



Auditoría del ensilaje de maíz y cálculo de las pérdidas

Son dos las “enfermedades” fundamentales a la hora de tener en cuenta las valoraciones de la auditoría: la mala fermentación y la inestabilidad aeróbica, y a ellas les dedico este estudio, que completo con el análisis de las pérdidas de materia seca debido a la inadecuada praxis en el manejo de nuestros silos, y con algunos consejos para evitar que esto suceda en la medida de lo posible.

Alexandre Udina

Veterinario. Director técnico de Adial
alexudina@adial.es

Aunque la palabra ‘auditoría’ viene del latín *audire* [oír], cuando nos referimos a un ensilaje, difícilmente usaremos ese sentido, el auditivo, para analizar cómo está el silo, pero sí usaremos los sentidos del olfato, el tacto y el visual para acompañar a las mediciones y analíticas. Al quinto sentido (el gusto) tampoco de momento se le da cabida en la auditoría, pero indirectamente sí serán las vacas con

su consumo las que nos dirán si el silo auditado está o no en buenas condiciones.

El objetivo debe ser concienciar al ganadero y a los técnicos que asesoran a la explotación de la importancia de una buena conservación del ensilado y de las pautas de manejo que se pueden implementar para mejorar su calidad.

La auditoría de un silo de maíz empieza con una primera valoración

de las estructuras que lo acompañan (presencia de paredes o no, tipo de suelo) y del cierre realizado (plásticos, pesos...). Luego, se lleva a cabo un análisis visual del frente, del color, la consistencia, el picado, la compactación, la limpieza del suelo, la homogeneidad, presencia de hongos (mohos) o de capas negras (*black layers*), presencia de capas de color violáceo o de otro color, etc.

Para el estudio de las dos “enfermedades” (mala fermentación e inestabilidad aeróbica) que puede tener un silo dividimos en dos partes las valoraciones de la auditoría.

AUDITORÍA DE LA FERMENTACIÓN

Se puede realizar una valoración olfativa de las cinco fermentaciones del silo. La fermentación láctica es la única deseable y nos da un olor a yogur, agradable y fresco. La fermentación acética nos recuerda al vinagre, mientras que la propiónica es de un olor acre, áspero, fuerte e irritante, como de quitaesmalte de uñas; la fermentación alcohólica por



► EL OBJETIVO DEBE SER CONCIENCIAR AL GANADERO Y A LOS TÉCNICOS QUE ASESORAN A LA EXPLOTACIÓN DE LA IMPORTANCIA DE UNA BUENA CONSERVACIÓN DEL ENSILADO Y DE LAS PAUTAS DE MANEJO QUE SE PUEDEN IMPLEMENTAR PARA MEJORAR SU CALIDAD



Toma de temperaturas en auditoría silo de maíz (Asturias, abril 2025)



Auditoría de un ensilado, con toma de temperaturas y comentarios (Adial, 2024)

levaduras en el silo nos da un olor fuerte a alcohol y suele ir acompañada de olores desagradables como a rancio si hay presencia de ésteres (por ejemplo formación de etiles a partir de etanol y láctico o acético).

Finalmente, la fermentación butírica tiene un olor pútrido muy desagradable como a huevos podridos, ya que se forman aminas biógenas por la proteólisis de los clostridios (cadaverina, putrescina, histamina, tiramina, etc.), que son las que generan este mal olor. También puede detectarse un olor fuerte, de tipo amoniacal, muy intenso e irritante si se ha producido un nivel alto de amoníaco en el silo, aunque no es habitual en los silos de maíz.

Para comprobar que la fermentación ha sido láctica la mejor opción es el uso del pHmetro, que nos determinará el pH, y aplicando la fórmula de Haigh ($\text{pH} = 0,0359 \cdot \text{MS} + 3,44$)

se puede comprobar según la MS el pH que debe tener el silo para estar bien fermentado y tener una buena conservación. Se puede tomar una muestra del silo y sacar con un exprimidor de ajos el líquido para medir el pH con un pHmetro o bien con tiras de pH; también hay pHmetros que actúan directamente por contacto sobre la superficie de la muestra o del silo y hacen la lectura del pH mediante una sonda. Según la MS del ensilaje, este deberá tener un pH de conservación (más bajo cuanto más húmedo sea, ya que con alta actividad de agua (aW) se necesita un pH más ácido para la conservación). La materia seca puede determinarse con un medidor de humedad o con un NIR portátil, o bien usar las manos (que nos marcan el límite del 25-30 % MS cuando de forma manual se saca líquido). ►►



