

Influencia de la Betaína

en el Intestino de Lechones al Destete

DVM LIEN VANDE MAELE | MVZ. HECTOR NAVARRO GONZÁLEZ
Orffa International.

La betaína es un compuesto de ocurrencia natural, y ampliamente distribuido en los animales y las plantas. Como aditivo en los alimentos, está disponible de manera anhidra o como clorhidrato de betaína y puede ser adicionado a la dieta de los animales para diversos fines. En primer lugar, por la forma tan eficiente de donar grupos metilo por parte de la betaína, y que tiene como sede principal al hígado. Gracias a la transferencia de grupos metilo lábiles, es posible la síntesis de diversos compuestos como la metionina, la carnitina y la creatina. De esta forma, la

betaína influye en el metabolismo de la proteína, de los lípidos y de la energía metabolizable, y por consecuencia resulta benéfica para manipular la composición de la canal.

En segundo lugar, el propósito de agregar betaína en el alimento puede relacionarse a ser ésta un osmolito orgánico protector. En esta función, la betaína ayuda a las células de todo el organismo a mantener el balance hídrico y la actividad celular, especialmente durante el estrés por calor. Un buen ejemplo de ello es el impacto positivo de la betaína en los animales estresados por calor. En cerdos se describen diversos efectos benéficos y en este artículo se destacará el rol de la betaína en apoyo a la salud intestinal de los lechones al destete.

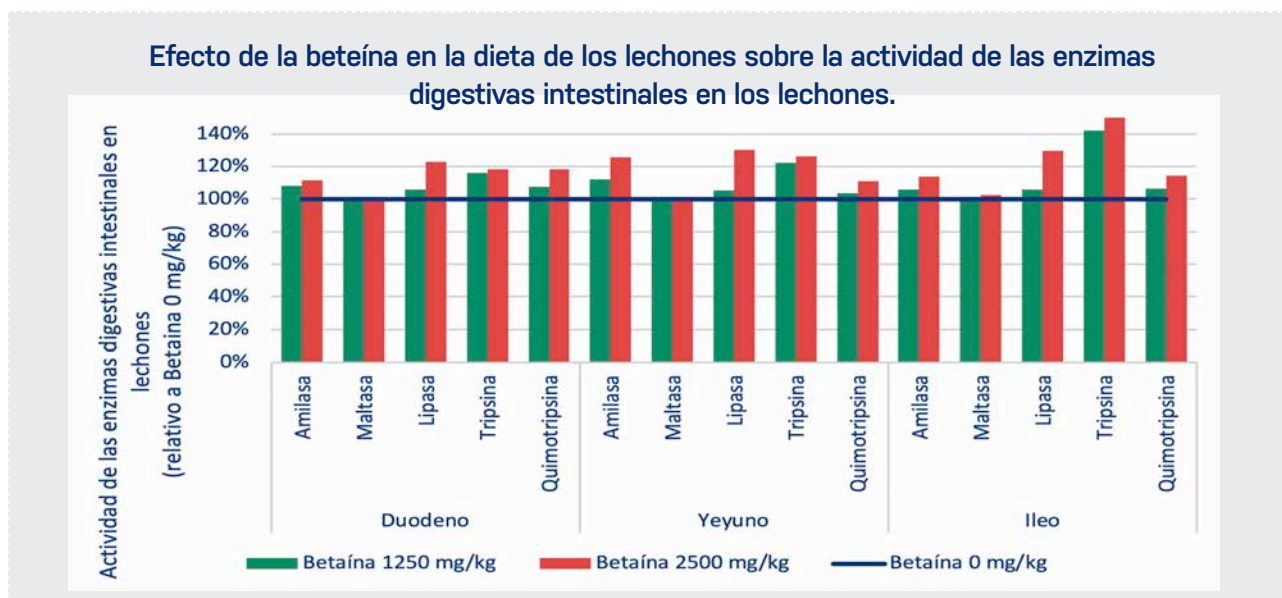


INCREMENTO EN DIGESTIBILIDAD

Diversos estudios con betaína reportan su influencia sobre digestibilidad tanto ileal como en todo el tracto digestivo de los cerdos. La continua observación de un incremento en la digestibilidad ileal de la fibra (ya sea cruda o ácido neutro detergente), sugiere que estimula la fermentación bacteriana en el intestino delgado, ya que las células intestinales no producen enzimas para degradar la fibra. La fracción de fibra de las plantas contiene nutrientes, los cuales pueden

