



Analíticas do fermentativo e interpretación de resultados en ensilados de millo

Neste artigo abordamos o fermentativo do silo de millo con base en tres puntos principais: interpretación dos datos que arrojan as analíticas, principais pautas de manexo e, finalmente, problemas e uso de aditivos de ensilaxe.

Bea Abad, Antón Camarero, Alexandre Udina
Departamento Técnico de Adial

ANALÍTICAS DO FERMENTATIVO DO SILO DE MILLO: INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Unha analítica do fermentativo pódense por notas, é dicir, de acordo cos valores de táboas e recomendacións, pode catalogarse un ensilado de millo segundo a súa fermentación sexa moi boa (1), boa (2), regular (3), mala (4) ou moi mala (5). Na interpretación de analíticas baseámonos desde Adial nos valores do DLG de Alemaña, que dan moita importancia tanto aos ácidos carboxílicos coma aos alcois que se producen durante a fermentación.

Na interpretación dun resultado analítico, hai que ver primeiro a MS (materia seca) e o pH medido, xa que hai unha correlación entre ambos e unhas fórmulas para calcular o pH óptimo segundo a humidade da forraxe. O pH medido sempre deberá ser igual ou inferior ao pH óptimo ou teórico.

En canto aos ácidos carboxílicos ou ácidos das fermentacións, o único que é eficiente e desexable é o ácido láctico, a forma de transformar os azucres en enerxía e de baixar o pH (acidificar). Ademais, unha fermentación láctica favorece a degradación das prolaminas que envolven parte dos amidóns, mellorando así a dixestibilidade destes.

Pódense inocular bacterias lácticas (ex.: *Lactobacillus plantarum*) a niveis de 100.000 ufc/g para promover e aumentar esta produción de láctico.

Debe haber unha relación de máis de 3:1 entre láctico e acético, xa que a produción de acético non é tan eficiente (pérdese un C por cada molécula de acético que se forma) pero se ten un efecto positivo como antifúnxico.

De butírico non debería haber nada, xa que está asociado a unha fermentación por clostridios proteolíticos, que degradan a proteína e forman por desaminación o butírico e por descarboxilación as aminas bióxenas, con efectos adversos na saúde dos animais.

Tamén se producen nas fermentacións algúns alcois, sendo non desexables algúns deles (etanol, propanol, butanodiol...) por estaren asociados a perdas de enerxía ou de MS na súa produción. Por exemplo, o etanol é un marcador da actividade de fermentos, que na fermentación anaerobia (ou alcohólica) consomen azucres e producen etanol. O nivel de etanol ten que ser baixo (<2 % sms), se non hai risco de formación de ésteres (reacción dun ácido carboxílico cun alcol). A combinación de etanol produce etilos (etil lactato ou etil acetato) que baixan consumos e son moi volátiles.



► UNHA FERMENTACIÓN LÁCTICA FAVORECE A DEGRADACIÓN DAS PROLAMINAS QUE ENVOLVEN PARTE DOS AMIDÓNS, O QUE MELLORA A DIXESTIBILIDADE DESTES

Hai unha substancia glicoplástica (propanodiol ou propilenglicol) que si é unha forma de enerxía positiva e que a producen algunhas bacterias heterofermentativas como *Lactobacillus buchneri*, que poden inocularse na forraxe a niveis de 100.000 ufc/g para producir acético e propilenglicol.

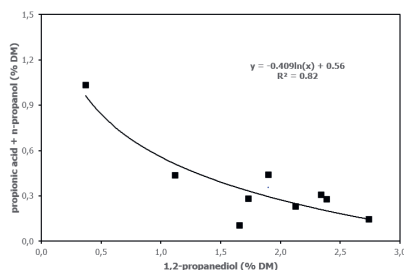
O propilenglicol é unha fonte enerxética anticetósica (substancia glicoplástica) e tamén satura menos o rume de ácidos carboxílicos de efecto acidoxénico.

