

NECESIDADES DE POTASIO (K⁺) EN LA ALIMENTACIÓN DE VACUNO DE LECHE Y SU EFECTO EN LA BIOHIDROGENACIÓN DE LAS GRASAS EN EL RUMEN Y EN EL AUMENTO DE LA GRASA EN LECHE

Las estimaciones habituales sobre las necesidades de potasio en nuestras vacas no tienen en cuenta las pérdidas por sudoración ni las asociadas al estrés calórico. En este artículo analizamos la importancia del mantenimiento de niveles adecuados de este mineral en las materias primas para la alimentación animal y su efecto en la producción de leche.

Alexandre Udina Director técnico de Adial alexudina@adial.es

El potasio es el tercer mineral más abundante en el cuerpo de una vaca después del calcio y del fósforo. Es un elemento fundamental en la composición de los músculos (la mayor concentración de potasio es en el músculo esquelético) y las células de la sangre, además regula la presión osmótica de los fluidos corporales y las transmisiones nerviosas; también participa en la síntesis de proteínas y en los procesos de fosforilación de la creatinina. A nivel celular, un 98 % del potasio se encuentra dentro de la célula y un 2 % fuera de esta, por lo que participa sobre todo en las funciones catiónicas dentro de ella. En contraste, el sodio es el principal electrolito en plasma y fluido extracelular.

Figura 1. Minerales en la leche (mg/100 ml)

Mineral	Mg/100 ml
Potasio	138
Calcio	125
Cloro	103
Fósforo	96
Sodio	58
Azufre	30
Magnesio	12

“EL POTASIO ES EL MINERAL MÁS ABUNDANTE EN LA LECHE DE LA VACA, POR LO QUE SUS NIVELES SERÁN LIMITANTES PARA SU PRODUCCIÓN”

Potasio, sodio y cloro son los tres mayores electrolitos del cuerpo que mantienen el balance catión-anión (DCAD) y la bomba de sodio:potasio es la encargada de la absorción de nutrientes y desechos metabólicos de la célula. La forma y turgidez de las células dependen de la concentración del sodio y potasio en combinación con los líquidos del citoplasma. Además, el potasio es el mineral más abundante en la leche de la vaca, por lo que sus niveles serán limitantes para su producción.

Las necesidades de potasio, un catión esencial que se incluye en todos los modelos de formulación para vacas de leche, han ido aumentando con los años, a la vez que ha ido incrementando la capacidad productiva de las vacas. Así, el NRC recogía una necesidad del 0,7 % de K en los años 60, del 0,9 % en los años 70, del 1 % en los años 80 y ya en los años 90 se aumentó al 1,2 %, pasando ahora a

niveles del 1,5 % de K. Para el cálculo de las necesidades de K, el modelo del NRC calcula las pérdidas endógenas de potasio; así, las pérdidas urinarias se calculan en función del peso corporal, las fecales en función de la ingesta y los requerimientos de la leche se calculan en 1,5 g de K por kg de leche. También se tiene en cuenta la biodisponibilidad del potasio del alimento (NRC estima un 90 % de absorción). Lo que no tienen en cuenta estas estimaciones son las pérdidas por sudoración ni las pérdidas asociadas al estrés calórico donde la vaca pierde más potasio. La capacidad de retención de potasio en el

Tabla 1. Necesidades de mantenimiento para K. Comparación de los modelos Agresearch y NRC para K usando seis escenarios

Modelo Agresearch	ESCENARIO					
	1	2	3	4	5	6
Peso corporal kg	650	680	680	600	650	650
Leche KG	40	40	30	30	30	50
DMI kg	20	20	20	20	24	24
[K] sin margen de seguridad	0,95	0,97	0,85	0,8	0,69	0,89
[K]	1,14	1,16	1,02	0,96	0,83	1,07
Orina, g/d	24,7	25,84	25,84	22,8	24,7	24,7
Heces, g/d	122	122	122	122	146,4	146,4
Leche, g/d	60	60	45	45	45	75
Total, g/d	206,7	207,84	192,84	189,8	216,1	246,1
Ratio de absorción	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
K mineral req. g/d	230	231	214	211	240	273
[K]	1,15	1,15	1,07	1,05	1,00	1,14

