



Formación de aminas biógenas en ensilados de raigrás

En este trabajo conocemos qué son las denominadas aminas biógenas y descubrimos el porqué de su presencia y cuáles son los principales efectos en las vacas y, por tanto, en la alimentación humana.

Alexandre Udina

Director técnico de Adial
alexudina@adial.es

¿QUÉ SON LAS AMINAS BIÓGENAS?

Los problemas de una mala fermentación en los ensilados de raigrás se asocian sobre todo al efecto proteolítico de los clostridios, que degradan los aminoácidos a aminas biógenas, ácido gamma-aminobutírico (GABA), amoníaco (NH_3) y ácido isobutírico o n-butírico (ácido butírico).

Tanto amoníaco como ácido butírico se producen durante la degradación de los aminoácidos mediante la desaminación (eliminación del grupo amino), mientras que las aminas biógenas se forman por la descarboxilación, es decir, se libera un grupo carboxilo (COOH).

Estas aminas son compuestos nitrogenados y se denominan 'biógenas' porque se producen por la acción de organismos vivos (por enzimas microbianos); realmente las aminas biógenas también se generan por la acción de enterobacterias y bacterias ácido lácticas (BAL), aunque el efecto de los clostridios proteolíticos es el que mayor incidencia tiene en los niveles de aminas del ensilado. Su presencia indica que el N amoniacal es producido por una proteólisis bacteriana debido a una mala fermentación y no por una proteólisis enzimática en el acondicionado o presecado, es decir, es una forma de diferenciar

si el N amoniacal ha sido producto de un exceso de secado o bien de un problema de mala fermentación.



► SU PRESENCIA INDICA QUE EL N AMONIAL ES PRODUCIDO POR UNA PROTEÓLISIS BACTERIANA DEBIDO A UNA MALA FERMENTACIÓN Y NO POR UNA PROTEÓLISIS ENZIMÁTICA EN EL ACONDICIONADO O PRESECADO

Figura 1. Molécula de putrescina (diamina)

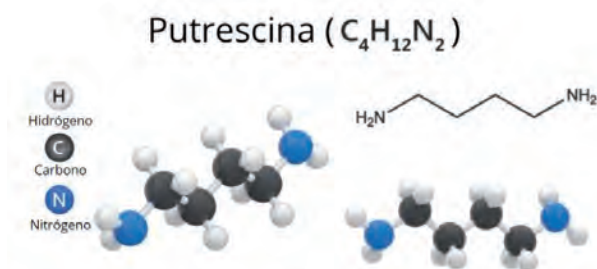


Tabla 1. Límites de aminas biógenas en ensilados (LKS, 2012)

Concentración aminas*	Comentarios
<5 g/kg MS	Niveles aceptables, aunque se han descrito algunos efectos negativos con solo 1 g/kg MS o 2 g/kg MS.
De 5 a 15 g/kg MS	Niveles altos. Indica degradación de aminoácidos por microorganismos, con influencia negativa sobre la ingesta, producción de leche y problemas de salud.
>15 g/kg MS	Niveles muy altos, con influencia muy negativa en ingesta, producción y salud. No debería usarse el ensilado en la ración.

*Suma de putrescina + cadaverina + histamina + feniletilamina + triptamina + tiramina

EFFECTOS DE LAS AMINAS BIÓGENAS EN LAS VACAS

Las principales aminas biógenas en el ensilado de raigrás son la putrescina, la cadaverina, la histamina, la feniletilamina, la triptamina y la tiramina. La

suma de todas estas debe ser inferior a 5 g/kg MS en cualquier tipo de silo, según las recomendaciones del LKS de Alemania (Hoffman, 2012) [tabla 1].

