

## EL BICARBONATO SÓDICO COMO ADITIVO INSUSTITUIBLE EN DIETAS DE ALTA PRODUCCIÓN

El bicarbonato sódico es hoy, probablemente, el aditivo alimentario más popular en la alimentación de rumiantes, más aún después de la prohibición de los ionóforos y en el contexto de las restricciones legislativas de la Unión Europea.

David Fito (1), Joaquim Baucells (1,2)

(1) Veterinario Centre Veterinari Tona S.L.

(2) Profesor Asociado U.A. Barcelona. Facultat Veterinaria Bellaterra

Imágenes archivo

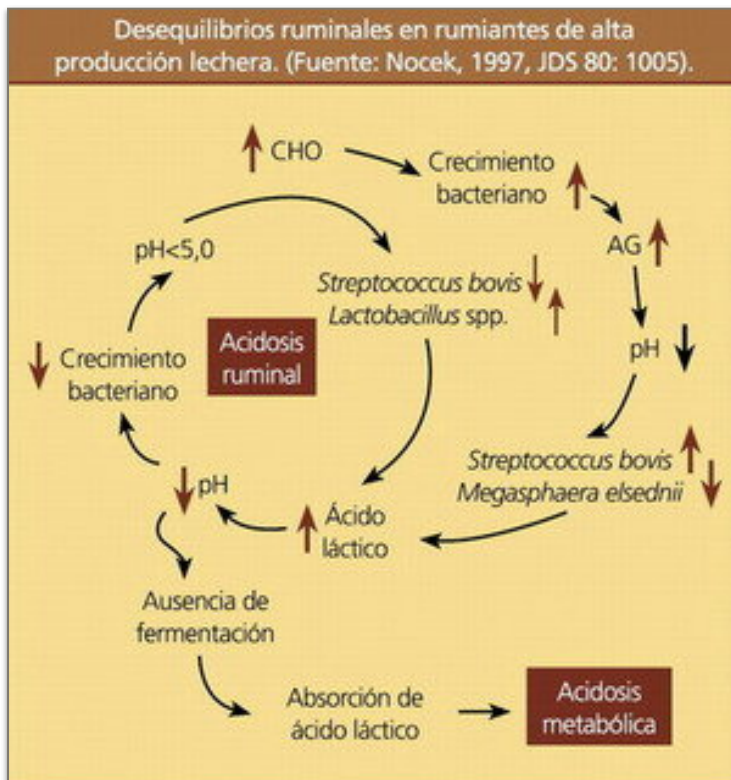
Los aditivos alimentarios son ingredientes habitualmente disponibles para técnicos y productores que se incorporan en las raciones de rumiantes. Sus utilidades son amplias, múltiples y generalmente son herramientas útiles en el contexto técnico y económico de las explotaciones, aunque no siempre responden a un rol nutritivo único y específico.

La inclusión en la dieta de los rumiantes de los distintos aditivos suele ser en cantidades pequeñas, aunque su utilización repercute en un 3-15% de los costes de alimentación.

Los aditivos no siempre se utilizan por razones estrictamente productivas, ni existe necesariamente una relación directa entre el precio del producto y su respuesta (tabla 1).

Entre los objetivos de los principales aditivos utilizados en la alimentación de rumiantes, predominan los que promueven la optimización del funcionamiento ruminal en los más variados regímenes alimentarios.

Ante la propuesta de la incorporación de un aditivo a una ración habría que formularse varias preguntas previas de obligada reflexión y cuantificación antes de tomar una decisión:



- ¿Qué me da?
- ¿Cuánto me cuesta?
- ¿Cuál es el resultado?

### Diets de alta producción

Las dietas para rumiantes de alta producción se caracterizan por tener unos niveles altos de nutrientes que maximizan la producción lechera. Para cubrir los altos requerimientos de nutrientes necesarios para la alta producción, atendiendo a unos consumos limitados debidos a la propia capacidad de ingestión de los animales, se incorporan altos niveles de

concentrados a costa de la reducción de los ingredientes de la dieta de menor calidad, en general los forrajes, que son los ingredientes más fibrosos y los idóneos para el buen funcionamiento ruminal. En muchas ocasiones, el necesario equilibrio de fibra en la ración final se puede ver comprometido por niveles límite en la relación forraje/concentrado o por la insuficiente proporción de partículas de tamaño grande.