Línea violácea en silo de maíz (por actividad de levaduras durante el llenado)

Mohos de color gris (*Penicillium spp.*) en la parte superior de un silo de maíz**KOFASIL®****PARA ENSILADOS DE MAÍZ FORRAJERO Y GRANOS HÚMEDOS****CON INOCULANTES BACTERIANOS Y ADITIVOS A BASE DE SALES PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD AERÓBICA****adial**
Feed Additives

+34 972 546 155

adial@adial.es

www.adial.es

► LA FERMENTACIÓN LÁCTICA ES LA ÚNICA DESEABLE Y NOS DA UN OLOR A YOGUR, AGRADABLE Y FRESCO

Visualmente se pueden detectar zonas más oscuras, de color negruzco, que suelen oler mal y se corresponden a fermentaciones butíricas, más habituales en los silos de hierba o de leguminosas. Sí es muy habitual en los silos de maíz observar líneas violáceas (raya de color violeta o púrpura) que se corresponden a fermentaciones alcohólicas, por acción de levaduras durante el proceso de llenado del silo, ya que estas capas se quedaron abiertas por horas y la acción de las levaduras les da este color y produce etanol (por el fenómeno de Crabtree, donde, aun teniendo acceso al oxígeno y la opción de respirar, que produciría una combustión total de la materia, prefieren fermentar en presencia de oxígeno para producir etanol que elimina a otros microorganismos).

De hecho, esto sería como una “guerra biológica” donde las levaduras producen etanol y los mohos producen micotoxinas. De esta forma, las levaduras se protegen de las micotoxinas producidas por los mohos con sus paredes (los β -glucanos de las paredes celulares de levadura adsorben micotoxinas) y también producen enzimas epoxidadas capaces de romper los anillos epoxi de las micotoxinas, biotransformando estos compuestos en formas menos tóxicas. Muchos secuestrantes o adsorbentes de micotoxinas de marcas comerciales usan estos componentes naturales de las levaduras (los glucanos de sus paredes celulares y las enzimas epoxidadas) para controlar los problemas de micotoxinas del pienso o de la ración.

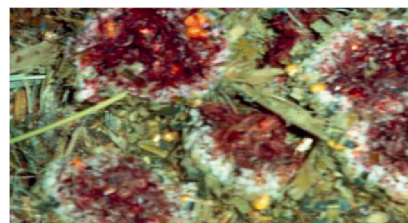
AUDITORÍA DE LA ESTABILIDAD AERÓBICA

Visualmente es difícil observar levaduras (son hongos unicelulares microscópicos), aunque, a veces, forman colonias que aparecen como pequeños puntos blancos en el silo. Si ya se observan mohos (hongos pluricelulares), esto indica que ha

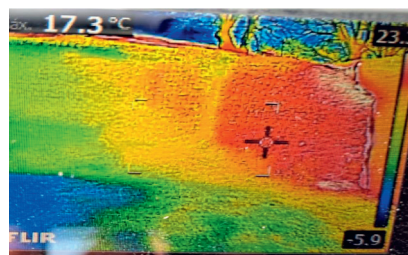
habido actividad anterior de levaduras lactato-consumidoras que suben el pH y permiten el crecimiento de estos mohos en las zonas menos compactas (normalmente el tercio superior). Puede haber hongos blancos, grises, amarillos, verdes, etc. en un silo de maíz (*Penicillium sp.*, *Geothricum sp.*, *Aspergillus sp.*), siendo la mayoría ambientales y de crecimiento en las zonas más aeróbicas; *Monascus ruber* es un hongo rojo que ya viene del campo, es microaerófilo y, por tanto, puede crecer en cualquier parte del silo si el forraje ya venía contaminado; se observan como pelotas blancas por fuera y rojas en el interior.

Toda esta valoración de levaduras y mohos ya se corresponde con la segunda parte de la auditoría, que es la valoración de la estabilidad aeróbica.

