



Microbioloxía e fermentación do ensilado de millo: os seus efectos na calidade nutricional

As bacterias ácido-lácticas son esenciais no proceso de fermentación do millo. Segundo o estado de maduración, a temperatura, a humidade, o pH e outras condicións ambientais teremos un número ou outro. No seguinte estudo analizamos cales son os números correctos para cada variable co fin de obter unha calidade nutricional óptima no noso ensilado.

Alexandre Udina
 Director técnico de Adial
 alexudina@adial.es

Na forraxe de millo hai unha microbiota propia, que denominamos 'epifítica', con recontos variables de bacterias e fungos. Esta composición variable de microorganismos na forraxe fresca será totalmente diferente á que hai durante o proceso de fermentación ou no produto final ensilado. As bacterias aerobias son as predominantes na forraxe fresca, pero non teñen ningún efecto no proceso de ensilaxe e son inhibidas co peche do silo; en cambio, as bacterias ácido-

lácticas (BAL) son as esenciais para a fermentación e, segundo o estado de maduración, a temperatura, a humidade, o pH e outras condicións ambientais teremos un número ou outro. No millo (*Zea mays*) pode haber recontos de BAL de ata 10^7 ufc/g.

Esta microbiota modifícase durante o proceso de fermentación, onde hai unha baixada de pH (acidificación) pola transformación dos carbohidratos solubles (WSC) en láctico. Un estudo de Piltz (2004) conclúe que debería haber > 2,5 % de carbo-

hidratos solubles (sobre MS) na forraxe de millo como substrato para a fermentación láctica.

As bacterias lácticas que se multiplican nesta fase de acidificación do ensilado son *lactobacillus*, *pediococcus*, *leuconostoc*, *enterococcus*, *lactococcus* e *streptococcus*. Segundo a súa capacidade de fermentar a hexosa en láctico, divídense en **homofermentativas**, que producen só láctico, e en **heterofermentativas**, que producen ademais de láctico, acético, etanol e CO₂.



► A PRESENZA DE CLOSTRIDIOS E BACILOS NO ENSILADO DÉBESE A UNHA CONTAMINACIÓN DE TERRA (CINZAS) OU XURROS, E A QUE A BAIXADA DE PH NON FOI A CORRECTA (DO PH INICIAL DE 6 A UN PH AO REDOR DE 4 SEGUNDO A MS)

Táboa 1. Típicas poboacións bacterianas e fúnxicas en forraxes antes de ensilar

Grupo de microorganismos epifíticos	Ufc/g forraxe fresca
Bacterias aerobias totais	>10.000.000
Bacterias ácido-lácticas (BAL)	10-1.000.000
Fermentos	1.000-100.000
Mofos	1.000-10.0000
Clostridios (endosporas)	100-1.000
Bacilos (endosporas)	100-1.000
Bacterias ácido-acéticas	100-1.000
Enterobacterias	1.000-1.000.000
Bacterias ácido-propiónicas	10-100

F. Driehuis et al. (2003)

Débese considerar que agora algunhas especies do xénero *Lactobacillus* pasaron ao novo xénero *Lentilactobacillus*, de modo que deberemos empezar a falar de *Lentilactobacillus plantarum* ou de *Lentilactobacillus buchneri*....

A presenza de clostridios e bacilos no ensilado débese a unha contaminación de terra (cinzas) ou xurros, e a que a baixada de pH non foi a correcta (do pH inicial de 6 a un pH ao re-

dor de 4 segundo a MS). Se hai unha correcta acidificación se inhiben estas bacterias e non poderán multiplicarse no ensilado.

Tamén hai un cambio no tipo de fermentos da forraxe aerobia aos presentes no ensilado, xa que só algúns fermentos tipo *Candida*, *Hansenula*, *Pichia*, *Trichosporon*, *Geotrichum* ou *Saccharomyces* estarán presentes no silo, representando menos do 10 % do

total de fermentos que había na forraxe fresca. Para os mofos sucede algo parecido e desaparecen os aerobios para dar paso ás especies tolerantes ou microaerofílicas, como *Byssoschlamys nivea*, *Monascus ruber* ou *Penicillium roqueforti*, sempre que haxa algunha traza de O₂.

Segundo o tipo de fermentación, darán distintos ácidos, alcois e outras substancias (ver táboa 2; páx. seg.). ►►

LUCAS G

AUTOSPIRE
MEZCLADORA AUTOPROPULSADA 12 - 24 M3

- > FRESA 200 CV ANCHURA 2M
- > CINTA DE DISTRIBUCIÓN TRASERA DERECHA E IZQUIERDA
- > 3 MODOS DE AVANCE: SILO, TRABAJO, CAMINO
- > VELOCIDAD 40 KM/H

PARA TODA LA INFORMACIÓN,
CONTACTE CON NUESTRO
REPRESENTANTE DE VENTAS:
JORDAN VARAGNE - 0033 607 647 735

WWW.LUCASG.COM

CONTIGO TODOS LOS DÍAS

► NA MESTURA UNIFEED O TOTAL DE ÁCIDOS DEBE SER <6 % E O CONTIDO EN LÁCTICO <4 %

TRANSFORMACIÓN DE NUTRIENTES DURANTE A FERMENTACIÓN

A fase anaerobia (fermentación) e a súa prolongación no tempo provoca cambios nos valores nutricionais do millo, cunha transformación de carbohidratos solubles en auga a láctico, unha mellora na dixestibilidade do amidón, un aumento da proteína soluble e do amoníaco, e poucos cambios na dixestibilidade da fibra.