Tabla 1. Coste de los Ingredientes que componen la ración y de los aditivos más frecuentemente utilizados.				
Ingrediente	€/1.000 kg	kg/día	€/día	%
Silo de maíz	40	18	0,72	11%
Alfalfa	220	4	0,88	14%
Concentrados	300	14	4,20	66%
Correctores (vitamínicos y minerales)	900	0,2	0,18	3%
Aditivos	926	0,4	0,38	6%
Total	-	-	6,364	100%
Bicarbonato	210	0,200	0,042	-
Niacina	6.000	0,009	0,054	-
Metionitato de cinc	4.800	0,005	0,024	-
Levaduras	48.000	0,0005	0,024	-
Propilenglicol	1.200	0,20	0,240	-

Tabla 2. Recomendaciones del Nacional Research Council, 2001 (NRC, 2001) de fibra y carbohidratos no fibrosos en dietas de vacas en lactación.			
Mínimo % sobre MS		Máximo % sobre MS	
FND-f	FND	FAD	CNF
19	25	17	44
18	27	18	42
17	29	19	40
16	31	20	38
15	33	21	36

FND-f: Fibra neutro detergente procedente de forrales. FND: Fibra neutro detergente. FAD: Fibra ácido detergente. CNF: Carbohidratos no fibrosos.

No sólo es necesario respetar unos niveles de fibra en la ración (FAD, FND y FNDf) que permitan optimizar el funcionamiento ruminal (tabla 2), también es necesario aportar un nivel suficiente de partículas con un tamaño superior a 19 milímetros, precisamente para asegurar la correcta estratificación de la comida en el rumen y favorecer la rumia.

Los ingredientes fibrosos primordiales en las dietas de rumiantes son los forrajes (ensilados, henos, etc.), mientras que los concentrados (cereales, leguminosas y subproductos) son los principales suministradores de energía y proteína. Además de condicionar el perfil del microbismo ruminal y de la producción de ácidos grasos volátiles (AGV), los concentrados tienen una menor capacidad de amortiguar los cambios de pH (tamponar) que los forrajes.

Estas dos condicionantes favorecen que las dietas actuales, con una muy significativa proporción de concentrados, presenten un escaso margen de maniobra para un óptimo funcionamiento de la fisiología y el metabolismo del rumiante, con una relativa baja

tolerancia y riesgo ante posibles incorrecciones en alguna parte de la cadena de alimentación (formulación, calidades de forrajes o concentrados, así como fundamentalmente en el manejo del carro mezclador y el pesebre).

### **El funcionamiento ruminal**

El rumen es una cámara de fermentación de más de 150 litros de capacidad, con una temperatura de 37 a 40 °C, un pH entre 5,5–7 y con un movimiento constante de su contenido (3 veces cada 100-120 segundos). Sus componentes más importantes son el agua y los nutrientes ingeridos a partir del alimento. Estas condiciones hacen del rumen un medio óptimo para más de 85 especies de microorganismos que habitan en él y que se encargan de degradar y fermentar los alimentos que llegan a través del esófago. En total se cree que hay entre 15-50x10<sup>9</sup> bacterias/ml y 1-2x10<sup>6</sup> protozoos/ml.

Una vez en el rumen comienza la digestión del alimento, éste se separa y se estratifica según su tamaño y peso específico, de tal forma que las partículas más pequeñas tienden a bajar mientras que las mayores y con menor peso (partículas fibrosas) flotan en la parte superior.

Las partículas del tercio inferior del rumen, ya aptas para su mayor aprovechamiento en el intestino, son evacuadas a través del orificio retículo omasal, iniciando su camino hacia otras cavidades del estómago y el intestino del rumiante. Por contra, las partículas fibrosas del tercio superior del rumen serán regurgitadas hacia la cavidad oral para volver a masticarse (rumia) y reducir su tamaño, entrando nuevamente al rumen para repetir el ciclo hasta ser absorbidas en el intestino.

La rumia es esencial para el funcionamiento ruminal, para conseguir un menor tamaño de partícula y para producir y agregar saliva. Dicha actividad, en condiciones óptimas, ocupa un 40% de la jornada.

La flora ruminal se adaptará a las proporciones de nutrientes existentes en el medio. Las modificaciones en la flora y los componentes de la dieta provocarán cambios en el pH del rumen, y a su vez el pH del rumen condicionará el tipo de flora ruminal.

A pH inferiores (más ácidos), la presencia de bacterias celulolíticas se reduce mientras que se favorece el crecimiento de bacterias amilolíticas, que como consecuencia de su actividad reducen aún más el pH.

Pero existen equilibrios en la flora ruminal más eficientes que otros para la mayor producción de leche. Por eso es fundamental aportar raciones adecuadas y conseguir mayor estabilidad ruminal durante el mayor tiempo posible. Con la formulación de raciones se equilibran las cantidades de forrajes y concentrados para cubrir las necesidades de las vacas según su estado productivo y asegurar un óptimo funcionamiento ruminal, a mínimo coste. Para optimizar los costes alimentarios y el resultado productivo, es más rentable intensificar la producción basándose en el incremento de la densidad de la ración.

