



Calidade fermentativa e nutricional do ensilado de millo

Como inflúe a fermentación no valor nutricional do silo de millo? Neste texto detallo as pautas de manexo e os obxectivos biolóxicos clave para frear a inestabilidade aerobia, evitar o quecemento da forraxe e asegurar un óptimo aproveitamento do amidón e da fibra.

Alexandre Udina
Director técnico de Adial
alexudina@adial.es

As perdas de MS (materia seca) ao facer un ensilado de calquera tipo de forraxe, e neste caso no millo ensilado, van ter un grande impacto na calidade nutricional, xa que se perden sempre os ingredientes de máis valor (azucres, amidón, enerxía, proteína...) e tamén van ter relación coa fermentación, pois, se esta é láctica, é moi eficiente e con perdas minimizadas, pero en todas as outras fermentacións hai perdas importantes de MS e enerxía.

Partindo de que hai unhas perdas inevitables ao facer unha forraxe ensilada, hai que intentar minimizalas para que estean ao redor do 5 %. Se se conseguen valores próximos, sig-

nifica que houbo un bo manexo no campo (só 2 % de perdas), un bo manexo na rapidez de enchido e peche do silo (só 1 % de perdas) e que a fermentación foi maioritariamente láctica (>60 % láctica, e só 2 % de perdas fermentativas).

O problema vén cando se lle engade a este 5 % de perdas inevitables de MS do ensilado de millo “outra” porcentaxe variable que pode chegar a ser un 26 % ou máis... Se hai problemas de estabilidade aerobia no ensilado (mal peche, mala compactación, mal baleirado, actividade de fermentos e mofos etc.) sobra este durante todo o proceso posterior na mestura *unifeed* (TMR), pode haber ata un 20 % máis de per-

das por quecemento. Tamén no caso de fermentacións secundarias se pode perder outro 6 % de MS.

A ESTABILIDADE AEROBIA NO SILO DE MILLO

O manexo será determinante para ter unha boa estabilidade aerobia e a densidade de compactación é o aspecto máis importante. Para iso, o picado, a materia seca e a altura de capas no enchido débennos permitir superar o obxectivo dos 240 kg MS/m³.

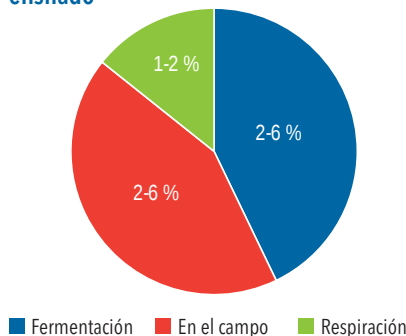
Picado do millo

A lonxitude do picado será de entre 14 e 18 mm segundo a porcentaxe de MS do ensilado.



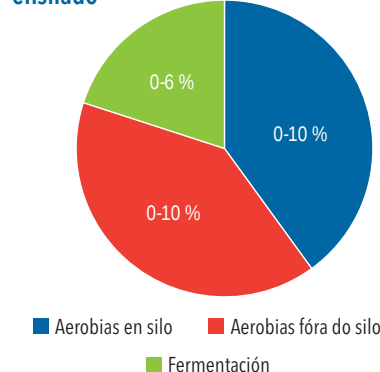
► O MANEXO SERÁ DETERMINANTE PARA TER UNHA BOA ESTABILIDADE AEROBIA E A DENSIDADE DE COMPACTACIÓN É O ASPECTO MÁIS IMPORTANTE. PARA ISO, O PICADO, A MATERIA SECA E A ALTURA DE CAPAS NO ENCHIDO DÉBENNOS PERMITIR SUPERAR O OBJECTIVO DOS 240 KG MS/M³

Figura 1. Perdas inevitables de MS no ensilado



Fonte: figura adaptada de Keith Bolsen

Figura 2. Perdas evitables de MS no ensilado



Fonte: figura adaptada de Keith Bolsen

Lonxitudes menores en millos de ata o 38 % de MS e lonxitudes maiores en millos de arredor do 32 % de MS. O picado terá que adaptarse á porcentaxe de ensilado de millo incluído na ración (lonxitudes máximas para racións onde o millo é a principal base de forraxe na ración e lonxitudes mínimas se o ensilado do millo é pouco representativo na ración).

Altura de capas

Debe ser de só 5-10 cm, para poder compactar ben cunha relación de toneladas (t) de forraxe por hora e t de maquinaria (tractores) a usar en relación t forraxe por hora/3. Tamén o dimensionado é importante, cunha relación de facer 6 metros de longo por cada metro de altura para priorizar a compactación, aínda que o avance diario segundo o tamaño da granxa pode corrixir este dato nun sentido ou noutro. Para a definición de estabilidade aerobia nun silo de millo considé-

ranse a temperatura, o dióxido de carbono (CO₂) e o pH:

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

Nunha auditoría pódese usar un densitómetro para ver a densidade e tamén usar unha sonda de temperaturas para ver se o silo é estable (a T.^a da zona central sempre ten que ser máis alta que na periferia).

