



Auditoría do ensilado de millo e cálculo das perdas

Son dúas as “enfermidades” fundamentais á hora de ter en conta as valoracións da auditoría: a mala fermentación e a inestabilidade aerobia, e a elas dedico este estudo, que completo coa análise das perdas de materia seca debido á mala praxe no manexo dos nosos silos, e con algúns consellos para evitar que isto suceda na medida do posible.

Alexandre Udina

Veterinario. Director técnico de Adial
alexudina@adial.es

Malia que a palabra ‘auditoría’ vén do latín *audire* [ouvir], cando nos referimos a un ensilado, dificilmente usaremos ese sentido, o auditivo, para analizar como está o silo, pero si usaremos os sentidos do olfacto, o tacto e o visual para acompañar as medicións e analíticas. Ao quinto sentido (o gusto) tampouco de momento se lle dá cabida na auditoría, aínda que indirectamente si serán as vacas co

seu consumo as que nos dirán se o silo auditado está ou non en boas condicións.

O obxectivo debe ser concienciar ao gandeiro e aos técnicos que asesoran á explotación da importancia dunha boa conservación do ensilado e das pautas de manexo que se poden implementar para mellorar a súa calidade.

A auditoría dun silo de millo empeza cunha primeira valoración das

estruturas que o acompañan (presenza de paredes ou non, tipo de chan) e do peche realizado (plásticos, pesos...). Logo, lévase a cabo unha análise visual da fronte, da cor, a consistencia, o picado, a compactación, a limpeza do chan, a homoxeneidade, presenza de fungos (mofos) ou de capas negras (*black layers*), presenza de capas de cor violácea ou doutra cor etc.

Para o estudo das dúas “enfermidades” (mala fermentación e inestabilidade aerobia) que pode ter un silo dividimos en dúas partes as valoracións da auditoría.

AUDITORÍA DA FERMENTACIÓN

Pódese realizar unha valoración olfactiva das cinco fermentacións do silo. A fermentación láctica é a única desexable e dámos un cheiro a iogur, agradable e fresco. A fermentación acética lémbrenos ao vinagre, mentres que a propiónica é dun cheiro acre, áspero, forte e irritante, coma do líquido de quitar o esmalte de uñas; a fermentación alcohólica por fermentos no



► O OBXECTIVO DEBE SER CONCIENCIAR AO GANDEIRO E AOS TÉCNICOS QUE ASESORAN Á EXPLOTACIÓN DA IMPORTANCIA DUNHA BOA CONSERVACIÓN DO ENSILADO E DAS PAUTAS DE MANEXO QUE SE PODEN IMPLEMENTAR PARA MELLORAR A SÚA CALIDADE



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



Auditoría dun ensilado, con toma de temperaturas e comentarios (Adial, 2024)

silos dános un cheiro forte a alcol e adoita ir acompañada de cheiros desagradables coma a rancio se hai presenza de ésteres (por exemplo, formación de etiles a partir de etanol e láctico ou acético).

Finalmente, a fermentación butírica ten un cheiro pútrido moi desagradable como a ovos podrecidos, xa que se forman aminas bióxenas pola proteólise dos clostridios (cadaverina, putrescina, histamina, tiramina etc.), que son as que xeran este mal cheiro. Tamén pode detectarse un cheiro forte, de tipo amoniacal, moi intenso e irritante se se produciu un nivel alto de amoníaco no silo, aínda que non é habitual no silo de millo.

Para comprobar que a fermentación foi láctica a mellor opción é o uso do pHmetro, que nos determinará o pH, e aplicando a fórmula de Haigh ($pH = 0,0359 \cdot MS + 3,44$)

pódese comprobar segundo a MS o pH que debe ter o silo para estar ben fermentado e ter unha boa conservación. Pódese tomar unha mostra do silo e sacar cun espremedor de allos o líquido para medir o pH cun pHmetro ou ben con tiras de pH; tamén hai pHmetros que actúan directamente por contacto sobre a superficie da mostra ou do silo e fan unha lectura do pH mediante unha sonda. Segundo a MS do ensilado, este deberá ter un pH de conservación (máis baixo canto máis húmido sexa, xa que con alta actividade de auga (aW) se necesita un pH máis ácido para a conservación). A materia seca pode determinarse cun medidor de humidade ou cun NIR portátil, ou ben usar as mans (que nos marcan o límite do 25-30 % MS cando manualmente se saca líquido). ►►