Agresearch MLF, 1995; NRC, 2001

cuerpo es muy baja en comparación con el sodio o con el cloro, de modo que el balance puede ser negativo si hay estrés calórico y, de hecho, se aconseja

Tabla 2. Estudio sobre balance mineral en vacas de leche

Vacas en lactancia temprana en invierno (valores en meq/día)								
Consumo	Alimento			Producción			Retención	
	Alimento	Agua	Total	Leche	Orina	Heces	Total	Aparente
Na	1.786	262	2.048	696	1.015	458	2.169	-122
K	3.219	0	3.219	1.746	1.796	611	4.153	-925*
Cl	2.620	484	3.104	1.252	1.056	625	2.933	171*

Temperatura promedio del día: 14,14 °C. HR: 89%; índice de calor: 68
Silanikove, N., 1997 JDS 80:949

No se consideran las pérdidas en sudor

Tabla 3. Riqueza de potasio en materias primas de alimentación animal

Riqueza en potasio %	
Harina de soja 44	2,2
Harina de girasol 28 %	1,35
Harina de colza	1,27
S.E. algodón	0,95
Cebada	0,4
Trigo	0,32
Maíz	0,29
Gluten feed	1,13
DDGS trigo	0,92

FEDNA

aumentar el nivel de potasio del 1,2 al 2 % en MS, se observaron unas mejoras productivas y el balance con el 1,2 % de K era cerca de cero (o algo negativo) y solo aumentando el porcentaje se entraba en un balance positivo a partir del 1,4 % K sobre materia seca de la ración. Estos estudios ya indicaban que los requerimientos del NRC del 2001 de 1,2 % K estaban subestimados y, por tanto,

calculan en función del peso corporal, las fecales en función de la ingesta y los requerimientos de la leche se calculan en 1,5 g de K por kg de leche. También se tiene en cuenta la biodisponibilidad del potasio del alimento (NRC estima un 90 % de absorción). Lo que no tienen en cuenta estas estimaciones son las pérdidas por sudoración ni las pérdidas asociadas al estrés calórico donde la vaca pierde más potasio. La capacidad de retención de potasio en el cuerpo es muy baja en comparación con el sodio o con el cloro, de modo que el balance puede ser negativo si hay estrés calórico y, de hecho, se aconseja aumentar en un 0,5 % el nivel de K en estas situaciones (hasta niveles del 1,8 al 2 %).

En un estudio del balance de minerales (miliequivalentes por día de K, Na y Cl) de Silanikove (1997) en invierno (sin estrés calórico) se observó el balance negativo de potasio por su alta tasa de excreción urinaria, fecal y vía leche en comparación al sodio y, sobre todo, al cloro que sí se retiene con facilidad. El balance negativo de potasio en este estudio solo se puede compensar aumentando la inclusión de potasio en la ración. En otro estudio posterior de White (2008) sobre el efecto de

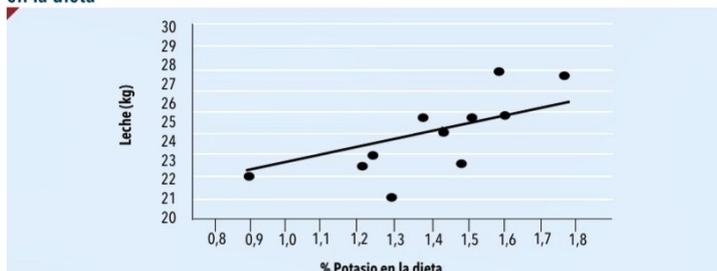
ya se debían aumentar los requerimientos en condiciones normales (sin estrés calórico).