Un menor nivel de fibra reduce la sensación de saciedad del rumiante, lo que también mejora la ingesta y, por tanto, el aporte diario de nutrientes. No obstante, esto provocará una menor necesidad de rumiar y una menor producción de saliva, tampón natural muy necesario en las dietas con poca fibra.

## Riesgos de las dietas de alta producción

La figura resume los riesgos relacionados con los desequilibrios ruminales en alimentación de rumiantes de alta producción lechera. El aumento de carbohidratos no fibrosos (CHO) modifica la población microbiana a favor de bacterias amilolíticas. Al modificar el pH del medio se favorece el crecimiento de más microorganismos acidogénicos y se destruye parte de la flora celulolítica, lo que acidifica todavía más el contenido ruminal. La situación se agrava hasta alterar el proceso digestivo del rumiante, empezando así los signos clínicos de la acidosis.

Los principales signos de la acidosis ruminal son la ingestión irregular, la búsqueda impulsiva y selectiva de forrajes bastos y fibrosos, la reducción de la condición corporal, cojeras, heces líquidas, bajos niveles de grasa en leche, tendencia a subir los niveles de proteína en leche, etc. Además, la acidosis clínica o subclínica predispone mucho a tener otras patologías por el desequilibrio metabólico que puede provocar.

Tabla 3. Cantidad de saliva producida según la cantidad y calidad del forraje ingerido e ingestión de bicarbonato. (Fuente: Erdman, 1998).

% Forraje/ Total MS	Tiempo total de rumia prev. (min)	Estimación cantidad de saliva (litros/día)	Ingestión de bicarbonato en la saliva (g/día)
70% MS	768	292	3.066
50% MS	676	284	2.982
30% MS	594	276	2.898

Tabla 4. Capacidad amortiguadora natural de algunos ingredientes utilizados en dietas para rumiantes. Colegio de Posgraduados. Montecillo. Estado de México, México. 2004. (Fuente: Montañez Valdes, 2006).

Ingredientes	Presente estudio		Jasaitis et al., 1987		Peña et al., 2001	
	CA <sup>1</sup>	pHi <sup>2</sup>	CA	pHi	CA	pHi
		Energéticos				
Avena ( <i>Avena sativa</i> )	33,0	6,83	63,00	5,25	21,97	-
Cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> )	25,23	6,47	34,00	5,73	-	-
Maíz ( <i>Zea mays</i> )	16,59	6,51	39,00	5,05	31,22	-
Sorgo ( <i>Sorghum vulgare</i> )	16,60	7,14	27,00	6,40	17,39	-
Trigo ( <i>Triticum vulgare</i> )	23,30	7,12	19,00	6,32	19,43	-
Salvado de trigo	46,57	6,90	89,00	6,23	40,58	-
Melaza	84,12	5,98	-	-	86,58	-
		Forrajes				
Alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> )	134,00	6,49	124,00	6,28	170,60	-
Ovillo ( <i>Dactylis glomerata</i> )	-	-	99,00	5,77	-	-
Paja de avena	49,10	8,24	-	-	55,26	-
Rastrojo de maíz	54,34	7,64	-	-	35,20	-
		Altos en proteína				
Harina de carne	181,24	6,24	231,00	6,76	98,63	-
Harina de pescado	116,47	5,45	390,00	5,97	48,01	-
Harina de sangre	106,31	6,35	-	-	23,76	-
Pasta de soja ( <i>Glycine max</i> )	110,30	7,02	130,00	6,65	84,91	-
Pasta de coco ( <i>Cocos mucifera</i> )	-	-	-	-	80,21	-
Urea	-	-	3,00	5,85	12,25	-
		Fermentados				
Gluten de maíz	16,50	6,47	0,00	4,05	-	-
Ensilado de maíz	86,70	5,82	0,00	3,94	97,40	-
Bicarbonato de sodio	2.005,52	8,90	1.521,00	8,11	1.960,52	-

(1) CA: Capacidad amortiguadora en meq $\times 10^{-3}$ ,

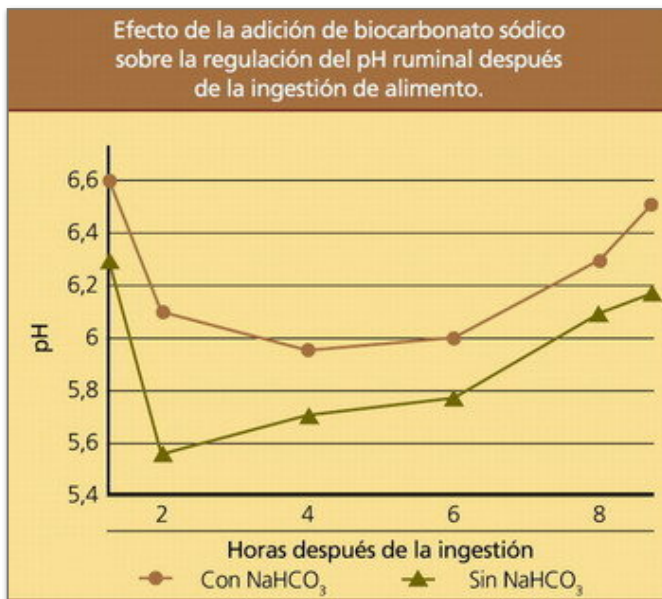
(2) (2) pHi: pH inicial de la muestra original.