Ademais, coa formación de propilenglicol redúcense os niveis de propanol (fig. 1) e, daquela, redúcese o risco de formación de propilos (outro tipo de ésteres tamén de efecto negativo en apetencia do silo de millo).

No histórico de analíticas de ensilados de millo destes últimos 10 anos (mostras maioritariamente de Galicia e de Portugal) observouse unha redución media das materias secas, pero que non foi acompañada dunha redución dos niveis de etanol, senón que este marcador de fermentos adoita aparecer en niveis superiores ao 2 % se non se usou ningún inoculante. Tamén aumentaron os casos con niveis altos de etil lactatos ou etil acetatos, aínda que este dato non é significativo porque non sempre se analizou en todas as mostras. Tamén houbo un aumento dos silos de millo onde se aplicou algún inoculante, medrando a porcentaxe de silos tratados ano tras ano. Do mesmo xeito, hai un incremento nas aplicacións de produtos químicos (antifúnxicos) nas últimas capas dos silos.

A estabilidade aerobia está correlacionada coa MS e a densidade de compactación, e aínda que non é un valor analítico, si debe terse en conta (facér medicións con densitómetro)

Figura 1. A valor máis alto de 1,2-propanodiol C3H8O2, máis baixo o valor de propiónico + n-propanol C3H8O



para considerar un ensilado ben fermentado e estable aerobicamente cando se abra.

PAUTAS DE MANEXO DE SILO

Podemos resumir que os ensilados teñen dous puntos críticos: a fermentación e a estabilidade aerobia. A fermentación que ha de ser eminentemente láctica comeza unha vez pechado o silo e consómese os restos que poden quedar de osíxeno, pois é un proceso anaerobio. O groso da fermentación acaba aproximadamente ►

Silostop Orange

El film de ensilaje con alta barrera de oxígeno 45m

Anti UV Cover

Una cubierta Anti-UV 210gsm para proteger el film de ensilaje

silostop.com ♦ **SILOSTOP** agri ♦ info@silostop.com

un mes despois de pechado o silo, pero... acaba esta de todo? O mesmo que se di do viño que se mantén vivo podémolo aplicar aquí e minimamente prolóngase esta fermentación durante meses ou anos.

O outro punto crítico é a estabilidade aerobia, que é o tempo que tarda un silo en empezar a quentarse unha vez que se expón ao aire. Cando se abre e se expón unha das súas caras ao aire, será moi estable se tarda unha semana e moi inestable se se quenta ao cabo dun día.

Estes dous puntos críticos, fermentación e estabilidade aerobia, poden dar orixe a dous problemas por causas diferentes. Cabe dicir que a fermentación no silo de millo está practicamente garantida que vai ser sempre láctica. Por que? Pola súa porcentaxe de humidade e proteína bruta moderada, o seu baixo contido en cinzas que indican a súa baixa contaminación con terra. Ademais, o seu alto contido en azucres e os seus precursores son o substrato necesario para unha boa fermentación láctica. A estabilidade aerobia é o gran problema co que nos atopamos nos silos de millo. O osíxeno entra pola parte superior aberta xunto a máis fungos, esporas e fermentos e sae o dióxido de carbono pola parte inferior. Os fungos e fermentos respiran coma nós e consomen os amidóns e azucres do silo de millo. A primeira consecuencia é unha perda de masa, a calor é unha forma de enerxía que se esvae e nunca é de balde: o silo volatilízase, aínda que non o vexamos. Esta perda é inevitable ao cento por cento, podemos asumir ata un 5 %, pero pode chegar a ser ata un 25 %. Ademais, a comida quente e con cheiro a mofo é rexeitada polas vacas, polo que o silo que nos queda é menos apetecible. A consecuencia máis drástica sería a mala sorte de que o fungo aínda por riba fose produtor de micotoxinas e as circunstancias ambientais o permitirían.

Como podemos actuar sobre a estabilidade aerobia?