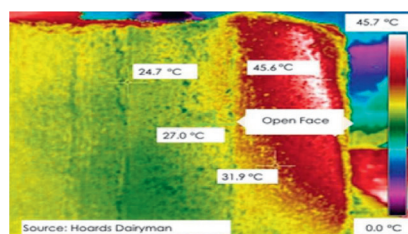
Con la sonda de temperatura (termómetro) se deben registrar las temperaturas de la zona centro y de las zonas periféricas; debería ser más elevada en la zona central que en la periferia, ya que el calor disipa de dentro a fuera y, por tanto, siempre mantiene algunos grados más en la zona central. Si estas temperaturas están invertidas, es decir, hay más grados en la periferia, indica un calentamiento por actividad de levaduras, mohos o bacterias, y, por tanto, una situación de inestabilidad aeróbica. También puede usarse una cámara termográfica, que detecta el calor más superficial y nos permite detectar posibles zonas más calientes en el silo de maíz.



Hongo rojo (*Monascus ruber*) en silo de maíz



Selección con cámara termográfica de zona periférica caliente en silo de maíz (Adial, 2024)



Temperaturas del frente (zona abierta) respecto a la interior del silo (zona cerrada)
Imagen: Hoards Dairyman

Con un aparato medidor de gases también se pueden analizar los niveles de CO_2 en el frente del silo y determinar si hay valores más altos en una zona inestable, que confirmaría el proceso de deterioro aeróbico en esa zona (imagen inferior).

Otra medición muy importante es la densidad del ensilado de maíz y, para eso, se usa el densitómetro. Es la forma de valorar cómo ha sido la compactación del forraje y también nos permitirá hacer un cubicaje correcto (kg/m^3). Con el aparato adaptado a un taladro se recoge muestra del silo y con un palo se mide la profundidad del agujero, luego se pesa la cantidad recogida en una balanza ►

$$B = \pi * r^2 = 3,1416 * 2,5^2 = 19,635 \sim 20 \text{ cm}$$



$$V = B * h = 20 * h$$

Cálculos para usar el palo del densitómetro para evaluar la densidad (volumen/peso)



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 (LC MS/ MS)

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

y se obtiene la densidad en MF que se puede corregir según el porcentaje de humedad para pasar a densidad en MS. En una auditoría se recomienda calcular la densidad en tercio superior, intermedio e inferior, valorando las densidades en cada zona y la media de las tres debe ser superior a los 210 kg MS/m³ (idealmente >240 kg MS/m³).

De forma visual se pueden valorar el picado y el procesado del grano. Podemos usar una regla para medir la longitud del picado, el separador de partículas de Penn State o vasos de plástico adaptados para observar cantidades de grano procesado por volumen de forraje. El picado es muy importante para la compactación del silo (<1 cm) y para mejorar su estabilidad aeróbica. También mediante analítica se puede valorar el porcentaje de procesado del grano (objetivo del CSPS es > 70 %).

Finalmente, la toma de una muestra nos permite hacer una analítica del nutricional y del fermentativo del silo de maíz.

Esta muestra debe ser representativa, tomando muchas submuestras (ir tomando muestras en forma de W en el frontal del silo con un *drill sampler* o muestreador con taladro) y luego mezclar todas las submuestras para tener una única muestra homogénea y representativa. En el nutricional es importante el porcentaje de almidón (el óptimo sería una ratio almidón/materia seca superior a 1) y la digestibilidad de la fibra (digestibilidad de la FND a 30 h >55 %). Estos valores, si se cumplen, indican que el porcentaje del grano sobre MS es alto, ya que se ha ensilado con dos tercios o más de la línea de leche en la mazorca, por lo que la planta está en el óptimo vegetativo y en buenos valores de digestibilidad de la fibra.

Para los silos de maíz, además de los parámetros típicos del fermentativo, se recomienda hacer una analítica



Uso del densitómetro en silo de maíz



Niveles de almidón (sobre MS) en silo de maíz (Dairyland Labs Germany, 2025). La variabilidad de niveles obliga a tomar siempre muestras representativas

de alcoholes con cromatografía de gases o por química húmeda. Estos valores nos permiten detectar posibles problemas de sabor u olor en leche, formación de aldehídos o cetonas, la reacción de alcoholes con ácidos carboxílicos para formar ésteres como los etiles (etil lactato y etil acetato), etc.