Liña violácea en silo de millo (por actividade de fermentos durante o enchido)

Mofos de cor gris (*Penicillium spp.*) na parte superior dun silo de millo**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

► A FERMENTACIÓN LÁCTICA É A ÚNICA DESEXABLE E DÁNOS UN CHEIRO A IOGUR, AGRADABLE E FRESCO

Visualmente pódense detectar zonas máis escuras, de cor tirando a negro, que adoitan cheirar mal e correspóndense a fermentacións butíricas, máis habituais nos silos de herba ou de leguminosas. É moi habitual nos silos de millo observar liñas violáceas (raia de cor violeta ou púrpura) que se corresponden con fermentacións alcohólicas, por acción de fermentos durante o proceso de enchido do silo, xa que estas capas quedaron abertas por horas e a acción dos fermentos dálles esta cor e produce etanol (polo fenómeno de Crabtree, onde, aínda tendo acceso ao osíxeno e a opción de respirar, que produciría unha combustión total da materia, prefiren fermentar en presenza de osíxeno para producir etanol que elimina outros microorganismos).

De feito, isto sería coma unha “guerra biolóxica” onde os fermentos producen etanol e os mofos producen micotoxinas, e así os fermentos protéxense das micotoxinas producidas polos mofos coas súas paredes (os β -glicanos das paredes celulares de fermento adsorben micotoxinas) e tamén producen encimas epoxidadas capaces de romper os aneis epoxi das micotoxinas biotransformando estes compostos en formas menos tóxicas. Moitos sequestrantes ou adsorbentes de micotoxinas de marcas comerciais usan estes compoñentes naturais dos fermentos (os glicanos das súas paredes celulares e as encimas epoxidadas) para controlar os problemas de micotoxinas do penso ou da ración.

AUDITORÍA DA ESTABILIDADE AEROBIA

Visualmente é difícil observar fermentos (son fungos unicelulares microscópicos), aínda que, ás veces, forman colonias que aparecen como pequenos puntos brancos no silo. Se xa se observan mohos (fungos pluricelulares), isto indica que houbo actividade anterior de fermentos lactato-consumidores que soben o

pH e permiten o crecemento destes mofos nas zonas menos compactas (normalmente o terzo superior). Pode haber fungos brancos, grises, amarelos, verdes etc. nun silo de millo (*Penicillium sp.*, *Geothricum sp.*, *Aspergillus sp.*), sendo a maioría ambientais e de crecemento nas zonas máis aerobias; *Monascus ruber* é un fungo vermello que xa vén do campo, é microaerófilo e, por tanto, pode crecer en calquera parte do silo se a forraxe xa viña contaminada; obsérvanse como pelotas brancas por fóra e vermellas no interior.

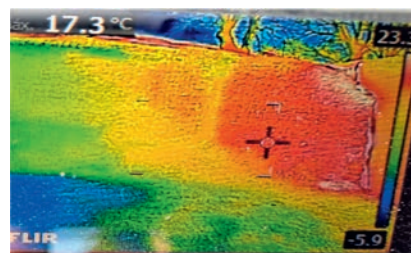
Toda esta valoración de fermentos e mofos xa se corresponde coa segunda parte da auditoría, que é a valoración da estabilidade aerobia.

Coa sonda de temperatura (termómetro) débense rexistrar as temperaturas da zona centro e das zonas periféricas; debería ser máis elevada na zona central que a periferia, xa que a calor disipa de dentro a fóra e, por tanto, sempre mantén algúns graos máis na zona central. Se estas temperaturas están investidas, é dicir, hai máis graos na periferia, indica un quecemento por actividade de fermentos, mofos ou bacterias, e, por tanto, unha situación de inestabilidade aerobia. Tamén pode usarse unha cámara termográfica, que detecta a calor máis superficial e permítenos detectar posibles zonas máis quentes no silo de millo.