Primeiro, hai que dicir con respecto á estabilidade aerobia que o “dez” non existe; unha pequena porcentaxe de silo sempre se volatiliza. Tomando as medidas oportunas, sobre todo de manexo, podemos evitar,

Táboa 1. Parámetros de calidade en silo de millo (segundo LKS)

Parámetro	Unidades	Millo ensilado
Amidón	g/kg MS	300 a 350
Proteína bruta	g/kg MS	75 a 90
Proteína soluble (A, B1)	% de PB	50-60 %
Proteína indigestible (C)	% de PB	< 12 %
UDP (proteína <i>bypass</i>)	% de PB	20-27 %
Pepsina-Insoluble PB	% de PB	< 25 %
NH ₃ -N del total N	%	<6 %
Aminas bióxenas	g/kg MS	<5
Cinzas	g/kg MS	< 45
pH		3,8 - 4,2 (segundo MS)
Ácido acético	% MS	1,5-3,5
Ácido butirico	% MS	0
Ácido láctico	% MS	2,5-8,0
Etanol	% da MS	<1,5

poñamos, que non sexan maiores a un 5 %; principalmente co manexo: aumentando a compactación e o ritmo de consumo da fronte do silo. Ambas as accións diminúen a entrada de aire do silo. Ademais, o uso de produtos químicos funxicidas poden ser unha axuda para reducir o crecemento de fungos e aumentar a estabilidade aerobia.

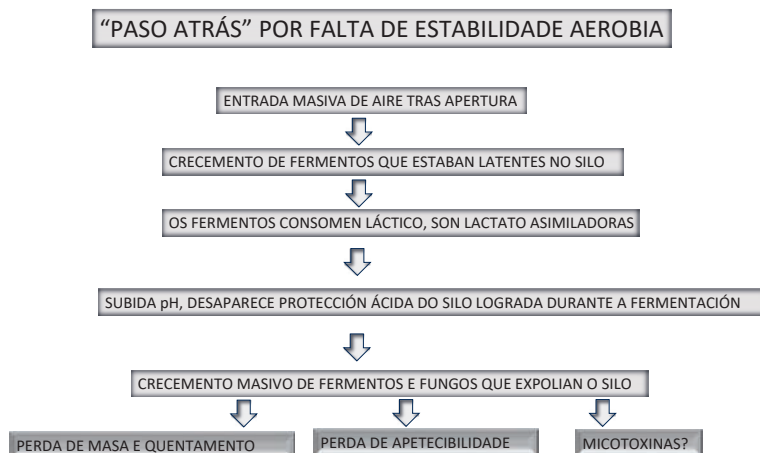
Podemos usar directamente ácidos coma o propiónico, benzoico ou sórbico, de menor a maior potencia. Podemos usar tamén bacterias ácido lácticas ou inoculantes, que indirectamente producen outro ácido, o acético, que é tamén funxicida. Os ácidos usarémolos principalmente nas zonas máis propensas a entrar aire, coma os bordos e capas superiores. As bacterias aplicarémolas en toda a masa do silo, a máis efectiva é o *Lactobacillus buchneri*,

heterofermentativa que, ademais de láctico, produce acético.

Estes produtos por si sós non son suficientes para evitar a expoliación, son imprescindibles as medidas de manexo que melloren a compactación:

Materia seca <35 %: canta máis humidade, máis peso específico e mellor compactación. Materias secas superiores necesitan máis traballo de compactación. Non merece a pena esperar a ter máis amidóns se non imos ser capaces de compactar, pois unha boa cantidade se volatilizarán do silo. Hoxe en día, a xenética do millo permite recoller a planta verde cunha cantidade razoable de amidóns.

Picado: para efectos de conservación sen valorar efectos nutricionais, canto máis picado mellor fermentación e mellor compactación. A maquinaria actual permite que este proceso



► O PROPYLENGLICOL É UNHA FONTE ENERXÉTICA ANTICETÓSICA (SUBSTANCIA GLICOPLÁSTICA) E TAMÉN SATURA MENOS O RUME DE ÁCIDOS CARBOXÍLICOS DE EFECTO ACIDOXÉNICO



sexa o adecuado e non se adoitan ver moitos problemas no campo.

