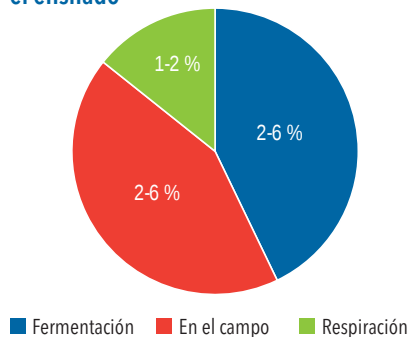
Picado del maíz

La longitud del picado será de entre 14 y 18 mm según el porcentaje de MS del ensilado.



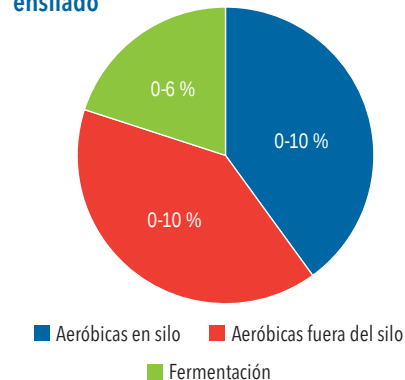
► EL MANEJO SERÁ DETERMINANTE PARA TENER UNA BUENA ESTABILIDAD AERÓBICA Y LA DENSIDAD DE COMPACTACIÓN ES EL ASPECTO MÁS IMPORTANTE. PARA ELLO, EL PICADO, LA MATERIA SECA Y LA ALTURA DE CAPAS EN EL LLENADO NOS DEBEN PERMITIR SUPERAR EL OBJETIVO DE LOS 240 KG MS/M³

Figura 1. Pérdidas inevitables de MS en el ensilado



Fuente: figura adaptada de Keith Bolsen

Figura 2. Pérdidas evitables de MS en el ensilado



Fuente: figura adaptada de Keith Bolsen

Longitudes menores en maíces de hasta el 38 % de MS y longitudes mayores en maíces de alrededor del 32 % MS. El picado se tendrá que adaptar al porcentaje de ensilado de maíz incluido en la ración (longitudes máximas para raciones donde el maíz es la principal base forrajera en la ración y longitudes mínimas si el ensilado del maíz es poco representativo en la ración).

Altura de capas

Debe ser de solo 5-10 cm, para poder compactar bien con una relación de toneladas (t) de forraje por hora y t de maquinaria (tractores) a usar en relación t forraje por hora/3. También el dimensionado es importante, con una relación de hacer 6 metros de largo por cada metro de altura para priorizar la compactación, aunque el avance diario según el tamaño de la granja puede corregir este dato en un sentido u otro. Para la definición de estabilidad aeróbica en un silo de

maíz se consideran la temperatura, el dióxido de carbono (CO₂) y el pH:

- Tiempo para temperatura >2 °C sobre ambiente: >200 horas (estable) o <48 horas (inestable)
- CO₂ producción en 120 horas exposición aire: <10g/kg MS (estable) o >10 g/kg MS (inestable)
- pH en 120 horas de exposición al aire: <0.5 pH unidades (estable) o >0.5 pH unidades (inestable)

En una auditoría se puede usar un densitómetro para ver la densidad y también usar una sonda de temperaturas para ver si el silo es estable (la T.^a de la zona central siempre tiene que ser más alta que en la periferia).

La inestabilidad aeróbica viene dada por la presencia de hongos (levaduras, mohos), carbohidratos y oxígeno, y provoca una multiplicación exponencial de levaduras que son lactato consumidoras y que ocasiona una subida de pH (al consumir parte del láctico) que permite el crecimiento de hongos pluricelu-

lares visuales (mohos) y otras bacterias aeróbicas. Una mala compactación (densidades por debajo de los 200 kg MS/m³) permite que el aire penetre hasta 90 cm/día, de modo que, sin un buen avance diario del frente, este oxígeno desencadena todo el proceso de crecimiento fúngico y de calentamiento, con subida de la temperatura por la actividad respiratoria de esta microbiología, que consumen energía (azúcares, almidón...) y se pierde digestibilidad de la proteína (reacción de Maillard entre carbohidratos y proteína por calor).