No sistema de formulación do CNCPS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System) hai que determinar os ácidos carboxílicos da fermentación, xa que estes se asignan ás fraccións de carbohidratos A1 e A2.

Nos ensilados de millo, o contido de acético debe ser entre o 1,5 e o 3,5 % sms, o butírico por baixo do 0,3 % (e sempre mellor se é 0) e o ácido láctico, entre o 2 e o 8 % sobre MS. Así, na mestura *unifeed* o total de ácidos debe ser <6 % e o contido en láctico <4 %.

Este fraccionado de carbohidratos permite calcular os cocientes de dixestibilidade (Kd), estimar enerxía, síntese de proteína microbiana e proteína metabolizable. De feito, é unha forma moi parecida de diferenciar fraccións de carbohidratos, igual que se fai co fraccionado de proteína, para poder logo interpretar ambos os fraccionados como poden estar interconectados a nivel de fermentación no rume.

As proteínas hidrofóbicas (proteínas *zein*), que encapsulan parte do amidón do millo, solubilízanse en ácido láctico e en ácido acético, e son degradadas mediante a actividade proteolítica do ensilado, liberando así o amidón, que será moito máis accesible ás bacterias do rume. A medida que avanza o tempo, faise máis dixestible o amidón, pasando

Táboa 2. Tipos de fermentación

Tipo de fermentación silo millo	Produtos	Recuperación MS/enerxía
Homoláctica	Láctico	100/99
Heteroláctica	Láctico, acético, CO ₂	76/98
Butírica (clostridios)	Butírico, NH ₃ , aminos, CO ₂	49/82
Acética (enterobacterias)	Acético, etanol, NH ₃ , CO ₂	95/83
Alcohólica (fermentos)	Etanol, CO ₂	51/99

Táboa 3. Fraccionado de carbohidratos do modelo CNCPS

Fraccións	Composición	Cálculo/análise
CHO	Carbohidratos	= 100-PB-GB-cinzas
aFNDom	FND sen cinzas aplicando amilasa	aFNDom
CNF-1	Carbohidratos non fibrosos	= CHO-aFNDom
CNF-2	Carbohidratos non fibrosos axustados por contido proteína en aFNDom	= CHO -aFNDom - NDIP
A1	Ácidos graxos volátiles (AGCV)	Acético, propiónico e butírico
A2	Ácido láctico	láctico
A3	Outros ácidos orgánicos	Outros ácidos orgánicos
A4	Carbohidratos solubles auga (WSC)	Azucres e fructanos
B1	Amidón	Amidón
B2	Fibra soluble	= NFC-A1-A2-A3-A4-B1
B3	Fibra soluble potencial	= aFNDom - C
C	Fibra non dixestible	= (lignina*2,4) o uFND240h

NDIP: ND-proteína insoluble; uFND: indigestible fibra neutro deterxente; aFNDom: fibra neutro deterxente sen cinzas aplicando encima amilasa

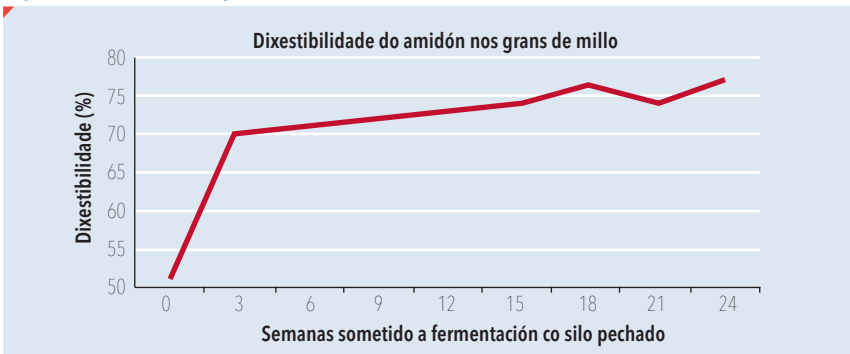
dun 50-60 % no momento da colleita a un 85-88 % aos oito meses de ensilado, aínda que se considera que o valor óptimo xa se alcanza a partir dos catro meses de peche do silo.

As prolaminas forman unha matriz estrutural ao redor do amidón e é a acción das bacterias lácticas que liberan encimas proteolíticos o que ten maior impacto na solubilización destas; tamén hai un efecto de encimas endóxeas que ten o gran, mentres que o efecto dos ácidos da fermentación é menor.