Densidade de capas: é o proceso clave no que detectamos máis fallos no campo. A maquinaria actual permite meter no silo en tres horas as hectáreas nas que hai trinta anos se tardaba tres días. As capas anchas de máis de 10 centímetros fan un efecto colchón, son elásticas tras o paso da maquinaria que tenta compactalas. Este é o problema principal da falta de densidades nos silos de millo e algúns de herba que audítamos. O peso da maquinaria ha de ser a terceira parte do que se mete nunha hora. Se fosen 60.000 quilos por hora, a maquinaria ha de pesar veite toneladas.

Paredes, gabias ou pila? Dou por suposto que en zonas húmidas como Galicia o chan ha de estar cementado se non queremos meter barro.

As paredes son unha boa opción co plástico que, ademais de protexer das choivas, preservan as paredes da corrosión. A única pega é compactar o tramo de case un metro pegado á parede onde tentalo co tractor é moi arriscado. Aquí podemos utilizar produtos químicos ben en líquido ou ben granulado empezando entre as tres ou catro últimas capas.

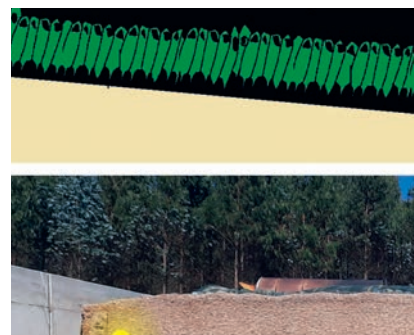
A gabia: podemos compactar os bordos, pois adoita haber suficiente

terra para sustentar o tractor. A terra ás veces facilita que ratas e ratos invadan o silo.

Silo pila: a maquinaria que compacta pode traballar nas tres direccións e lograr unha excelente compactación. Necesítase polo menos que cada metro de altura se corresponda con seis metros de base. A liña da pendente ha de ser regular sen exabruptos, o que en México chaman *hombros*.

Continente e contido> barrigas: ao sobrecargar o silo formando as barrigas asegurámonos de que esta zona se quente e teremos dous traballos: meter e sacar o silo para tiralo. Como alternativas, débese facer un silo en pila sobre terra para consumir no verán ou ben metelo nas paredes de novo cando haxa oco. Tamén convén cortar máis alto, pois é mellor renunciar á parte fibrosa máis indixestible que deixar que os amidóns sexan expoliados ao abrir o silo.

Peso parte superior: é moi interesante para reforzar a compactación na parte menos densa pois non ten peso enriba. As salchichas é mellor poñelas perpendiculares ao silo, pois exercen máis presión e, ademais facilítase, o seu desprazamento. A maioría ten unha asa para tirar cara atrás sen necesidade de levantálas.



Ritmo de consumo: afortunadamente as fresas dos carros non son agresivas coa fronte; antes, as densificadoras formaban gretas por onde penetraba o aire. Ademais, as superficies desiguais aumentan a área de penetración do aire, o que non sucede coa fresa. Canto antes se barra a fronte, mellor. O mínimo de avance debe ser de 20 cm diarios.

Cando usemos carros das CUMAS ou sexa un empregado o que nos fai o carro, cómpre alertar destas normas de avance. Debemos advertilo de que avise se nota anomalías na fronte; quecementos, presenza de fungos etc. e como debe proceder para a súa limpeza. ►►

