



Volatilización del silo de maíz: no dejes que se "evapore"

En este artículo analizamos los dos procesos fundamentales del ensilado del maíz, la respiración y la fermentación, y ofrecemos algunos consejos para llevar a cabo una manipulación adecuada con el fin de conseguir una calidad óptima para la alimentación de nuestro rebaño.

Antón Camarero¹, Alexandre Udina²

¹Veterinario de Adial

²Director técnico de Adial

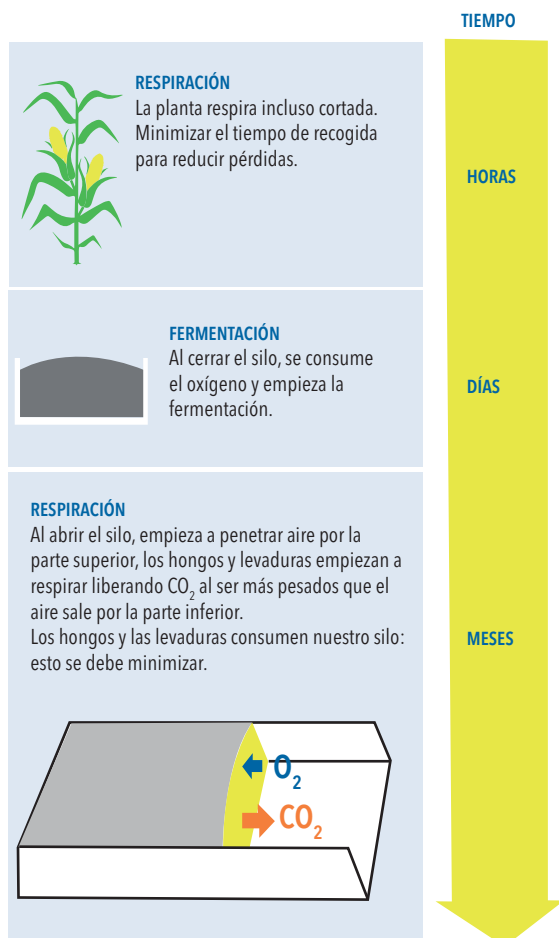
FUNDAMENTOS DEL ENSILADO DE MAÍZ: ENTRE LA RESPIRACIÓN Y LA FERMENTACIÓN

A grandes rasgos, los seres vivos tienen dos mecanismos para obtener energía: la fermentación y la respiración. La primera no necesita la presencia de aire y es me-

nos efectiva. En la fermentación, a partir de una molécula que se rompe en dos o tres más pequeñas, se obtiene una cantidad discreta de energía. Este mecanismo es utilizado generalmente por bacterias y levaduras. La respiración necesita del oxígeno del aire para realizar una combustión completa, con la que se obtiene una gran cantidad de energía. La respiración deja como residuos agua y CO₂, es propia de animales, plantas, hongos y también levaduras. En el proceso de ensilado están involucrados estos dos mecanismos y esta es la secuencia:



► AUN CUANDO SE CORTA LA PLANTA DE MAÍZ, ESTA SIGUE CONSUMIENDO AZÚCARES Y POR ESO DEBEMOS MINIMIZAR ESTE TIEMPO, EVITANDO ASÍ LA PÉRDIDA DE NUTRIENTES



Experimento con el pan

Cuando masticas mucho el pan hasta convertirlo en una papilla, notarás que empieza a saber dulce. **El pan, lo mismo que el maíz, es un alimento rico en almidón**, una macromolécula formada por unidades de glucosa (azúcar), que por la acción de un enzima de la saliva (la amilasa) rompe estas ramificaciones y queda el azúcar libre. En las papilas gustativas de la lengua este azúcar nos transmite el sabor dulce. Con la masticación y la salivación empieza la digestión, por eso es saludable comer despacio y masticar bien los alimentos.

SILOSTOP



Stop al Oxígeno

Proteja el Valor de su Ensilaje



► CON EL BUTÍRICO
DEBERÍAMOS TENER
TOLERANCIA CERO, PORQUE
SU PRESENCIA EN EL SILO
INDICA QUE HAY CLOSTRIDIOS

Aun cuando se corta la planta de maíz, esta sigue consumiendo azúcares y por eso debemos minimizar este tiempo, evitando así la pérdida de nutrientes. El silo se tapa y la planta sigue respirando. Llega un momento en que se consume todo el oxígeno y es a partir de aquí cuando empieza la fermentación. Las bacterias ácido lácticas empiezan su trabajo en el silo de maíz: los azúcares del almidón se convierten en ácido láctico para obtener energía. Con esta acidez se baja el pH por debajo de 4, lo que impide que otras bacterias (entre ellas, las indeseables como los clostridios, coliformes o listerias) se multipliquen en el silo. Alrededor de los cuarenta días el silo se estabiliza casi del todo y la fermentación ya está muy ralentizada o casi concluida.