A degradabilidade do amidón (amidon *bypass* 7 h) determínase nun test in vitro en fluído ruminal, e para o silo de millo a porcentaxe de amidón resistente é de entre o 12 e o 22 %. É importante manexar este valor nunha ración con alto contido de amidón, para evitar problemas de acidose en rume ou se hai un excesivo paso a intestino do amidón que non provoque problemas de intestino permeable (*leaky gut*).

A dixestibilidade da fibra neutro deterxente (FND) concorda coa ►►

Figura 1. Semanas de peche do silo de millo e dixestibilidade do amidón (%)





VENTAJAS

- Paja más digestible
- Mejora la mezcla de la ración
- Mayor aprovechamiento
- Compatible para camas
- Mayor Bienestar Animal
- Mejor calidad de estiércol debido a su degradación
- Más fácil y económico de transportar



CARACTERÍSTICAS

- Bajo contenido en K+ (POTASIO)
- Fibra de 2-5 cm aprox.
- Paja picada de trigo y cebada
- Formato: +/-600kg / 1,20 x 0,70 x 2,35m
- Atado: 5 alambres
- Libre de piedras, cuerpos extraños y polvo al 90%.



CERTIFICADOS

Nuestros certificados garantizan la calidad, seguridad y eficiencia de nuestros productos



C/Las adoberas S/N, 09239
Arenillas de Muño, Burgos España



Tel. +34 947 411 333
Móvil. +34 608 294 699



nual@agronual.es
www.agronual.es

► A DEGRADABILIDADE DO AMIDÓN (AMIDÓN BYPASS 7 H) DETERMÍNASE NUN TEST IN VITRO EN FLUÍDO RUMINAL, E PARA O SILO DE MILLO A PORCENTAXE DE AMIDÓN RESISTENTE É DE ENTRE O 12 E O 22 %

Táboa 4. Correlación de fraccións de proteína e a súa fermentación ruminal coa fermentación dos carbohidratos

Fracións proteína CNCPS		V fermentación ratio/hora	Produtos de fermentación	Problemas ruminais	Interconexión coa fermentación carbohidratos
A1	Urea, NPN	200 %	NH ₃	Alcalose ruminal, urea no leite	Bacterias fermentan CF
A2	Péptidos, AA	100 %	NH ₃ , péptidos e AA	Alcalose ruminal, urea no leite	Bacterias fermentan CF e CNF
B1	Proteínas	5 % - 100 %	NH ₃ , péptidos e AA	Alcalose ruminal, urea no leite	Bacterias fermentan CF e CNF
B2	NDIP - ADIP	0 % - 1,5 %	AA		Non favorece
C	uNDF	0 %	0		Non favorece

degradabilidade en rume, xa que é o principal lugar para a súa dixestión, mentres que no intestino delgado é case inexistente ningunha dixestión de FND e no intestino groso aínda pode degradarse (dixir-se) un 5-20 % da FND. En canto á dixestibilidade da FND valórase ás 30 h, 120 h e 240 h (este valor úsase para determinar a FND indixestible ou non degradable). A dixestibilidade a 30 h exprésase en porcentaxe do total de FND; para o ensilado de millo os valores serían para FND30 (%FND) do 40-60 % e para FND240 (%FND), do 65-85 %.

En canto á proteína, aínda que os valores no silo de millo son relativamente baixos, hai unha proteólise e cambios no fraccionado desta, cun aumento da proteína soluble e do amoníaco co tempo de fermentación. Durante o ensilado hai unha degradación de aminoácidos pola acción de clostridios proteolíticos que produce NH₃, pero tamén as bacterias lácticas poden degradar aminoácidos e formar amoníaco, do mesmo xeito que se pode formar a partir do nitrato da planta, sendo estas dúas últimas causas frecuen-

tes de amoníaco alto no ensilado de millo, onde as condicións non son as máis favorables para os clostridios.

A calidade nutricional vai ligada á calidade hixiénica do ensilado de millo, onde se debe controlar que non haxa niveis altos nin de micotoxinas nin de aminas bióxenas, e, sobre todo, que a estabilidade aerobia sexa a correcta para evitar perdas de MS que son perdas de nutrientes.

Coa entrada de aire no ensilado, hai unha multiplicación de fermentos que son lactato-asimiladoras, é dicir, consomen láctico, o que provoca un aumento do pH do silo; así van crecer mofos e bacterias, e hai un proceso de degradación por consumo de nutrientes con liberación de CO₂, que é o que quenta o silo.

Tamén hai que valorar os efectos sobre a calidade nutricional que teñen os alcois (etanol, metanol, butanol, propanol...) que se producen nas distintas fermentacións, así como a posible formación de ésteres (a reacción dun alcol cun ácido carboxílico, por exemplo o etil lactato: etanol + ácido láctico). Estes compostos volátiles reducen apetencia e dixestibilidade do ensila-



Penicillium roqueforti en silo de millo



A calidade nutricional vai ligada á calidade hixiénica do ensilado

do de millo, e, do mesmo xeito que outros VOC, débense considerar os valores analiticamente (valor aceptable < 200 mg/kg sms da suma etil lactato + etil acetato).

Coma o desencadeamento son os niveis altos de etanol, indícase tamén un máximo aceptable para o etanol de 15 < g/kg sms en silos 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