Los niveles de potasio de la ración dependerán del tipo de materias primas y aditivos usados para su formulación y son muy variables en los forrajes; tanto ensilados como henos pueden tener una gran variabilidad según el tipo de fertilización; también en los cereales hay cierta variabilidad, pero suelen aceptarse los niveles de las tablas FEDNA como correctos.

CARBONATO DE POTASIO COMO SUPLEMENTO DE K EN LA RACIÓN

Otro aspecto importante es la fuente de potasio a suplementar y todos los estudios comparativos entre carbonato de potasio y cloruro de potasio llegan a la misma conclusión: solo el carbonato de potasio tiene un efecto positivo en la producción y la grasa en leche. Un estudio de 2012 en Progressive Dairyman (“Potassium source matters”, Elliot Block) comparaba un lote control con un lote suplementado con carbonato de potasio y otro con cloruro de potasio, y solo en el lote con carbonato había una biohidrogenación ruminal más completa que explicaba los resultados positivos en producción y grasa. La razón es que el cloro del cloruro de potasio afecta negativamente al balance DCAD y el efecto positivo de suplementar con potasio se ve neutralizado por el efecto negativo del cloro.

Tabla 4. Relación entre el porcentaje de la ración de potasio y la producción de leche en la dieta



J.W. West, 1992

Tabla 5. Efecto del uso de carbonato de potasio para aumentar el DCAD

El incremento de potasio favorece el consumo de materia seca y la producción de leche			
Parámetros	Control	Carbonato de potasio	Diferencia
DCAD	25	42	
Potasio en dieta, % MS	1,28	2,07	
Peso corporal, kg	669,10	674,10	
CMS, kg/d	26,18	26,82	0,64
Leche, kg/d	39,32	40,82	1,50
LCG, kg/d	41,62	44,32	2,70
LCG 3,5 % kg/d	42,19	46,10	3,91

J.Harrison, 2010

de suplementar con potasio se ve neutralizado por el efecto negativo del cloro.

El carbonato de potasio es la mejor fuente de potasio, aporta entre un 48 y un 52 % de K, mientras que el bicarbonato de potasio solo aportará un 30 % de K. El producto debe ser Feed Grade

“ LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE POTASIO EN EL CUERPO ES MUY BAJA EN COMPARACIÓN CON EL SODIO O CON EL CLORO, DE MODO QUE EL BALANCE PUEDE SER NEGATIVO SI HAY ESTRÉS CALÓRICO ”

y estabilizado para evitar que provoque reacciones térmicas. También es recomendable usar en su producción tecnología de membranas para que el producto esté libre de mercurio y de otros metales pesados.

Con 200 g/vaca/día de carbonato de potasio se está aumentando un 0,5 % el K de la ración (para un consumo de 20 kg MS/día), pero lo más importante es saber exactamente sus niveles de la ración mediante una analítica de la mezcla unifeed para analizar el porcentaje K ración y suplementar la dosis necesaria. La variabilidad del potasio en las materias primas, y sobre todo en los forrajes, hace

que sea necesario un control analítico de este. Normalmente no hay potasio en el agua, de modo que no debe hacerse ninguna corrección por este otro aporte nutricional, pero se puede reformular con materias primas con más potasio (melaza, alfalfa, soja...), para aumentarlo vía materias primas y reducir las necesidades del aporte suplementario de carbonato de potasio. En la situación actual de altos precios de la soja (2021), esta se ha sustituido por alternativas proteicas como la harina de colza o la de girasol, que suelen tener mucho menos potasio que la harina de soja, de modo que podemos estar con niveles de potasio limitantes al reducirla o sustituirla.

EFFECTO DEL POTASIO EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE

Al ser el mineral más abundante de la leche, ya nos indica que su incorporación a la ración será limitante en la producción de esta. Diversos estudios han correlacionado los niveles de potasio con la producción de leche y en todos ellos aparece una correlación positiva: a más potasio, más leche.