TIPOS DE FERMENTACIONES EN UN SILO DE MAÍZ

De todas, solo la ácido láctica es la deseable, pero existen otras fermentaciones en un silo de maíz que describimos a continuación:

Fermentación butírica: es la de peores consecuencias. Aunque el butírico es un ácido graso que se produce en el rumen como precursor de las grasas y es un alimento más, su presencia indica la existencia de clostridios que a partir de las proteínas producen este ácido y también las llamadas aminas biogénicas (como la cadaverina y la putrescina), que son hepatotóxicas, responsables de los problemas hepáticos en el posparto que suelen acabar en cetosis. El butírico huele a pies, pero a veces queda enmascarado por las aminas, que huelen todavía peor. Con el butírico deberíamos tener tolerancia cero, porque su presencia en el silo indica que hay clostridios, que pueden ser patógenos y producir desde una toxiinfección (un ejemplo es el caso del *Clostridium perfringens*), hasta problemas hepáticos (que conducen a acetonemias) o hasta la disminución del consumo de materia seca (un

silo que huele mal tampoco tiene apetecibilidad para las vacas). Los clostridios están presentes en la tierra y se desarrollan muy bien en presencia de agua, tierra y proteínas; por eso, los silos en condiciones húmedas (especialmente en hierbas del primer corte) son de alto riesgo, pues cumplen sobradamente con estas condiciones. En el ganado ovino la *Listeria* es el principal problema en los silos húmedos y mal fermentados (provoca una encefalitis grave de posible transmisión a los humanos por la leche si esta no se pasteuriza), la vaca es más resistente a esta bacteria.

Fermentación alcohólica: las levaduras en ausencia de oxígeno producen alcohol. El problema es que cuando se abre el silo empiezan a respirar consumiendo el ácido láctico con dos consecuencias negativas: por un lado pérdida de valor nutritivo (este ácido es también un alimento) y, por otro, al desaparecer, el pH sube, facilitando que las bacterias como clostridios, listerias o coliformes crezcan en el silo.

Fermentación acética: la presencia de acético puede indicar la presencia de *Escherichia coli*, que es un germen que puede provocar infecciones intestinales y un indicador de mala higiene. Hay una excepción cuando inoculamos con *Lactobacillus buchneri* para producir acético a propósito pues es un buen fungicida (para el control de mohos y levaduras). Además, con la inoculación de *Lactobacillus buchneri* se obtienen sustancias glucoplásticas (glucogénicas) como el propanodiol, por lo que asociamos de forma positiva la presencia de acético junto a la presencia de propanodiol.

ESTABILIDAD AERÓBICA EN EL ENSILAJE DE MAÍZ

Cuando se abre el silo empieza de nuevo la respiración. A través del frente entra oxígeno del aire y las levaduras y hongos (que

El yogurt y el pH

El pH o potencial de hidrógeno se define académicamente como el menos logaritmo decimal de la concentración de hidrogeniones; simplificando: mide la cantidad de H libres en una disolución: cuanto más bajo, más hidrógeno libre, decimos entonces más ácido. Cuanto más alto, menos hidrógeno libre y decimos más alcalino.

Cuando el pH baja de 4, la mayoría de las bacterias indeseables lo empiezan a pasar mal, hay demasiado hidrógeno libre que entra al interior de las bacterias y estas empiezan a bombearlo hacia el exterior para deshacerse de él. Esto supone un gran gasto energético y las bacterias así no son capaces de reproducirse.

El yogurt es un alimento con un 86 % de humedad (exactamente lo mismo que la leche) y aun a pesar del elevado porcentaje en agua que contiene, se conserva durante semanas por encima de la fecha de caducidad. La razón es la fermentación láctica. La presencia de ácido láctico hace bajar el pH por debajo de 4, evitando que bacterias indeseables puedan multiplicarse. Por eso el contenido de lactosa del yogurt es más bajo que el que contiene la leche líquida y lo convierte en un alimento más apto para los intolerantes a este azúcar. Además, las bacterias ácido lácticas colonizan el intestino con un efecto protector; por eso el yogur es realmente un alimento mágico.

La misma fermentación ácido láctica es la que deseamos para nuestros silos, tanto en la hierba o en el maíz, y por eso debería recordar al olor de estos lácteos.