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

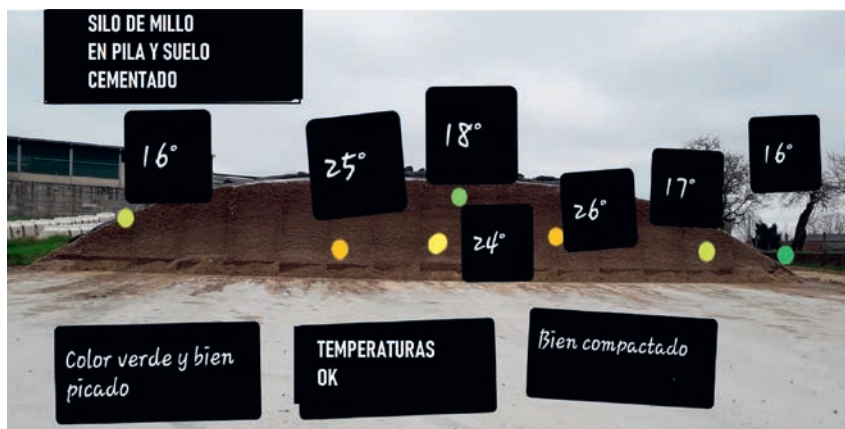
www.adial.es

Tempo de maduración: o tempo óptimo para abrir o silo de millo é a partir dos catro meses. As prolaminas protexen os amidóns do silo e fan que sexan moito menos dixestible con menos de catro meses. Silos abertos ao pouco tempo de ensilados teñen menos estabilidade fronte aos fungos e fermentos. Ás veces constátase pechándoo e volvéndoo a abrir pasados uns meses, o que mellora o seu comportamento. Existen cepas *Lactobacillus buchneri* ou asociado con outras bacterias que actúan máis rápido producindo acético e teoricamente poderíanse usar antes. Aspectos como a dixestibilidade do gran non melloran con este tipo de bacterias.

PROBLEMAS ASOCIADOS AO MILLO: MICOTOXINAS, ESTABILIDADE AEROBIA (QUECEMENTOS) POR FUNGOS E FERMENTOS ETC.

As micotoxinas: se empezamos polo cultivo de millo que destinaremos posteriormente á elaboración do silo, unha das problemáticas máis frecuentes que nos podemos atopar é a aparición de micotoxinas no propio cultivo (micotoxinas de campo), como a vomitoxina. As micotoxinas son produtos que usan os fungos para eliminar competidores como as bacterias, unha auténtica guerra biolóxica. Hai que evitar o crecemento de fungos no campo, así que antes da sementeira se debe considerar o uso de variedades resistentes, a rotación de cultivos e utilizar sementes tratadas. Tamén é importante reducir o dano por insectos, por aves ou por outros animais; reducir danos mecánicos, control de pragas e malas herbas etc.

Malas fermentacións e estabilidade aerobia: unha vez que a planta chega ao seu momento óptimo de corte, toca cultivar o millo e proceder á elaboración do silo. Unha vez ensilado, as principais problemáticas que aparecen son as malas fermentacións cando se pecha o silo e quecemento durante o consumo. Ao contrario que no silo de herba, as malas fermentacións son case imposibles que se dean no silo de millo polo seu contido relativamente alto de materia seca e contido en amidóns, que terminan rendendo en azucres. O alto contido de substrato, azucres, fai que as bacterias ácido lácticas se impoñan desde o primeiro momento da fermentación. Esta situación



► O OUTRO PUNTO CRÍTICO É A ESTABILIDADE AEROBIA, QUE É O TEMPO QUE TARDA UN SILO EN EMPEZAR A QUENTARSE UNHA VEZ QUE SE EXPÓN AO AIRE

provoca que o pH baixe por baixo de 4 e se impida e a aparición de clostridios, listerias, coliformes e outros microorganismos indesexables que poidan botar o silo a perder. Por iso, podemos dicir que o quecemento do silo ou estabilidade aerobia unha vez aberto é o gran problema contra o que teremos que lidar, se non queremos quedar sen un dos alimentos principais para as nosas vacas.

A estabilidade aerobia é o tempo en días que un silo, en presenza de aire, tarda en quentar. Se lle poñemos valores a este parámetro, 1 ou 2 días sería moi mala estabilidade aerobia e 6 ou 7 días sería unha boa estabilidade aerobia. Podemos tamén medir a temperatura do silo cunha sonda-termómetro.