Las aminas biógenas tienen efectos negativos en la salud de las ►

SILO-SPACE2: UNA CAJA DE ENSILAJE PARA UN BUEN RENDIMIENTO



- Tren de rodaje hidráulico Hidro-Tándem y Tridem = estabilidad



- Pared frontal reclinable (ayuda a la descarga)



- Cinta transportadora con doble accionamiento hidráulico y con 2 velocidades



- Bastidor autoportante, baja el centro de gravedad para una mejor estabilidad

JOSKIN El especialista del transporte

- Con una capacidad de 44 m³ hasta 59 m³, las cajas de ensilaje **JOSKIN** le garantizan una norma de calidad, así como un servicio postventa muy eficiente gracias al libro de piezas muy completo y personalizado
- Normas CE
- La robustez garantizada
- 3 años de garantía



Tabla 2. Contenido de aminas biógenas (BA) en silos de raigrás (n=99)

En g/kg MS	Putrescina	Cadaverina	Histamina	Feniletilamina	Triptamina	Tiramina	Total BA
Media	1,30	0,32	0,78	0,02	0,20	0,24	2,86
Desviación estándar	1,61	0,50	0,49	0,05	0,36	0,69	3,24
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máximo	10,40	3,08	2,55	0,28	2,32	4,04	20,70

Richardt, 2011

vacas y en la fertilidad. Según estudios de Ulbrich (2004) y de Hoffmann (2005), los principales son el efecto vasoactivo (por la tiramina, triptamina y feniletilamina), que provoca desórdenes en el flujo de sangre a los capilares, lo que se asocia a problemas podales (laminitis); la destrucción de mucosa digestiva (afectando a rumen e intestino) y de mucosa de los órganos genitales, que se asocia a problemas digestivos y a problemas de fertilidad; el efecto inmunosupresor (sobre todo por el efecto de la histamina) y el aumento de la presión sanguínea.

Diversas publicaciones (Lingaas, 1992; Krizsan, 2007) recopilan trabajos sobre la reducción de la ingesta según distintos niveles de aminas en el ensilado con una clara correlación positiva entre la dosis y el efecto (ej. con 16 g aminas biógenas/kg MS se reduce un 26 % la ingesta y con 7 g aminas biógenas/kg MS se reduce un 7 % la ingesta). A más aminas, más efecto en la reducción de ingesta.

Existen otros estudios sobre la influencia de las aminas y del amoníaco en la ingesta donde no se observaron efectos (M. Van Os, 1994), pero se llegó a la conclusión de que el tipo de aminas y la cantidad sí es importante para este efecto sobre la ingesta. En estas investigaciones se usaron mezclas de cadaverina, histamina, putrescina y tiramina, añadidas a los niveles ya presentes en el silo, y en las conclusiones se incide en la relación entre efectos y cantidad de aminas.

En cuanto a sus efectos negativos, hay que considerar que las aminas, además de poder ser ingeridas a través de los alimentos, también pueden producirse en el animal, por ejemplo en el rumen cuando hay un problema de acidosis (Aschenbach, 2000). A bajas concentraciones tienen un papel importante en el desarrollo de funciones metabólicas y fisiológicas, pero a altas concentraciones pue-

den tener efectos negativos. Por eso en alimentación humana la Unión Europea ya ha establecido unos límites máximos de contenido en los alimentos, que para la histamina es de 100 mg/kg.

El Reglamento (CE) n.º 2073/2005 de la Comisión, del 15 de noviembre de 2005, relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios, establece los criterios microbiológicos para determinados microorganismos y las normas de aplicación que deben cumplir los explotadores de empresas alimentarias al aplicar las medidas de higiene generales y específicas contempladas en el artículo 4 del Reglamento (CE) n.º 853/2004. En particular, establece criterios de seguridad alimentaria relativos a la histamina y planes de muestreo de los productos procedentes de especies de pescados asociados a un alto contenido de histidina.

En alimentos como las carnes y los pescados, la presencia de aminas se relaciona con el deterioro microbiano y es un indicador de la frescura del alimento; en el queso las aminas se deben a un mal estado higiénico y a la actividad no deseada de bacterias durante el proceso de maduración. La principal intoxicación alimentaria en personas es por histamina asociada a reacciones alérgicas ("intoxicación histamínica"), dando problemas gastrointestinales, neurológicos, circulatorios, cutáneos, etc.