En la lectura de la analítica del fermentativo, la fermentación láctica deber ser la mayoritaria, con el óptimo de un porcentaje de ácido láctico superior al 60 % sobre el total de ácidos carboxílicos. También la relación de láctico con el acético debe ser de 3:1 (más de 2:1), el butírico tiene que ser 0 y el etanol por debajo del 1,5 %. Los ésteres totales deben estar por debajo de los 220 mg/kg

y la lectura del pH será en función de la MS de la muestra (siempre el pH medido debe ser igual o inferior al pH teórico o estimado según las tablas de Haigh).

Cálculo de las pérdidas de MS

Las pérdidas de materia se producen durante la fase de respiración y fermentación del proceso de ensilaje, pero pueden aumentarse luego por los efluentes o por las pérdidas por mala estabilidad aeróbica durante el avance del ensilado.

Las buenas pautas de manejo, sobre todo la compactación (> 240 kg MS/m³), son lo que más influirá en las horas de estabilidad aeróbica, donde un calentamiento provocado por la actividad de levaduras, como estas son ▶▶

Tabla 1. Analítica de alcoholes de silo de maíz en laboratorio Alpavet, Filial de Servicios Analíticos de Cumberland Valley, 2025 (por cromatografía de gases)

Resultados analíticos	En base MS	Unidades	Rango esperado
Materia seca	33,7		
pH			3,6-4,1
Amoniaco		% MS	
		% PB	11,3-20,1
AGV totales		% MS	5,4-9,5
Ácido láctico		% AGV totales	53,1-79,9
Ácido láctico y ácidos grasos volátiles			
Ácido láctico	% MS	% MS	3,4-6,6
Ácido acético	% MS	% MS	1,4-3,6
Ácido propiónico	% MS	% MS	0-0,8
Ácido butírico	% MS	% MS	0-0,6
Ácido isobutírico	% MS	% MS	0-0,1
Alcoholes, acetatos y lactatos			
1, 2 Propanodiol	ND	% MS	0-2,5
1-Propanol	0,44	% MS	0,5-1,5
2-Propanol	ND	% MS	
Metanol	0,40	% MS	<0,5
Etanol	0,87	% MS	<3
2 Butanol	Nd	% MS	<3
Metil acetato	Nd	% MS	<0,5
Etil acetato	0,02	% MS	<0,1
Propil acetato	ND	% MS	<0,2
Propil propionato	ND	% MS	<0,3
Isobutanol	ND	% MS	
1-Butanol	ND	% MS	
Etil lactato	0,02	% MS	
N-Propil lactato	0,01	% MS	<0,4
Propionaldehido	ND	% MS	0,5

ND: no detectado; los rangos esperados son medias +/-1 DS basadas en la materia de cada categoría de silo

44 INTERNATIONAL FAIR OF AGRICULTURAL MACHINERY
FERIA INTERNACIONAL DE LA MAQUINARIA AGRÍCOLA

FIMA

10-14 FEBRERO/FEBRUARY

2026

ZARAGOZA (ESPAÑA/SPAIN)

WWW.FIMA-AGRICOLA.ES



consumidoras de lactato, hacen que aumente el pH, lo que, a su vez, provoca crecimiento de mohos y bacterias, que aún aumentarán más las pérdidas en el silo por su actividad.

También hay que valorar el dimensionado del silo, que se cumpla el 6 por 1 (por cada 6 metros de largo puede haber 1 metro de alto), y el avance diario del frente de unos 30 cm/día y de todo el frente en 2 días (recomendado >2 metros/semana verano o >1 metro/semana invierno).

Hay varios sistemas de cálculo en los cuales se relaciona la compactación con las pérdidas o bien los recuentos de hongos (levaduras y mohos) y su relación con las pérdidas de MS del ensilaje. También la estabilidad aeróbica se relaciona con pérdidas si hay un aumento de 2 °C sobre la temperatura ambiente en 48 h, si se produce CO₂ (>10 g/kg MS) en 120 h o si el pH crece (en la zona de exposición al aire) >0,5 unidades en 120 h.