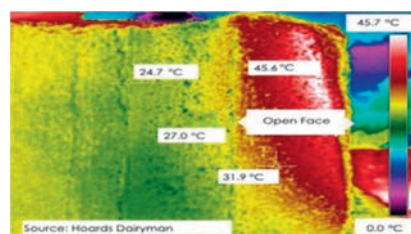
Cun aparello medidor de gases tamén se poden analizar os niveis de



Fungo vermello (*Monascus ruber*) en silo de millo



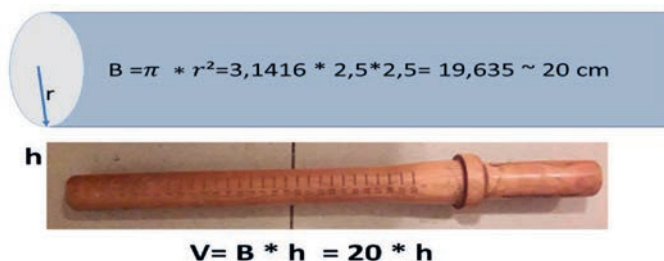
Selección con cámara termográfica de zona periférica quente en silo de millo (Adial, 2024)



Temperaturas da fronte (zona aberta) respecto da interior do silo (zona pechada)
Imaxe: Hoards Dairyman

CO₂ na fronte do silo e determinar se hai valores máis altos nunha zona inestable, que confirmaría o proceso de deterioración aerobia nesa zona (imaxe inferior).

Outra medición moi importante é a densidade do ensilado de millo e para iso úsase o densitómetro. É a forma de valorar como foi a compactación da forraxe e tamén nos permitirá facer unha cubicaxe correcta (kg/m³). Co aparello adaptado a un trade recóllese mostra do silo e cun pau mídese a profundidade do buraco, logo pésase a cantidade recollida nunha balanza e obtense a densidade en MF que se pode corrixir ►



Cálculos para usar o pau do densitómetro para avaliar a densidade (volume/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

segundo a porcentaxe de humidade para pasar a densidade en MS. Nunha auditoría recoméndase calcular a densidade en terzo superior, intermedio e inferior, valorando as densidades en cada zona e a media dos tres debe ser superior ao 210 kg MS/m³ (idealmente >240 kg MS/m³).

De xeito visual pódense valorar o picado e o procesado do gran. Podemos usar unha regra para medir a lonxitude do picado, o separador de partículas de Penn State ou vasos de plástico adaptados para observar cantidades de gran procesado por volume de forraxe. O picado é moi importante para a compactación do silo (<1 cm) e para mellorar a súa estabilidade aerobia. Tamén mediante analítica se pode valorar a porcentaxe de procesado do gran (obxectivo do CSPS é > 70 %).

Para rematar, a toma dunha mostra permítenos facer unha analítica do nutricional e do fermentativo do silo de millo. Esta mostra debe ser representativa, tomando moitas submostras (ir tomando mostras en forma de W no frontal do silo cun *drill sampler* ou mostreador con trade) e logo mesturar todas as submostras para ter unha única mostra homoxénea e representativa. No nutricional é importante a porcentaxe de amidón (o óptimo sería un cociente amidón/materia seca superior a 1) e a dixestibilidade da fibra (dixestibilidade da FND a 30 h >55 %). Estes valores, se se cumpren, indican que a porcentaxe do gran sobre MS é alta, xa que se ensilou con dous terzos ou máis da liña de leite na mazaroca, polo que a planta está no óptimo vexetativo e en bos valores de dixestibilidade da fibra.

Para os silos de millo, ademais dos parámetros típicos do fermentativo, recoméndase facer unha analítica de alcois con cromatografía de gases ou por química húmida.



Uso do densitómetro no silo de millo



Niveis de amidón (sobre MS) en silo de millo (Dairyland Labs Germany, 2025). A variabilidade de niveis obriga a tomar sempre mostras representativas

Estes valores permítenos detectar posibles problemas de sabor ou cheiro en leite, formación de aldehídos ou cetonas, a reacción de alcois con ácidos carboxílicos para formar ésteres coma os etiles (etil lactato e etil acetato) etc.