► EL FACTOR MÁS DETERMINANTE PARA MINIMIZAR ESTE CALENTAMIENTO ES LA COMPACTACIÓN DEL SILO

proviene del cultivo o que trae el propio aire) respiran y liberan el CO₂. Este consumo de energía trae como consecuencia una pérdida de masa inevitable y lo debemos minimizar. A esto se refiere el concepto de estabilidad aeróbica, que es el tiempo en días que un silo tarda en empezar a calentarse: se considera poca si tarda un día o dos y muy buena si es de una semana o más. El factor más determinante para minimizar este calentamiento es la compactación del silo, así como para lograr una buena compactación lo más relevante es el grosor de las capas.



La línea que señalan las flechas es producto de la multiplicación de las levaduras que en presencia de aire se multiplicaron sobre la superficie durante la noche en la parte superior del silo. Cuando al día siguiente se sigue ensilando, quedan tapadas y en ausencia de oxígeno realizan fermentación alcohólica, como acusaba el olor del silo en esta línea.

Las consecuencias del calentamiento son la pérdida de masa, especialmente a costa de los nutrientes de más valor nutritivo como los azúcares o almidones. Además, la comida caliente es rechazada por las vacas, por lo que compromete

Con pan y vino se hace el camino

Las levaduras son microorganismos muy interesantes para la humanidad: el vino, el pan y la cerveza necesitan de una levadura: *Sacharomyces cerevisiae* para su elaboración.

En el caso del vino o la cerveza fermentan los azúcares de la uva o los que se derivan de los almidones de la cebada para producir alcohol en ausencia de aire. En el caso del pan, la levadura respira en presencia de aire y produce CO₂, que es el responsable de levar el pan, es decir, de formar burbujas en su interior para hacerlo esponjoso. En el caso del silo de maíz no nos interesan para nada: pues ni nos interesa la producción de alcohol en ausencia de aire ni mucho menos que nos consuman respirando el maíz en su presencia, que implica una pérdida de masa.

el consumo de materia seca. Por último, si el hongo es productor de micotoxinas podemos tener una intoxicación con diferentes síntomas según la micotoxina de que se trate (pero casi siempre acompañada con una inmunosupresión que facilita la aparición de mamitis, infecciones podales, diarreas, etc.).

Las micotoxinas son productos que usan los hongos para eliminar competidores como las bacterias, una auténtica guerra biológica. Se podría considerar a la penicilina como una de ellas, pero en este caso con una connotación positiva, pues quizás sea el medicamento que haya salvado más vidas hasta la fecha, un ejemplo más de relatividad entre lo bueno y lo malo.

Los factores que afectan la estabilidad aeróbica en un silo de maíz

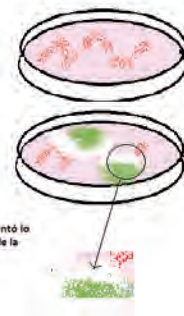
son la materia seca de este, la densidad de compactación, la porosidad, la intensidad de la fermentación, la carga microbiana al abrir el silo (niveles de levaduras lactato asimiladoras), azúcares residuales, componentes específicos del maíz y metabolitos bacterianos (bacteriocinas). La consecuencia de una mala estabilidad aeróbica será, por tanto, el crecimiento de hongos (levaduras y mohos), aumento de temperatura, aumento del pH del silo, capas negras (*blacklayers*), pérdidas de materia seca y la producción de micotoxinas. Hablaremos de micotoxinas de conservación si estas son producidas por los hongos que crecen en el silo, a diferencia de las micotoxinas de campo, que ya se han producido con anterioridad al ensilado en la propia planta de maíz.



El Dr Fleming dejó olvidada una placa de Petri con un cultivo de estafilococos que estaba investigando

Al cabo de días vio que la placa estaba contaminada con un hongo, su intención era tirarla, pero.....

...al fijarse en el cultivo vio que había una zona en la que la bacteria no crecía. Se preguntó lo que pasaba: el hongo *Penicillium* producía una sustancia que impedía el crecimiento de la bacteria: tras investigaciones descubrió esa sustancia a la que se llamó penicilina



ADIAL NUTRICIÓN S.L.