En otras pruebas donde se usó carbonato de potasio estabilizado para acrecentar el porcentaje de potasio en la ración, se observó un aumento de la ingesta de materia seca, de la producción de leche y también de la grasa en leche.

EFFECTO DEL POTASIO EN LA GRASA DE LA LECHE: LA BIOHIDROGENACIÓN RUMINAL

La depresión de la grasa en leche se produce cuando hay acidosis ruminal por el uso de carbohidratos altamente fermentables, por fibra insuficiente o por la presencia de ácidos grasos insaturados en rumen. En estas situaciones las bacterias ruminales pueden producir compuestos intermedios de la grasa que causan depresión de la grasa de la leche. Hay dos compuestos implicados en ello, que son Trans C18.1 y el Trans10Cis12 Cla, cuya formación se inhibe con el uso del carbonato de potasio.

Figura 2. Biohidrogenación grasa en rumen

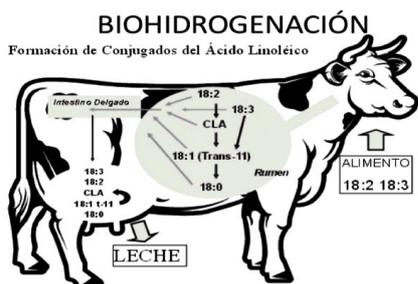
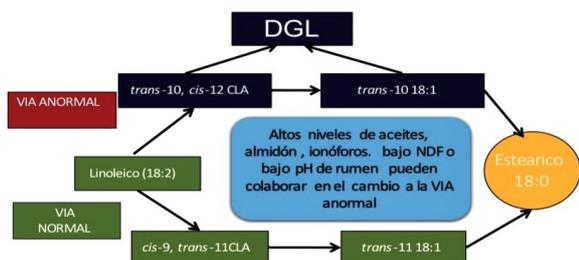


Figura 3. Biohidrogenación ruminal normal y alterada en el rumen en relación con la depresión de grasa en leche (DGL)



En distintas pruebas publicadas por la Universidad de Clemson, Carolina del Sur (Jenkins, T.) también se observan efectos positivos en los perfiles de AGV del rumen, con un aumento de la ratio acetato:propionato a medida que aumenta el % K ración. A más potasio, más acetato:propionato ratio. Este aumento del nivel de acetato también se correlaciona con el crecimiento de porcentaje de grasa en leche.

El uso de distintas grasas añadidas o de

materias primas como aceite de soja, semilla de algodón, DDGS, etc. también se estudió en otras pruebas en Clemson. Los perfiles de ácidos grasos indican si la biohidrogenación ha sido más completa o no y, al ir aumentando el nivel de potasio de la ración, se mejoraron estos perfiles, con un efecto positivo en la grasa en leche.

La suplementación con carbonato de potasio en la ración tiene un efecto en la biohidrogenación de las grasas ruminales, es decir, aumenta la biohidrogenación completa de los ácidos grasos poliinsaturados en rumen, se produce más esteárico (18:0) y más palmítico (16:0), y se reducen los intermediarios como los CLA (conjugados del ácido linoleico), que son los responsables de inhibir la formación de grasa en leche. Todos los estudios con suplementación de Este carbonato de potasio y se estimula y favorece la vía normal de hidrógenización de las grasas lo que aumenta

El crecimiento de las bacterias ruminales implicadas en esta vía Otro de los efectos positivos del potasio es el aumento del pH ruminal; el carbonato de potasio solubiliza muy rápido en rumen, de modo que actúa también de tampón ruminal, y,

por tanto, se puede considerar un buffer nutricional, que es la recomendación actual en el manejo de sustancias tampones, que, a la vez, tengan un efecto nutricional. Otro buffer nutricional serían las algas marinas calizas *Lithothamne Calcareum* (Acid Buf), que aportan calcio y magnesio, y justamente este aporte de magnesio es necesario cuando se usan niveles altos de potasio, ya que un incremento de este puede perjudicar la absorción de magnesio.