A inestabilidade aerobia vén dada pola presenza de fungos (fermentos, mofos), carbohidratos e osíxeno, e provoca unha multiplicación exponencial de fermentos que son lactato consumidores e que ocasiona unha subida de pH (ao consumir parte do

láctico) que permite o crecemento de fungos pluricelulares visuais (mofos) e outras bacterias aerobias. Unha mala compactación (densidades por debaixo dos 200 kg MS/m³) permite que o aire penetre ata 90 cm/día, de modo que, sen un bo avance diario da fronte, este osíxeno desencadea todo o proceso de crecemento fúnxico e de quecemento, con suba da temperatura pola actividade respiratoria desta microbioloxía, que consumen enerxía (azucres, amidón...) e pérdese dixestibilidade da proteína (reacción de Maillard entre carbohidratos e proteína por calor).

En estudos recentes publicados estes últimos anos tamén se asocia a presenza dun reconto alto de fermentos no silo de millo cunha perda de dixestibilidade da fibra. No Congreso de Anembe 2026, celebrado en Valladolid, Luis Ferratero presentou varios estudos de universidade sobre esta perda de dixestibilidade da fibra neutro deterxente (táboa 1, páx. seg.). ►►

KOFASIL®

ESTABILIDAD AERÓBICA PARA EL ENSILADO DE MAÍZ

Inoculantes bacterianos y soluciones a base de sales



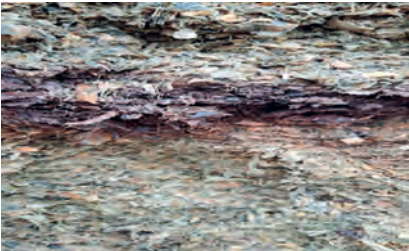
972 54 61 55 | www.adial.es

Tamén no proceso de enchido é importante a rapidez e, se se deixa o silo aberto pola noite, ao día seguinte produciuse actividade de fermentos na capa superior que se observa no silo como unha liña violeta con olor a alcohol. Aquí produciuse o fenómeno de Crabtree dos fermentos: este produce alcohol (etanol) en condicións aerobias e cunha gran concentración de glicosa externa en lugar de producir biomasa mediante o ciclo de Krebs. É un proceso que ocorre maioritariamente en todos os fermentos e crese que este fenómeno se desenvolve como mecanismo competitivo (debido á natureza antiséptica do etanol) co fin de inhibir o crecemento doutros microorganismos.

OBXECTIVOS NUTRICIONAIS DO SILO DE MILLO

Nos obxectivos nutricionais hai que recoller no momento óptimo coa liña do leite entre 1/3 e 2/3 do total, e coa planta en *stay green* para conseguir unha boa dixestibilidade da fibra (dFND) ás 30 h (obxectivo en torno ao 60 %) e un nivel de amidón superior ao 32 % cunha ratio superior a 1 respecto á porcentaxe de MS (ex.: para un silo cun 34 % de MS, hai que obter máis dun 35 % de amidón).

A importancia da dixestibilidade da fibra fai que se deba cortar por riba dos 30 cm e que se deban traballar variedades como a de millo BMR se se quere aumentar.



Efecto de fermentos en enchido lento do silo de millo (capa de coloración violeta e con cheiro a alcohol)



Uso do densitómetro en silo de millo



► A IMPORTANCIA DA DIXESTIBILIDADE DA FIBRA FAI QUE SE DEBA CORTAR POR RIBA DOS 30 CM E QUE SE DEBAN TRABALLAR VARIEDADES COMA A DE MILLO BMR SE SE QUERE AUMENTAR

Existen variedades, coma o Smart Corn, que é un millo máis pequeno, de menor talo, o cal permite obter máis amidón (concéntrase a porcentaxe de espiga sobre o total da planta logrando >40 % de amidóns).

Tamén o procesado do gran é fundamental para mellorar o aproveitamento do amidón, cunha recomendación de CSPS do 55-60 % ou traballar coa tecnoloxía *Shredlage Cron Cracker* para procesar ao máximo o gran. O CSPS (índice de procesamento de gran de millo, polas súas siglas en inglés) mide se se tritura ou rompe o gran na ensilaxe indicando a porcentaxe de amidón

que pasa por un baruto pequeno de 4,75 mm. Un valor alto indica que o gran está ben moído e é fácil de dixerir para as vacas.