Otro efecto de las aminas es el mal olor del ensilado, que en presencia de cadaverina y putrescina olerá a rancio y pútrido, muy desagradable.

INTERPRETACIÓN ANALÍTICA Y CORRELACIONES CON LOS NIVELES DE AMINAS BIÓGENAS

En un estudio del LKS (W. Richardt, 2011), en el cual se analizaron 99 ensilados de raigrás, se encontraron contenidos de 2,86 g aminas biógenas/kg MS de media, con valores ►►

► LA SUMA DE TODAS ESTAS DEBE SER INFERIOR A 5 G/KG MS EN CUALQUIER TIPO DE SILO

NERGETIC DYNAMIC



Menores pérdidas
Mayor eficacia

Los únicos con nitrógeno
nítrico y amoniacal
totalmente protegidos



INTERGAL ESPAÑOLA, S.A.

Torre Espacio - Pº de la Castellana 259 D, planta 47
28046 MADRID
ESPAÑA

APP: Fertiberia TECH

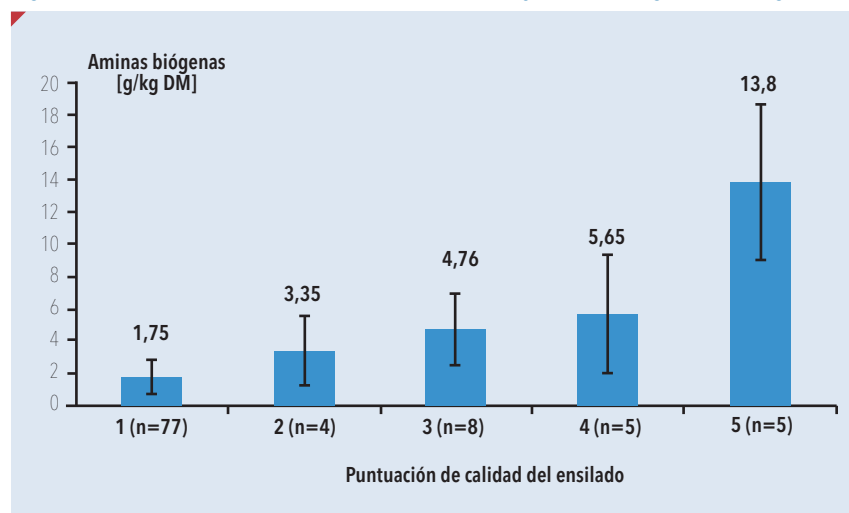


www.tech.fertiberia.com



Tabla 3. Análítica en granja con correlación entre contenido de aminas biógenas (g/kg MS) y parámetros nutricionales

	MS (g/kg MS)	Cenizas (g/kg MS)	PB (g/kg MS)	Proteína verdadera (g/kg MS)	UDP5 (% PB)	B3	Total BA
Aminas totales (BA)	-0,64	0,11	-0,03	0,32	0,37	0,20	0,49
Valor P	<0,05	n.s	n.s	<0,05	<0,05	n.s.	<0,05

Figura 2. Relación entre calidad de la fermentación y aminas biógenas en raigrás

DLG, 2006

► CUANTO PEOR ES LA CALIDAD DE LA FERMENTACIÓN, MAYOR SERÁ EL CONTENIDO TOTAL DE AMINAS BIÓGENAS

máximos de hasta 20,7 g/kg MS. Se analizaron niveles para las 6 aminas que se consideran en el total de aminas biógenas de un ensilado (BA).

También se han realizado estudios sobre la correlación de aminas biógenas con otros nutrientes del silo y con la MS. Así, hay una correlación negativa con la MS, es decir, cuanto mayor es la MS menos aminas se forman porque menos actividad de clostridios habrá en el silo. Los ensilados muy húmedos tienen más riesgo de actividad de clostridios y, en consecuencia, es donde más aminas biógenas se formarán. Cabe comentar que la presencia de clostridios no siempre implica una producción de aminas, ya que hay clostridios sacarolíticos que pueden producir butírico sin producir amoníaco ni aminas biógenas.