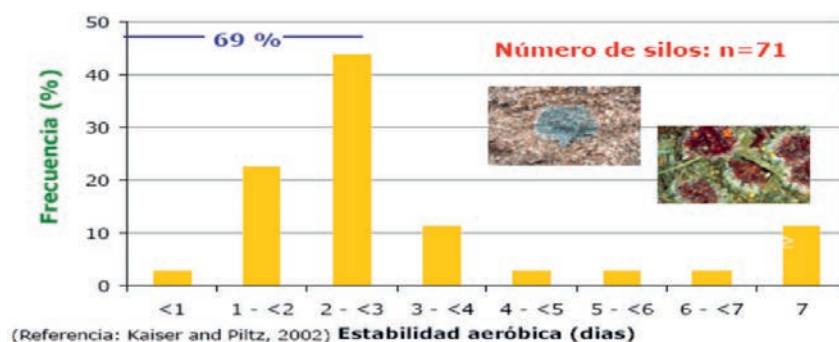
Moitos de nós nos estaremos preguntando: Por que se quenta o silo de millo? Pois, unha vez aberto o silo, a presenza de aire é un factor clave para a aparición e o crecemento de fungos e fermentos, os cales poderían estar xa no cultivo ou os vai traer o propio aire que penetra no silo de forma que

se van multiplicar a máis ou menos velocidade. Os fungos e os fermentos son un tipo de fungos que en presenza de aire se alimentan do noso silo. Ademais, fano dunha forma moi eficiente: respirando, isto é, queimando os azucres do silo para obter enerxía necesaria para que poidan vivir e multiplicarse. Os azucres renden enerxía e CO₂ que se volatiza e, como a produción de enerxía non é eficiente ao cento por cento, hai unhas perdas por quecemento unha vez aberto o silo.

Por último, se o fungo é produtor de micotoxinas (micotoxinas de almacenamento), poderíamos ter unha intoxicación con diferentes síntomas segundo a micotoxina de que se trate (pero case sempre acompañada con inmunosupresión que facilita a aparición de mamites, diarreas, redución da inxestión etc.). A micotoxina de conservación máis coñecida é a aflatoxina B que, ademais de á vaca, pode afectar as persoas.

En resumo, a consecuencia dunha mala estabilidade aerobia será, por tanto, o crecemento de fungos (fer-

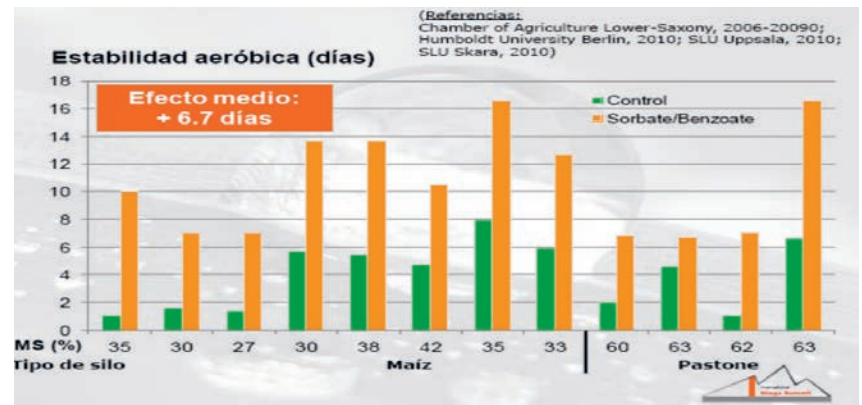
Figura 2. Estabilidade aerobia en silos de millo



mentos e mofos), aumento de temperatura, aumento do pH do silo, capas negras (*blacklayers*), perdas de materia seca e a posible produción de micotoxinas. Hoxe coñecemos as causas e podémolas combater mellor, cunha boa compactación, cun consumo rápido e “varrida” da fronte do silo, reduciremos o seu quecemento, e se o acompañamos do uso de antifúnxicos e un control rutineiro mediante analíticas, evitaremos unha intoxicación tanto dos nosos animais coma, posteriormente, das persoas.