Na lectura da analítica do fermentativo, a fermentación láctica debe ser a maioritaria, co óptimo dunha porcentaxe de ácido láctico superior ao 60 % sobre o total de ácidos carboxílicos. Tamén a relación de láctico co acético debe ser de 3:1 (máis de 2:1), o butírico ten que ser 0 e o etanol por baixo do 1,5 %. Os ésteres totais deben estar por baixo do 220 mg/kg e a lectura do pH será en función da MS da mostra (sem-

pre o pH medido debe ser igual ou inferior a lpH teórico ou estimado segundo as táboas de Haigh).

Cálculo das perdas de MS

As perdas de materia prodúcense durante a fase de respiración e fermentación do proceso de ensilaxe, pero poden aumentarse logo polos efluentes ou polas perdas por mala estabilidade aerobia durante o avance do ensilado.

As boas pautas de manexo, sobre todo a compactación (> 240 kg MS/m³), é o que máis influirá nas horas de estabilidade aerobia, onde un queceamento provocado pola actividade de fermentos, como estas son consumidoras de lactato, fan que aumente ►►

Táboa 1. Analítica de alcois de silo de millo en laboratorio Alpavet, Filial de Servicios Analíticos de Cumberland Valley, 2025 (por cromatografía de gases)

Resultados analíticos	En base MS	Unidades	Rango agardado
Materia seca	33,7		
pH			3,6-4,1
Amoníaco		% MS	
		% PB	11,3-20,1
AGV totais		% MS	5,4-9,5
Ácido láctico		% AGV totais	53,1-79,9
Ácido láctico e ácidos graxos 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
Alcois, acetatos e 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: non detectado; os rangos esperados son medias +/-1 DS baseadas na 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



o pH, o que, á súa vez, provoca crecemento de mofos e bacterias, que aínda aumentarán máis as perdas no silo pola súa actividade.

Tamén hai que valorar o dimensionado do silo, que se cumpra o 6 por 1 (por cada 6 metros de longo pode haber 1 metro de alto), e o avance diario da fronte duns 30 cm/día e de todo a fronte en 2 días (recomendado >2 metro/semana verán ou >1 metro/semana inverno). Hai varios sistemas de cálculo nos cales se relaciona a compactación coas perdas ou ben os recontos de fungos (fermentos e mofos) e a súa relación coas perdas de MS do ensilado. Tamén a estabilidade aerobia se relaciona con perdas se hai un aumento de 2 °C sobre a temperatura ambiente en 48 h, se se produce CO₂ (>10 g/kg MS) en 120 h ou se o pH medra (na zona de exposición ao aire) >0,5 unidades en 120 h.

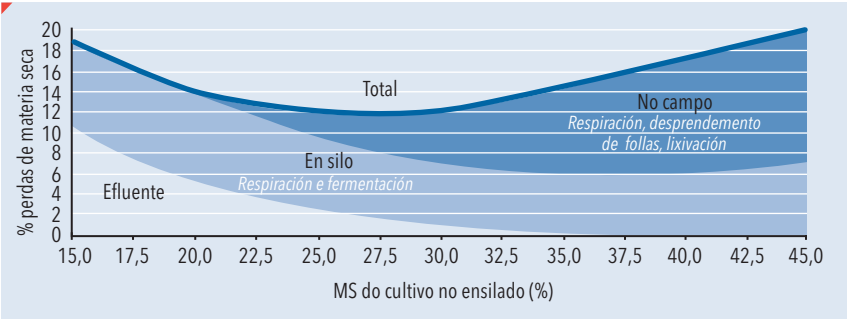
O proceso de formación dunha capa negra (*black layer*) correspóndese cun proceso de deterioración e putrefacción, onde a actividade de fungos e fermentos fan que desapareza por completo a materia orgánica e, por tanto, tamén se poden facer cálculos das perdas asociadas a estas capas negras que adoitan aparecer na parte superior do silo de millo. A presenza de “barrigas” nun silo (partes que sobresaen por encima das paredes) ou de ombreiros nos silos en chea fan que esa zona estea mal compactada e sexa máis propensa á deterioración e á aparición de capas negras.

Nun caso práctico (ver táboa 3) pódense calcular as perdas asociadas a unha capa negra de 30 cm na parte superior do silo e dar valor económico a estas perdas (superficie e volume afectado, densidade e valor económico da forraxe en €/t).