El contenido en proteína del forraje y su fraccionado (según CNCPS) no es válido para predecir el contenido en aminas biógenas, ya que en los ensilados mal fermentados (con niveles altos de butírico y acético) hay contenidos más altos de amoníaco y de la fracción proteica C (proteína indigestible que puede formarse por complejos de aminoácidos + azúcares) y en cambio la proteína soluble (fracción A) que incluye a los aminoá-

cidos puede ser más baja. El sustrato para la formación de las aminas serían los aminoácidos de la fracción soluble (A), pero un nivel bajo puede ser, como ya hemos indicado, por efecto de la mala fermentación.

Existe una correlación muy clara entre el contenido de ácido butírico, amoníaco y la calidad de la fermentación del ensilaje (DLG, 2006) con los niveles de aminas. Cuanto peor es la calidad de la fermentación, mayor será el contenido total de aminas.

Durante la degradación de aminoácidos por microorganismos proteolíticos (clostridios), se producen, junto al butírico y el amoníaco, las aminas biógenas. Estas se forman mayoritariamente por la acción de los clostridios, aunque deben considerarse todas las vías metabólicas en su formación. Si se hace una correlación entre el contenido en aminas y distintos parámetros del fermentativo, se observa claramente que a más butírico, más acético, más etanol, más amoníaco y peor calidad de la fermentación, es decir, más niveles de aminas (tabla 4). ►►

SOLO CON ENTEC® APROVECHAS TODOS LOS NUTRIENTES

ENTE C®

MAYOR EFICIENCIA EN EL USO DE LOS NUTRIENTES

Garantía de suministro de nitrógeno y fósforo desde las fases iniciales y durante todo el ciclo

AHORRO DE APLICACIONES Y MAYOR FLEXIBILIDAD

Menos aplicaciones y fórmulas adaptadas a todos los momentos de aplicación

COMPATIBLE CON LA PROTECCIÓN DEL CLIMA Y DEL MEDIO AMBIENTE

Reducción de las pérdidas de nitratos por lavado y de las emisiones de gases de efecto invernadero



EuroChem Agro Iberia, S.L.
www.eurochemiberia.com

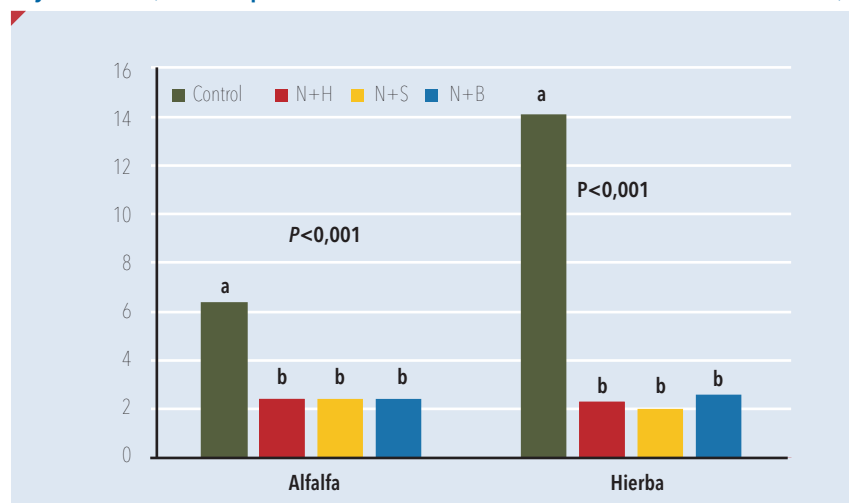


EUROCHEM

Tabla 4. Correlación entre contenido en aminos (g/kg MS) y parámetros del fermentativo (valores en % MS)