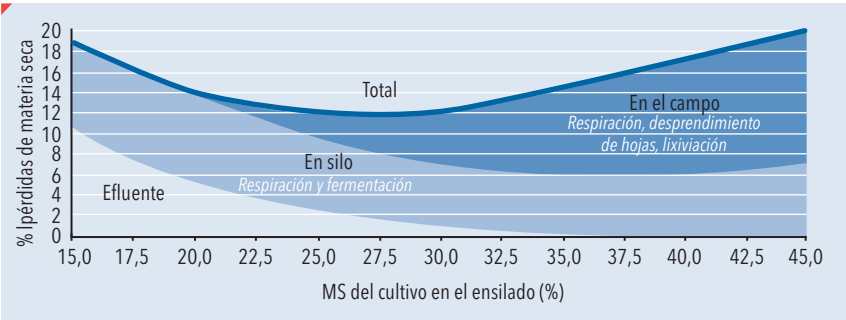
El proceso de formación de una capa negra (*black layer*) se corresponde con un proceso de deterioro y putrefacción, donde la actividad de hongos y levaduras hacen que desaparezca por completo la materia orgánica y, por tanto, también se pueden hacer cálculos de las pérdidas asociadas a estas capas negras que suelen aparecer en la parte superior del silo de maíz. La presencia de “barrigas” en un silo (partes que sobresalen por encima de las paredes) o de hombros en los silos en montón hacen que esa zona esté mal compactada y sea más propensa al deterioro y a la aparición de capas negras.

En un caso práctico (ver tabla 3) se pueden calcular las pérdidas asociadas a una capa negra de 30 cm en la parte superior del silo y dar valor económico a estas pérdidas (superficie y volumen afectado, densidad y valor económico del forraje en €/t).

CONCLUSIONES

La auditoría del silo de maíz se puede complementar con una analítica de micotoxinas (para diferenciar toxinas de campo o de conservación) y con una analítica microbiológica si está habiendo algún problema de calentamiento en la mezcla, para valorar según el caso el uso de un adsorbente de micotoxinas, el de un higienizante en la mezcla o ambos.

Gráfico 2. Pérdidas del ensilaje según el porcentaje MS



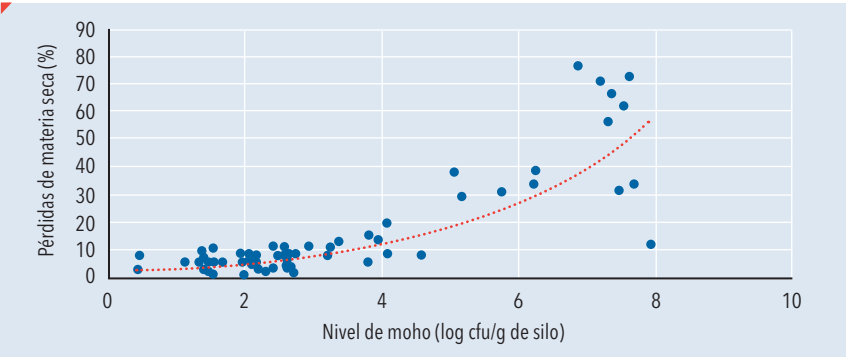
Fuente: J. Bax/AHDB

Tabla 2. Relación entre las pérdidas de MS y la compactación de un silo de maíz

Compactación (kg MS/M3)	Pérdidas (%)
156	10,4
188	8,0
219	7,6
250	6,2
282	4,8
313	3,4

Fuente: Ruppel y otros

Gráfico 3. Relación entre niveles de hongos y pérdidas de MS del ensilaje



Fuente: G. Borreani, 2017

Tabla 3. Cálculo de pérdidas económicas por capa negra en silo de maíz en búnker

Pérdidas capa (L*W*H) en m	60*21*0,3
Pérdidas (m³)	378
Densidad (kg MF/m³)	800
Pérdidas por hongos (t MF)	302
Pérdidas (€) a 40 €/t silo maíz	12.080 euros



“Barriga” de silo de maíz que sobresale a las paredes



Black Layer en la parte superior de un silo de maíz

AGRADECIMIENTOS

A Antón Camarero Suances, veterinario en Adial y compañero en los

casi cien talleres SilAprende, realizados en España y Portugal estos últimos años. ■

NO TE LA JUEGUES CON PLÁSTICOS DE MALA CALIDAD

A close-up photograph of a person's hand holding a large amount of finely chopped green feed, likely silage, against a background of corn plants under a blue sky. The feed is a mix of green leaves and yellowish stalks.

TRIOTECH OXIPROTEC SILONET

Pregunta en tu cooperativa

El Éxito de su granja

ENSILADO
DEL MAÍZ



Mejora visible del bienestar de las vacas y la estabilidad

El aditivo para ensilado Bonsilage Fit M garantiza ensilados de maíz estables y una aportación extra de propilenglicol para su ganado, incluso en condiciones extremas.