É igualmente importante considerar a calidade microbiolóxica da forraxe, xa que, se hai presenza de fungos no campo, estes van levar micotoxinas ao silo (micotoxinas de campo do tipo tricotecenos como a DON ou a T-2 e do tipo zearaleno-na) que van estar presentes desde o inicio da ensilaxe e poden dar problemas de inxestión, de baixada de inmunidade (cun aumento de células somáticas), ou van dar problemas reprodutivos entre outros. ►►

Táboa 1. Perdas de dixestibilidade da fibra segundo o nivel de fermentos

Tempo (12 h)	Fermentos log UFC/g	dFND (%FND)	T leite granxa
Silo de millo control (sen fermentos)	-	43,9 %	1.507
Silo de millo con baixo reconto de fermentos	4,02	40,7 %	1.490
Silo de millo con alto reconto de fermentos	8,18	33,9 %	1.450

Fonte: Luiz 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

► A RECOMENDACIÓN É TER O SILO DE MILLO PECHADO POLO MENOS TRES OU CATRO MESES PARA PODER TER UNHA BOA DIXESTIBILIDADE DO AMIDÓN E PARA QUE A FORRAXE ESTEA BEN HIXIENIZADA

Táboa 2. Fermentacións que se poden dar nun ensilado de millo e as perdas de MS e enerxía que comportan

Fermentación tipo	Produtos	Recuperación MS/enerxía
Homoláctica (bal)	Láctico	100/99
Heteroláctica (bal)	Láctico, acético, CO ₂	96/98
Butírica (clostridios)	Butírico, NH ₃ , aminos, CO ₂	49/82
Alcohólica (fermentos)	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

Fonte: adaptado de SilAprende de Adial, 2026

FERMENTACIÓNS NO SILO DE MILLO

A fermentación desexable nun ensilado de millo é a láctica, onde se transforman as moléculas de glicosa (6 carbonos) en dúas moléculas de láctico (3 carbonos cada unha), sen perdas de CO₂ e, por tanto, cunha alta eficiencia. O indicado é ter máis do 60 % del total de ácidos da fermentación en forma de láctico e o pH por debaixo de 4. Pódense valorar os carbohidratos solubles en auga cun refractómetro no momento da colleita para que sexan superiores ao 8 % (aquí é importante considerar o non penalizar estes azucres fermentables por querer ter máis amidón).



Mazaroca de millo no campo con fungos do tipo *Fusarium* sp.



Fungo *Monascus ruber* no silo de millo



Fungo *Penicillium* sp. no terzo superior dun silo de millo

O resto das fermentacións xa non son eficientes, con perdas de CO₂, á vez que producen metabolitos como alcohois que poden xerar problemas de mal sabor ou desencadear reaccións con perdas de dixestibilidade. Un exceso de alcohois pode xerar a formación de ésteres (unión dun alcohol cun ácido carboxílico, por exemplo, con etanol + láctico fórmase etil lactato).

Do mesmo xeito, a metabolización de alcohois (deshidroxenación) xera aldehidos que poden xerar sabores desagradables e chegar ao leite; por exemplo, o exceso de propanol nun silo pode xerar propanolaldehido ou o exceso de etanol metabolízase en acetolaldehido.

Hai outros compostos VOC (compostos orgánicos volátiles) que xa se forman nestas fermentacións non lácticas, coma as cetonas do tipo propanona (acetona), e xa están presentes desde o inicio no silo.

Só é interesante a fermentación heteroláctica a través de bacterias lácticas heterofermentativas como *Lentilactobacillus buchneri* (a nova denominación de *Lactobacillus buchneri*) que produce, ademais de láctico, outro tanto de acético e de propanodiol (propilenglicol), de modo que

terá un efecto antifúnxico (polo acético) e gliconeoxénico (polo propilenglicol).

Os alcohois coma etanol, propanol ou butanol, ademais de poder desencadear a formación de ésteres (etilos, propilos ou butilos), son produto da actividade fermentativa de fermentos ou enterobacterias, que poden desencadear problemas de quecemento durante o proceso de baleirado del ensilado. O nivel de etanol ten que estar <2 % s.m.s. e os niveis de ésteres totais <220 mg/kg s.m.s.

Finalmente, cabe lembrar a importancia do tempo de peche do silo de millo para mellorar a dixestibilidade do amidón. Hai parte do amidón que está recuberta de proteína zeína (prolaminas) que se vai liberando co tempo pola acción de encimas producidas polas bacterias lácticas e pola acción do ácido; deste xeito, pódese pasar dunha dixestibilidade inicial do 50 % a superar o 80 % aos catro meses.

A recomendación é ter o silo de millo pechado polo menos tres ou catro meses para poder ter unha boa dixestibilidade do amidón e para que a forraxe estea ben hixienizada (a microbioloxía mellora tamén co tempo se o silo está ben fermentado) ao abrillo, de maneira que o risco de inestabilidade aerobia tamén se reduza. ■

NO TE LA JUEGUES CON PLÁSTICOS DE MALA CALIDAD

Usa sólo soluciones
profesionales para el ensilado



TRIOTECH
OXIPROTEC
SILONET