	Láctico	Acético	Butírico	Etanol	NH ₃ (%N)	pH	Calidad de fermentación
Aminas biógenas	-0,02	0,61	0,80	0,30	0,67	0,41	0,80
Valor P	n.s.	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

W. Richardt, 2011

Figura 3. Estudio sobre el efecto de aditivos de ensilaje a base de nitrito sódico (N) respecto a un control en el total de aminos biógenas (g/kg MS) en ensilados de alfalfa y de hierba (suma de putrescina, cadaverina, histamina, feniletilamina, tiramina)

Nadeau, 2016

CONTROL DE LA FORMACIÓN DE AMINAS MEDIANTE EL USO DE ADITIVOS DE ENSILAJE

El uso de aditivos de ensilaje que favorezcan la fermentación láctica y, sobre todo, que inhiban los clostridios y sus esporas es el mejor sistema de control de los niveles de aminos en el ensilado. Una vez formadas, ya no hay ningún tratamiento eficaz (son termoestables y muy resistentes) y, además de sus efectos negativos directos sobre la salud y producción de las vacas, pueden combinarse con otros compuestos nitrogenados y formarse nitrosaminas, que son potencialmente cancerígenas.

La recomendación es usar siempre un aditivo de ensilaje a las dosis adecuadas en función de la MS y la fermentabilidad del forraje para evitar la formación de aminos biógenas inhibiendo los clostridios proteolíticos. La mejor solución para eliminar clostridios sería combinar nitrito sódico (el único aditivo de ensilaje eficaz y registrado para eliminar clostridios y esporas según DLG), hexamina y benzoato sódico, que combinados potencian el efecto bactericida sobre enterobacterias y clostridios, además de favorecer la fermentación láctica y la bajada de pH.

En el desarrollo de las pruebas de E. Nadeau (*Efectos de distintos aditivos con nitrito sódico en las pérdidas de materia seca, la fermentación y la formación de aminos biógenas en silos de hierba y alfalfa*, 2016) se hicieron comparativas de distintas combinaciones de nitrito sódico con hexamina (N+H), nitrito sódico con sorbato de potasio y fórmico (N+S) y nitrito sódico con benzoato sódico (N+B), y se observó un efecto en la mejora de la fermentación y en la reducción de las aminos biógenas y también se observaron las correlaciones entre aminos, butírico y amoníaco (figuras 4 y 5). El estudio concluye que el nitrito sódico es efectivo para el control de los clostridios y para reducir los niveles de aminos biógenas en ensilados de hierbas o de alfalfa, y la combinación de nitrito sódico con hexamina (hexametenetetramina) puede también reemplazarse por una combinación de nitrito sódico con sorbato de potasio y formiato, ácido fórmico o benzoato sódico.

También se observó la misma correlación para los ensilados de alfalfa entre el aumento de aminos biógenas y el aumento de los niveles de ácido butírico en el silo (figura 6). »



Altre S.L.
C/ Tarbes nº10 entreplanta
22005 HUESCA
tlf: 974 231 664
www.altre.es
e-mail: ventas@altre.es

REPRESENTANTE EN ESPAÑA



NOVATEX

SIEMPRE CON EL MÁXIMO DE CALIDAD

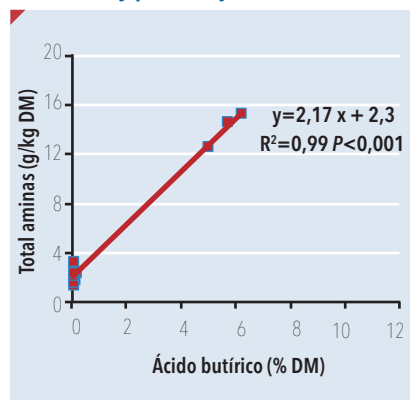
Todo lo necesario para el empacado y ensilaje (Cuerda, malla y estirable)

Además de hacer las analíticas nutricionales convencionales, es muy recomendable llevar a cabo algún tipo de analítica del fermentativo y valorar sobre todo los ácidos carboxílicos de la fermentación (láctico, acético y butírico), para, según los valores que se encuentren, realizar una analítica más específica de aminas biógenas y cuantificar su contenido total.