En estudios recientes publicados estos últimos años también se asocia la presencia de un recuento alto de levaduras en el silo de maíz con una pérdida de digestibilidad de la fibra. En el Congreso de Anembe 2026, celebrado en Valladolid, Luis Ferratero presentó varios estudios de universidad sobre esta pérdida de digestibilidad de la fibra neutro detergente (tabla 1, pag. sig.). ►►

KOFASIL®

ESTABILIDAD AERÓBICA PARA EL ENSILADO DE MAÍZ

Inoculantes bacterianos y soluciones a base de sales



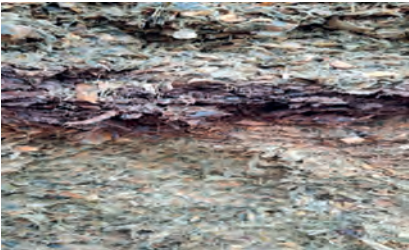
972 54 61 55 | www.adial.es

También en el proceso de llenado es importante la rapidez y, si se deja el silo abierto por la noche, al día siguiente se ha producido actividad de levaduras en la capa superior que se observa en el silo como una línea violeta con olor a alcohol. Aquí se ha producido el fenómeno de Crabtree de las levaduras: esta produce alcohol (etanol) en condiciones aerobias y con una gran concentración de glucosa externa en lugar de producir biomasa mediante el ciclo de Krebs, es un proceso que ocurre mayoritariamente en todas las levaduras y se cree que este fenómeno se desarrolla como mecanismo competitivo (debido a la naturaleza antiséptica del etanol) con el fin de inhibir el crecimiento de otros microorganismos.

OBJETIVOS NUTRICIONALES DEL SILO DE MAÍZ

En los objetivos nutricionales hay que cosechar al momento óptimo con la línea de la leche entre 1/3 y 2/3 del total, y con la planta en *stay green* para conseguir una buena digestibilidad de la fibra (dFND) a las 30 h (objetivo en torno al 60 %) y un nivel de almidón superior al 32 % con una ratio superior a 1 respecto al porcentaje MS (ej.: para un silo con un 34 % MS, hay que obtener más de un 35 % de almidón).

La importancia de la digestibilidad de la fibra hace que se deba cortar por encima de los 30 cm y que se deban trabajar variedades como la de maíz BMR si se quiere aumentar.



Efecto de levaduras en llenado lento del silo de maíz (capa de coloración violeta y con olor a alcohol)



Uso del densitómetro en silo de maíz



► LA IMPORTANCIA DE LA DIGESTIBILIDAD DE LA FIBRA HACE QUE SE DEBA CORTAR POR ENCIMA DE LOS 30 CM Y QUE SE DEBAN TRABAJAR VARIEDADES COMO LA DE MAÍZ BMR SI SE QUIERE AUMENTAR

Existen variedades, como el Smart Corn, que es un maíz más pequeño, de menor tallo, el cual permite obtener más almidón (se concentra el porcentaje de mazorca sobre el total de la planta logrando >40 % almidones).

También el procesado del grano es fundamental para mejorar el aprovechamiento del almidón, con una recomendación de CSPS del 55-60 % o trabajar con la tecnología Shredlage Corn Cracker para procesar al máximo el grano. El CSPS (índice de procesamiento de grano de maíz, por sus siglas en inglés) mide si se tritura o rompe el grano en el ensilaje indicando el porcentaje de almi-

dón, que pasa por un tamiz pequeño de 4,75 mm. Un valor alto indica que el grano está bien molido y es fácil de digerir para las vacas.

Es igualmente importante considerar la calidad microbiológica del forraje, ya que, si hay presencia de hongos en el campo, estos van a llevar micotoxinas al silo (micotoxinas de campo del tipo tricotecenos como la DON o la T-2 y del tipo zearalenona) que van a estar presentes desde el inicio del ensilaje y pueden dar problemas de ingesta, de bajada de inmunidad (con aumento células somáticas), o van a dar problemas reproductivos entre otros. ►►

Tabla 1. Pérdidas de digestibilidad de la fibra según el nivel de levaduras

Tiempo (12 h)	Levaduras log UFC/g	dFND (%FND)	T leche granja
Silo de maíz control (sin levaduras)	-	43,9 %	1.507
Silo de maíz con bajo recuento de levaduras	4,02	40,7 %	1.490
Silo de maíz con alto recuento de levaduras	8,18	33,9 %	1.450

Fuente: Luíz Ferrareto, Anembe 2026



ROCK RIVER LABORATORY SPAIN

MARIA HERMIDA

**REALIZAMOS TODAS LAS ANALÍTICAS IMPRESCINDIBLES
PARA TU GANADERÍA**



Análisis NIR de ensilados y forrajes



**Análisis microbiológicos
de ensilados, forrajes, etc...**



**Procesado del grano
en ensilado de maíz (KPS)**



Análisis de micotoxinas (ELISA)