La recomendación es mantener la relación 4:1 entre K y Mg, de modo que, si se trabajan niveles del potasio del 1,8 %, hay que subir el magnesio al 0,45 %, considerando siempre la solubilidad de este, ya que la

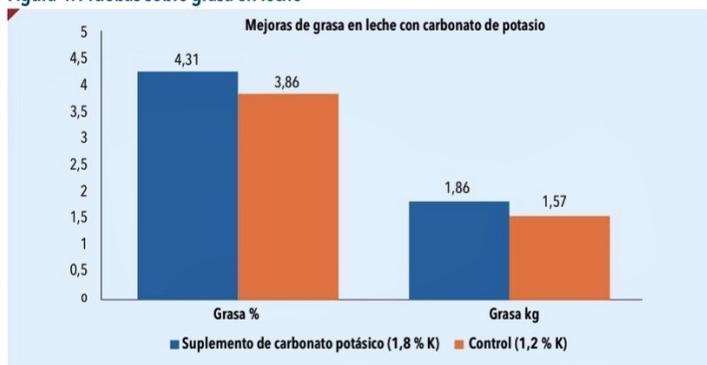
relación 4:1 es para minerales biodisponibles si no hay que corregir sus inclusiones. Con esta consideración, la suplementación de carbonato de potasio combinada con el uso de Acid Buf es una forma segura de elevar el K y de mantener los niveles de magnesio metabólicos.

El efecto del carbonato de potasio en elevar la grasa en leche, tanto en porcentaje como en cantidad total (kg grasa), se ha recogido en múltiples pruebas publicadas. Como ejemplo, hay un crecimiento medio entre el 0,4 % y el 0,6 % en

Tabla 6. Suplementación con carbonato de potasio y efecto en los conjugados de la grasa

Item	Control	+ carbonato de potasio	SE	P > F
c16:1	1,47	1,32	0,05	0,03
c18:0	12,6	14,2	0,48	0,02
t6,18 c18:1	0,36	0,31	0,02	0,03
t9 c18:1	0,29	0,26	0,01	0,07
t10 c18:1	0,68	0,4	0,09	0,03
t11 c18:1	1,43	1,05	0,17	0,11
t12 c18:1	0,61	0,55	0,03	0,09
c9,t11 CLA	0,44	0,34	0,03	0,03

Figura 4. Pruebas sobre grasa en leche



Dairy Research Summary A&H, 2010

los niveles de grasa cuando se aumenta el nivel de potasio del 1,3 % al 1,8 % (media de distintas pruebas).

“EN SITUACIONES DE ESTRÉS CALÓRICO ESTOS NIVELES DE K DEBEN AUMENTARSE AL 1,8 O 2 % POR EL CRECIMIENTO DE LAS PÉRDIDAS DE POTASIO POR MÁS SALIVACIÓN, MÁS PÉRDIDAS DE ORINA Y MÁS SUDORACIÓN”

CONCLUSIONES

Las necesidades de potasio han ido incrementándose por las mejoras productivas de las vacas de leche y las recomendaciones están en torno al 1,4 y el 1,5 % K sobre MS en vacas de alta producción. En situaciones de estrés calórico estos niveles de K deben aumentarse al 1,8 o 2 % por el crecimiento de las pérdidas de potasio por más salivación, más pérdidas de orina y más sudoración.

La forma más práctica y efectiva de suplementar con potasio la ración es con carbonato de potasio Feed Grade, habiendo analizado previamente la mezcla unifeed y los forrajes, para determinar el nivel de potasio de la ración y calcular la suplementación necesaria.

El potasio es limitante en la producción de leche y su suplementación incrementa la producción; además, otro de sus efectos positivos es la subida de la grasa en leche por su acción en la biohidrogenación ruminal.

BIBLIOGRAFÍA

Fuente.

https://vacapinta.com/media/files/fichero/vp025_estresporcalor_udinapotasio_cast.pdf

Clic Fuente



MÁS ARTÍCULOS