En una granja de vacuno de leche del norte de España con problemas productivos los niveles analizados de aminas biógenas (ver figura 3) fueron de 2,20 g/kg MS con los niveles más altos para la putrescina y la tiramina. Los problemas que tenían de mamitis, baja producción y bajo consumo se asocian claramente a las aminas, aunque los niveles están por debajo de los 5 g/kg MS de referencia, por lo que se puede considerar de nuevo que no solo hay que tener en cuenta el valor total de aminas sino el porcentaje de cada una de ellas y la sensibilidad de los animales para que los efectos sean más o menos importantes. Resulta interesante referenciar el nivel de ácido gamma-aminobutírico (4,03 g/kg MS), un aminoácido no proteico que suele clasificarse también como una amina y hay autores que lo suman a estas, de modo que se podría sumar al valor de aminas para tener un global de aminas + GABA, que en este caso sí es alto (6,23 g/kg MS).

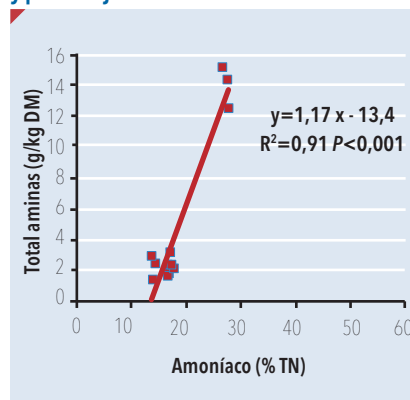
Adicionalmente se pueden establecer pautas de manejo para reducir el riesgo de actividad de clostridios (manejo de la materia seca, altura de corte, reducir contaminación por tierra, manejo del purín, picado, compactación, etc.) en el silo. Otro de los aspectos a considerar es la continuidad de efectos de los clostridios en la calidad de la leche y los derivados lácteos como el queso, donde un recuento alto de esporas butíricas puede provocar problemas tecnológicos y también sanitarios, ya que estos pueden producir aminas biógenas durante la fermentación y maduración de los quesos con los riesgos posteriores asociados a su consumo.

Figura 4. Correlación en silo de hierba entre aminas y porcentaje de ácido butírico



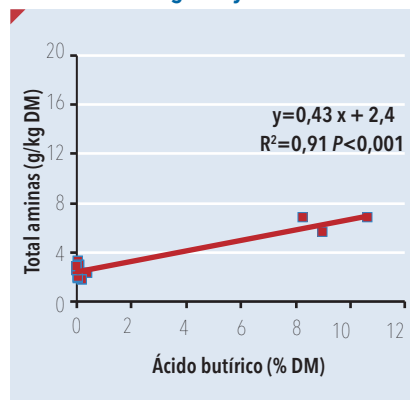
Nadeau, 2016

Figura 5. Correlación entre niveles de aminas y porcentaje de amoníaco en silo de hierba



Nadeau, 2016

Figura 6. Correlación en ensilado de alfalfa entre aminas biógenas y ácido butírico



Nadeau, 2016

► EN EL QUESO LAS AMINAS SE DEBEN A UN MAL ESTADO HIGIÉNICO Y A LA ACTIVIDAD NO DESEADA DE BACTERIAS DURANTE EL PROCESO DE MADURACIÓN

► EN ALIMENTACIÓN HUMANA LA UE YA HA ESTABLECIDO UNOS LÍMITES MÁXIMOS DE CONTENIDO EN LOS ALIMENTOS, QUE PARA LA HISTAMINA ES DE 100 MG/KG

AGRADECIMIENTOS

Se ha recopilado gran parte de la información del artículo a partir de documentación técnica del laboratorio LKS de Alemania y del técnico Wolfram Richardt. ■