Análisis de aguas



Análisis de tierras



Análisis de purín



**Disponemos de servicio
de recogida de muestras**

**Llámanos y te informamos
sin compromiso**

Pol. Ind. Lalín 2000, Parcela A 8 - LALÍN Pontevedra

T. 986 597 195 / M. 629 901 290

www.rockriverlab-spain.com • maria@rockriverlab-spain.com

► LA RECOMENDACIÓN ES TENER EL SILO DE MAÍZ AL MENOS CERRADO TRES O CUATRO MESES PARA PODER TENER UNA BUENA DIGESTIBILIDAD DEL ALMIDÓN Y PARA QUE EL FORRAJE ESTÉ BIEN HIGIENIZADO

Tabla 2. Fermentaciones que se pueden dar en un ensilado de maíz y las pérdidas de MS y energía que comportan

Fermentación tipo	Productos	Recuperación MS/energía
Homoláctica (bal)	Láctico	100/99
Heteroláctica (bal)	Láctico, acético, CO ₂	96/98
Butírica (clostridios)	Butírico, NH ₃ , aminas, CO ₂	49/82
Alcohólica (levaduras)	Etanol, CO ₂	51/99
Acética (enterobacterias)	Acético, etanol, NH ₃ , butanol, CO ₂	95/83
Propiónica (<i>propionibacterium</i>)	Propiónico, acético, propanol, CO ₂	95/85

Fuente: adaptado de SilAprende de Adial, 2026

FERMENTACIONES EN EL SILO DE MAÍZ

La fermentación deseable en un ensilado de maíz es la láctica, donde se transforman las moléculas de glucosa (6 carbonos) en dos moléculas de láctico (3 carbonos cada una), sin pérdidas de CO₂ y, por tanto, con una alta eficiencia. Lo indicado es tener más del 60 % del total de ácidos de

la fermentación en forma de láctico y el pH por debajo de 4. Se pueden valorar los carbohidratos solubles en agua con un refractómetro en el momento de la cosecha para que sean superiores al 8 % (aquí es importante considerar el no penalizar estos azúcares fermentables por querer tener más almidón).

El resto de las fermentaciones ya no son eficientes, con pérdidas de CO₂, a la vez que producen metabolitos como alcoholes que pueden generar problemas de mal sabor o desencadenar reacciones con pérdidas de digestibilidad. Un exceso de alcoholes puede generar la formación de ésteres (unión de un alcohol con un ácido carboxílico, por ejemplo, con etanol + láctico se forma etil lactato).

Del mismo modo, la metabolización de alcoholes (deshidrogenación) genera aldehídos que pueden generar sabores desagradables y llegar a la leche, por ejemplo el exceso de propanol en un silo puede generar propanaldehído o el exceso de etanol se metaboliza en acetaldehído.

Hay otros compuestos VOC (compuestos orgánicos volátiles) que ya se forman en estas fermentaciones no lácticas, como las cetonas del tipo propanona (acetona) y ya están presentes desde el inicio en el silo.

Solo es interesante la fermentación heteroláctica a través de bacterias lácticas heterofermentativas como *Lentilactobacillus buchneri* (la nueva denominación de *Lactobacillus buchneri*) que produce; además

de láctico, otro tanto de acético y de propanodiol (propilenglicol), de modo que tendrá un efecto antifúngico (por el acético) y gluconeogénico (por el propilenglicol).

Los alcoholes como etanol, propanol o butanol, además de poder desencadenar la formación de ésteres (etiles, propiles o butiles), son producto de la actividad fermentativa de levaduras o enterobacterias, que pueden desencadenar problemas de calentamiento durante el proceso de vaciado del ensilado. El nivel de etanol tiene que estar <2 % sms y los niveles de ésteres totales <220 mg/kg sms.

Finalmente, cabe recordar la importancia del tiempo de cierre del silo de maíz para mejorar la digestibilidad del almidón. Hay parte del almidón que está recubierta de proteína zein (prolaminas) que se va liberando con el tiempo, por la acción de enzimas producidas por las bacterias lácticas y por la acción del ácido; de esta forma, se puede pasar de una digestibilidad inicial del 50 % a superar el 80 % a los cuatro meses.

La recomendación es tener el silo de maíz al menos cerrado tres o cuatro meses para poder tener una buena digestibilidad del almidón y para que el forraje esté bien higienizado (la microbiología mejora también con el tiempo si el silo está bien fermentado) al abrirlo, de manera que el riesgo de inestabilidad aeróbica también se reduzca. ■



Mazorca de maíz en el campo con hongos del tipo *Fusarium* sp.



Hongo *Monascus ruber* en silo de maíz



Hongo *Penicillium* sp. en el tercio superior de un silo de maíz

NO TE LA JUEGUES CON PLÁSTICOS DE MALA CALIDAD

Usa sólo soluciones
profesionales para el ensilado



TRIOTECH
OXIPROTEC
SILONET