Gracias a su exclusiva combinación de bacterias ácido lácticas, Bonsilage Fit M es capaz de crear grandes cantidades de propilenglicol en el ensilado de maíz. Las dosis utilizadas de Bonsilage Fit M crean un promedio de 330 kg de propilenglicol (imagen 1), lo cual ayuda notablemente al metabolismo energético de los animales y mejora, entre otras cosas, la fertilidad y los intervalos entre partos.

Mejora visible de la estabilidad

El nivel de levaduras y el moho aumenta considerablemente en las plantas de maíz. En el ensilado de maíz se produce un recalentamiento si no se aplica la acción inhibi-

1 Una dosis de BONSILAGE FIT M produce 11 bidones de propilenglicol

1 dosis ≈ 100 t de MF ensilado de maíz (Ø 33% de MS)

100 t MF ≈ 33 t MS

1 % en 33 t corresponde
a 330 kg de propilenglicol



Bonsilage Fit M estabiliza el ensilado y aporta mayor bienestar a las vacas

Mejora visible del bienestar de las vacas y la estabilidad

toria necesaria mediante el ácido acético y la liberación de oxígeno durante la extracción. Con un control preciso de los ácidos de fermentación (imagen 2) se inhiben las levaduras y el moho.

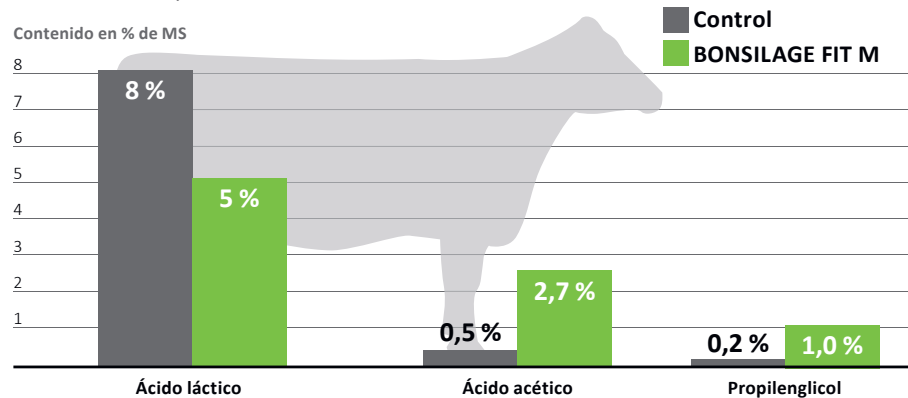
Las pérdidas energéticas y las pérdidas debidas al crecimiento incontrolado de moho y levaduras en los ensilados de maíz pueden acarrear rápidamente un coste de más de 100 euros por hectárea de superficie de ensilado de maíz cultivada. Las pérdidas ocasionadas encarecen la producción del ensilado de maíz en 4-6 € por tonelada de ensilado. Las pérdidas adicionales como consecuencia del recalentamiento también afectan al balance financiero del flujo de producción.

Bonsilage Fit M

El aditivo para ensilado Bonsilage Fit M reduce el riesgo de recalentamiento al modificar el patrón de los ácidos en la fermentación. Obteniendo mayor cantidad de ácido acético y menor cantidad de ácido láctico y generando más propilenglicol. La porción adicional de propilenglicol y el ácido acético formado favorecen el bienestar de las vacas y reducen los problemas derivados de la alimentación como la acidosis y la cetosis.

Pregunte a su asesor de Schaumann por Bonsilage Fit M.

2 BONSILAGE FIT M aporta una mejora visible del bienestar de las vacas y un ensilado de maíz estable



Protección contra el recalentamiento mediante la formación de ácido acético

Alivia el rumen: más ácido acético, menos ácido láctico

Reduce el riesgo de cetosis gracias a aporte extra de propilenglicol

Mejora la palatabilidad

BON
SILAGE

FIT M



Asegure su ensilado y propilenglicol adicional



Nutricor S.L., C/ Jaume II, 37, 25001 Lleida, Tel: +34 973 21 25 20
nutricor@nutricor.es, www.nutricor.es

Schaumann Agri International GmbH
info@schaumann-agri.com, www.bonsilage.com