MEJORA LA CALIDAD DE LOS FORRAJES: SILO DE MAÍZ / PASTOREO

Ensilado con alto rendimiento nutricional y calidad higiénica

BIOLOGICOS	KOFASIL DUO Lactobacillus plantarum DSM 3676 Lactobacillus plantarum DSM 3677 Lactobacillus buchneri DSM 13573	KOFASIL S Lactobacillus buchneri DSM 13573
	KOFASIL EXCEL Benzoato sódico (E 211) Sorbato potásico (E 202)	KOFASIL MAÍZ GRANULAR Sorbato potásico (E 202), Propionato cálcico (E 282) Formiato cálcico (E 238), Benzoato sódico (E 211)

ADDCON EUROPE GmbH
Kaiserstr. 1a, 53113 Bonn
Germany

Paratge de la Timba, 28 - 17742 Avinyonet de Puigventós (Girona) - Tel. + 34 972 546 155 - adial@adial.es - www.adial.es



Las pérdidas de materia seca por la actividad fúngica (levaduras y mohos) se asocian principalmente a la densidad de compactación del silo de maíz, siendo el valor de 220 kg/MS por m³ el mínimo recomendable para minimizar pérdidas por actividad aeróbica. El picado y la altura de capas para el pisado, así como la materia seca, serán fundamentales para conseguir una buena compactación, que puede medirse con un densitómetro. También el rápido y correcto cerrado del silo, con el uso de los plásticos adecuados, del film transparente y de pesos encima, junto a lona o malla de protección, ayudarán a mantener un buen cerrado del silo de maíz durante todo el proceso de fermentación.

REDUCCIÓN DE LAS PÉRDIDAS CON PRODUCTOS ANTIFÚNGICOS

El uso, sobre todo en las últimas capas (el tercio superior), de un silo de maíz de ácidos orgánicos o sus sales, con actividad fungicida o fungistática, es una práctica habitual para reducir las pérdidas por hongos. Así suelen usarse como opciones productos a base de propiónico, benzoico, sórbico, acético o alguna de sus sales, que estén autorizadas como aditivos de ensilaje o conservantes. Las mejores opciones por su actividad de inhibición de levaduras y mohos son el benzoico (o el benzoato sódico) y el sórbico (o el sorbato potásico).

Existe también la opción de inocular en todo el silo una bacteria láctica heterofermentativa como el *Lactobacillus buchneri*, que produce láctico, acético y propanodiol; así, además de mejorar la fermentación, se produce acético como sustancia antifúngica, y propanodiol como sustancia glucoplástica (glucogénica). Las inoculaciones de 100.000 ufc/g de esta cepa mejoran la estabilidad del silo y generan propanodiol, mientras que inoculaciones superiores no solo no aumentan la estabilidad sino que, además, aumentan pérdidas por ineficiencia fermentativa. Hay que considerar que se quiere una fermentación láctica, con una proporción de láctico:acético de 3:1 aprox.

En las valoraciones de la fermentación del silo de maíz, los valores analíticos de etanol serán un marcador de la actividad de levaduras; por tanto, los valores de etanol deben ser lo más bajos posibles (<1 % sms), ya que son un indicador de pérdidas de nutrientes.

Tabla 1. Pérdidas según la compactación en silos de maíz

Cultivo	Familia
156	10,4
188	8,0
219	7,6
250	6,2
282	4,8
313	3,4

Fuente: Ruppel, 1992

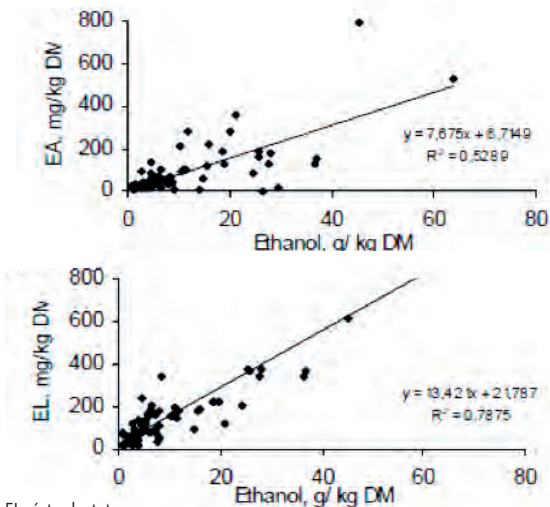
Tabla 2. Pérdidas de materia seca y energía en silo de maíz por aumento de temperatura

Aumento de temperatura (°C)	Pérdidas MS día % (Honig)	Pérdidas energía día (MJ ENL/kg MS) [Gross]
5	1,2	0,05
10	2,3	0,10
15	3,5	0,15
20	4,6	0,20
25	5,8	0,25
30		0,30
45		0,45

Fuente: Honig y Gross

También se asocian los niveles de etanol a la presencia de ésteres, tanto del láctico como del acético, que pueden provocar bajada de ingestas o problemas inespecíficos y por tanto tampoco interesa que se formen en el silo de maíz estos ésteres. ■

Figura 1. Correlación entre ésteres, sus respectivos ácidos (acético, láctico) y etanol (n=67)



EA: éster acetato; EL: éster lactato
Fuente: Weiß et al.