Para disminuir el riesgo de pH ruminales inadecuados las medidas más importantes que debemos considerar son:

- Respetar los niveles de fibra recomendados (ver figura de equilibrios fibra-CHO).
- Conseguir unas características físicas correctas de la ración administrada.
- Utilizar un buffer adecuado.

Con estas sencillas medidas se pretende asegurar un funcionamiento ruminal equilibrado y un estímulo suficiente de la rumia para asegurar una correcta producción de saliva.

## La saliva



Una vaca adulta produce de 108 a 308 litros de saliva al día (de 10 a 32 litros por kg de materia seca ingerida). Aporta agua, enzimas, nutrientes, iones y bicarbonato al rumen. La cantidad de bicarbonato en la saliva es cercana al 1%.

La cantidad producida de saliva depende principalmente de la cantidad y calidad del forraje que ingiere la vaca (tabla 3).

Esta cantidad diaria de saliva también es un factor determinante en la composición y el pH del líquido ruminal. Y la cantidad de saliva producida es directamente proporcional al nivel de fibra que compone la dieta.

La influencia de la cantidad de saliva sobre el pH ruminal se debe principalmente a su contenido en bicarbonato sódico, ya que por sus propiedades químicas éste tiene un poder tamponante alto, muy superior al de los concentrados y forrajes que ingieren los rumiantes en sus dietas (tabla 4).

Por esta razón aconsejamos siempre la suplementación de las dietas de rumiantes en producción con bicarbonato sódico con el fin de asegurar un mínimo aporte de una sustancia tampón de reconocida eficacia, que actuará muy favorablemente en las variaciones de pH ruminales y evitará la patología asociada a aumentos o reducciones del pH del líquido ruminal.

Tabla 5. Costes y retornos de diferentes aditivos para ganado vacuno lechero. (Fuente: Adaptado de Michael Hutjens -Economics of feed additives- State Dairy Cattle Nutrition Workshop, 2003).

Aditivo	Precio (€/t)	Dosis g/día	Costo diario (cent €/vaca/día)	Retorno
Sales aniónicas	-	-	80	10:1
Propionato cálcico	1.502	225	34	2:1 a 3:1
Beta caroteno	66.667	0,3	20	-
Enzimas	-	-	20	2:1
Niacina	1.000	12	12	6:1
Biotina	100.000	0,1	10	4:1
Probióticos	-	-	10	-
Bentonita	220	400	9	-
Metionina HA	2.300	30	7	2:1
Aceites esenciales	5.000	1	5	7:1
Levaduras	-	-	5	4:1
Bicarbonato sódico	210	200	4	4:1 a 12:1
Extracto de yuca	820	5	4	-
<i>Aspergillus oryzae</i>	1.000	3	3	6:1
Metionato de cinc	333	9	3	14:1
Monensina	3.250	0,4	1,3	5:1
Inoculantes de ensilado	-	-	1	3:1 a 4:1
Óxido de magnesio	200	45	0,9	-
Colina protegida	-	30	-	2:1

## Buffers o tampones ruminales

Los aditivos tamponantes actúan neutralizando las variaciones del pH en el rumen. Tienen limitaciones de incorporación para no interferir en la palatabilidad, pero su inclusión mejora la digestibilidad de los alimentos. Existen muchas sustancias tamponantes y la

decisión de cuál utilizar depende del coste de utilización y del beneficio que retorne. El bicarbonato sódico es el aditivo más estudiado con el objetivo de tamponar el rumen, y su utilización está generalizada en la mayoría de explotaciones lecheras. Su bajo coste (1-5 céntimos de E/vaca/día) y su alto retorno observado (entre 1:4 y 1:12, según el estudio) lo hacen un aditivo incuestionable para dietas de alta producción (tabla 5).

La adición de bicarbonato sódico tiene un efecto claro sobre la regulación del pH ruminal después de la ingestión de alimento (gráfica).

Aunque el bicarbonato sódico se puede administrar de muchas formas (ad libitum, en bloques para lamer, en el pienso, etc.), la forma más eficiente y segura es la inclusión continuada a un 1% en las raciones completas que aseguran la ingestión adecuada para el conjunto de los animales en producción de la explotación.

**Fuente.**

**<http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/5496/articulos-nutricin-archivo/el-bicarbonato-sdico-como-aditivo-insustituible-en-dietas-de-alta-produccion.html>**