BIBLIOGRAFÍA

DLG: List of approved silage additives 2020

E.Nadeau, K.Weiss, H.Auerbach: Effects of different sodium nitrite containing additives on dry matter losses, fermentation pattern and biogenic amine formation in lucerne and grass silage. Conf.Forage Conserv., Slovak Republic, 2016, pp 117-118

International Silage Summit, Leipzig

2012: The future of silage preservation

International Silage Summit, Leipzig

2016: Future challenges in modern silage production systems

Katrin Gerlach (2016): The impact of silage quality parameters on feed intake

Kriszan, S.J. y A.T.Randby (2006): The effect of fermentation quality on the voluntary feed intake of grass silage by growing cattle fed silage as the sole source. J.Anim. Sci. 85, 984-996

Richardt, W. (2012): Silage quality and animal health. Conference 12th November in Lichtenwalde

Van Os,M. (1994): The influence of ammonia and amines on grass silage intake and intake behaviour in dairy cows. Elsevier/INRA (1995) 44, 73-85

Tabla 5. Ejemplo de la analítica del fermentativo no LKS con valoración de aminas biógenas en silo de hierba

Resultados de la analítica	Unidad	Pienso	PB (g/kg MS)	Proteína verdadera (g/kg MS)
Materia seca	g	262	1000	280-350
Ceniza cruda	g	44	167	<100
Proteína cruda (PC)	g	28	109	130-180
Proteína cruda (PC) + NH ₃ + N*	g	40	154	
Fibra cruda	g	85	323	220-280
Extracto de etanol	g	7	28	25-40
Azúcar por debajo del límite de detección				50-120
HFT (prueba de producción de gas <i>in vitro</i>)	MI/200 mg	8,5	32,3	
Fibra neutro detergente (aNDFom)	g	131	499	
Fibra ácido detergente (ADFom)	g	84	319	
Aminas biógenas				
Putrescina	g	0,16	0,60	
Cadaverina	g	0,18	0,71	
Histamina	g	0,03	0,13	
Feniletilamina	g	0,01	0,06	
Triptamina	g	<0,07	<0,28	
Tiramina	g	0,19	0,71	
Total aminas biógenas	g	0,58	2,20	
Ácido gamma-aminobutírico	g	1,06	4,03	
Valor pH		6,6		4,2-4,8
Amoniaco	% de total N		27,8	
Proteína cruda pepsina-insoluble	% de CP		51,8	
Proteína soluble (SP)	% de CP		33,5	55-65
Resultados energéticos	Unidad	Pienso (kg)	Materia seca (kg)	Valor de referencia
Proteína cruda utilizable (uCP)	g	28	108	130-160
Balance de nitrógeno en el rumen (rNB)	g N	+1,9	+7,4	0 bis +4
Lactación energética neta (NEL)	MJ/kg	1,2	4,7	5,8 -6,8
Energía metabolizable (ME)	MJ/kg	2,1	8,1	9,5-11,5
Calidad de fermentación: no sirve para alimentar (5)				

Granja de vacuno de leche, España, octubre 2020

KOFASIL® MEJORA LA CALIDAD DEL ENSILAJE

Conservantes para ensilados de hierba



QUÍMICOS

KOFASIL® LÍQUIDO / KOFASIL® PLUS GRANULAR

Premezcla líquida, lista para usar, no corrosiva, para forrajes húmedos de alta a moderada dificultad de fermentación.

- Nitrito sódico (E 250) 245.000 mg/kg
- Hexametilenoetramina 164.000 mg/kg
- Esta combinación inhibe los microorganismos perjudiciales: clostridios, enterobacterias y listerinas.

BIOLÓGICOS

KOFASIL® LAC / KOFASIL® DUO

Preparado de inoculantes a base de bacterias lácticas para la mejora de la fermentación del silo.

- Lactobacillus plantarum DSM 3676
- Lactobacillus plantarum DSM 3677
- Lactobacillus buchneri DSM 13573