CONCLUSIÓNS

A auditoría do silo de millo pódese complementar cunha analítica de micotoxinas (para diferenciar toxinas de campo ou de conservación) e cunha analítica microbiolóxica se está a haber algún problema de quecemento na mestura, para valorar segundo o caso o uso dun adsorbente de micotoxinas, ou dun hixienizante na mestura ou ambos.

Gráfico 2. Perdas do ensilado segundo a porcentaxe MS



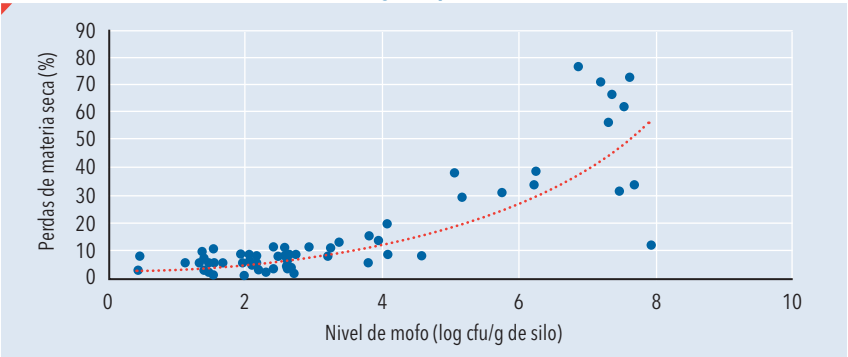
Fonte: J. Bax/AHDB

Táboa 2. Relación entre as perdas de MS e a compactación dun silo de millo

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

Fonte: Ruppel e outros

Gráfico 3. Relación entre niveis de fungos e perdas de MS do ensilado



Fonte: G. Borreani, 2017

Táboa 3. Cálculo de perdas económicas por capa negra en silo de millo en búnker

Perdas capa (L*W*H) en m	60*21*0,3
Perdas (m³)	378
Densidade (kg MF/m³)	800
Perdas por fungos (t MF)	302
Perdas (€) a 40 €/t silo millo	12.080 euros



“Barriga” de silo de millo que sobresaen das paredes



Black Layer na parte superior dun silo de millo

AGRADECEMENTOS

A Antón Camarero Suances, veterinario en Adial e compañeiro nos

case cen talleres SilAprende, realizados en España e Portugal estes últimos anos. ■

NO TE LA JUEGUES CON PLÁSTICOS DE MALA CALIDAD

A close-up photograph of a person's hand holding a large quantity of finely chopped green feed, likely silage, against a blurred background of a field with corn plants under a blue sky. The feed is vibrant green and yellow, with some plant fibers visible.

TRIOTECH
OXIPROTEC
SILONET

Pregunta en tu cooperativa

El Éxito de su granja

ENSILADO
DEL MAÍZ



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.

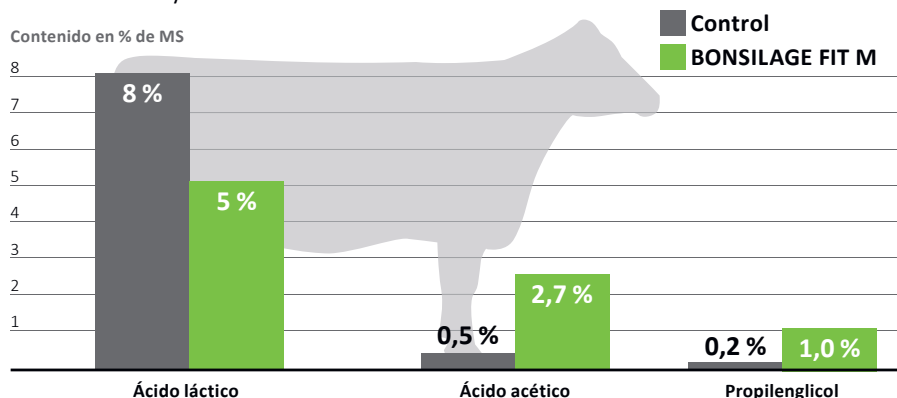
Las pérdidas energéticas y las pérdidas debidas al crecimiento incontrolado de moho y levaduras en los ensilados de maíz pueden acarrear rápidamente un coste de más de 100 euros por hectárea de superficie de ensilado de maíz cultivada. Las pérdidas ocasionadas encarecen la producción del ensilado de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