Redución das perdas con produtos antifúnxicos: o uso de ácidos orgánicos ou os seus sales, sobre todo nas últimas capas (terzo superior) dun silo de millo con actividade fúnxica ou fúnxistática, é unha práctica habitual para reducir as perdas por fungos. Así, adoitán usarse produtos a base de propiónico, benzoico, sórbico, acético ou algún dos seus sales, que estean autorizados como aditivos e ensilaxe ou conservantes. As mellores opcións pola súa actividade de in-

Figura 3. Efectos de sorbato/benzoato na estabilidade aerobia do silo de millo e do pastone



hibicións de fermentos e mofos son o benzoico (ou o benzoato sódico) e o sórbico (ou o sorbato potásico).

Existe tamén a opción de inocular todo o silo cunha bacteria láctica heterofermentativa como agora o *Lactobacillus buchneri*, que produce láctico, acético e propanodiol; así, ademais de mellorar a fermentación, prodúcese acético como

substancia antifúnxica e propanodiol como substancia glicoplástica (glicoxénica). As inoculacións de 100.000 ufc/g desta cepa melloran a estabilidade do silo e xeran propanodiol, mentres que inoculacións superiores non aumentan a estabilidade, senón que, ademais, aumentan perdas por incidencia fermentativa. ■

Los ensilados de maíz fermentan bien...¿Por qué?

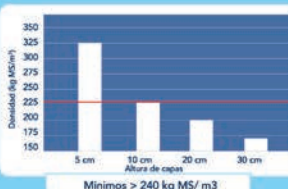
- ✓ Almidones en abundancia (buen sustrato para las bacterias lácticas).
- ✓ Cantidad de proteína moderada (no actúa como un buffer para la bajada del pH).
- ✓ Humedad no muy alta (disminuye el crecimiento de clostridios).
- ✓ No incorpora exceso de tierra (reduciendo presencia de clostridios y otras bacterias indeseables).

LA FERMENTACIÓN LÁCTICA ESTÁ GARANTIZADA



No podemos evitar este problema en su totalidad siempre va a crecer algún hongo o levadura, podremos minimizarlo y tener así una mayor **ESTABILIDAD AERÓBICA**

Los conservantes químicos y biológicos son una buena ayuda pero no sustituyen las buenas prácticas de manejo del silo.



PARA REFORZAR ÚLTIMAS CAPAS Y BORDES DEL SILO UTILIZAR INOCULANTES QUÍMICOS:

MEZCLAS DE SÓRBICO Y BENZOICO SON LAS MÁS POTENTES

(Referencia: Chamber of Agriculture Lower-Saxony, Germany, 2007)



EL MAÍZ ES FÁCIL DE ENSILAR

ALTO CONTENIDO EN AZÚCARES/ALMIDONES

BUEN ALIMENTO DE HONGOS Y LEVADURAS

PROBLEMA: ESTABILIDAD AERÓBICA

PAUTAS DE MANEJO SILO

- PICADO (<1,2 cm)
- CAPAS POCO ESPESAS <5cm
- PESO TRACTORES Tm/hora/3
- HUMEDAD DEL SILO
- PAREDES O ZANJA
- NO MÁS CONTENIDO QUE CONTINENTE: "BARRIGAS"

BUENA COMPACTACIÓN >240KG MS/M3

- CONSUMO ADECUADO >2 metros/semana
- LIMPIEZA EN EL CORTE

AVANCE ADECUADO >2 metros/semana

KOFASIL DUO NOS AYUDA:

Prevenir el recalentamiento durante el consumo del silo (Mejora estabilidad aeróbica) por la producción de ácido acético

- Mejor sabor y consumo de M.S.
- Menor pérdidas de M.S. por "volatilización del silo"
- Menor riesgo de micotoxinas

Mejora la calidad nutritiva del silo de maíz

- Mejor digestibilidad
- Mayor producción de Propilenglicol

Efectos de inoculantes tipo *Lactobacillus buchneri* en la estabilidad aeróbica de distintos ensilados.



(Referencias: Spickert, 2001; Herberg, 2001; Pfum, 2003; IAHV Lower Saxony, 2007-2010; Humboldt University, Berlin, 2008; Mafu University (Mafu), 2007)