ser liberados durante la fermentación microbiana de la fibra. Por consecuencia, se observa también una mejora en la digestión de la materia seca, y en la digestibilidad de la ceniza cruda. En el total del tracto, se observa una mejora en la digestibilidad de la proteína cruda (+6.4%) y de la materia seca (+4.2%) en lechones suplementados con 800 mg betaína/kg dieta. En otro estudio diferente se mostró una mejora en la digestibilidad aparente total de la proteína cruda (+3.7%) y del extracto etéreo (+6.7%), al suplementarla en 1250 mg/kg de alimento.

Figura 1. Actividad de enzimas digestivas intestinales en lechones suplementados con betaína a 0 mg/kg, 1250 mg/kg o 2500 mg/kg de dieta.



PRODUCCIÓN DE ENZIMAS

Una manera factible de observar una mejora en la digestibilidad de los nutrientes, es la influencia de la betaína sobre la producción enzimática. En un estudio reciente *in vivo*, relacionado al efecto de suplementar betaína en lechones al destete, la actividad de las enzimas digestivas como amilasa, maltasa, lipasa, tripsina y quimotripsina (Figura 1). Todas las enzimas, excepto por la maltasa, mostraron un incremento en la actividad, siendo el efecto más marcado al incluir 2500 mg betaína/kg de alimento, que cuando se incluyó tan solo en 1250 mg/kg. Un aumento de actividad puede ser el resultado de una producción enzimática más alta, pero también de mejora en la capacidad catalítica de las enzimas. En una prueba *in vitro*, se demostró que con la adición

de NaCl para crear hiperosmolaridad, tanto la actividad de la tripsina como la de la amilasa, se inhibe. La inclusión de diferentes niveles de betaína en la prueba restablecieron el efecto inhibitorio del NaCl incrementándose la actividad enzimática. Sin embargo, cuando no se adicionó NaCl a la solución buffer, la betaína no influyó sobre la actividad enzimática en una concentración baja, pero sí mostró un efecto inhibitorio a una concentración relativamente alta.

REDUCCIÓN EN LA DEMANDA DE ENERGÍA DE MANTENIMIENTO

No solo un incremento en la digestibilidad puede explicar la mejora en la tasa de crecimiento y de conversión en los cerdos suplementados con betaína en la dieta. La incorporación de ésta conduce a una

reducción en la demanda de energía de mantenimiento en los animales. Una hipótesis de esta observación es la reducción en la necesidad de bombear iones a nivel intestinal, proceso altamente demandante en energía, y donde la betaína juega un rol en la conservación de la osmolaridad intracelular. Bajo condiciones donde la ingesta de energía es limitada, es de esperarse ver efectos más pronunciados con su suplementación, al dispensar energía en pos del crecimiento y no para su gasto en mantenimiento.

ESTRUCTURA INTestinal

La capa de células epiteliales necesita lidiar con condiciones variables de osmolaridad generadas en el contenido luminal durante la digestión de los nutrientes. Entre tanto, estos enterocitos necesitan controlar el intercambio de agua y de los diferentes nutrientes entre el lumen intestinal y el plasma sanguíneo. Para proteger las células contra estas condiciones cambiantes, la betaína resulta ser un excelente osmolito orgánico. Cuando observamos las concentraciones de betaína en los diferentes tejidos, es en el tejido intestinal donde se registran las mayores concentraciones. Además, esta concentración puede ser manipulada mediante diferentes niveles dietéticos de la betaína. Las células bien balanceadas tendrán una actividad de proliferación mejor y mayor resiliencia. En este mismo tenor, los investigadores encontraron que incrementar los niveles de betaína en

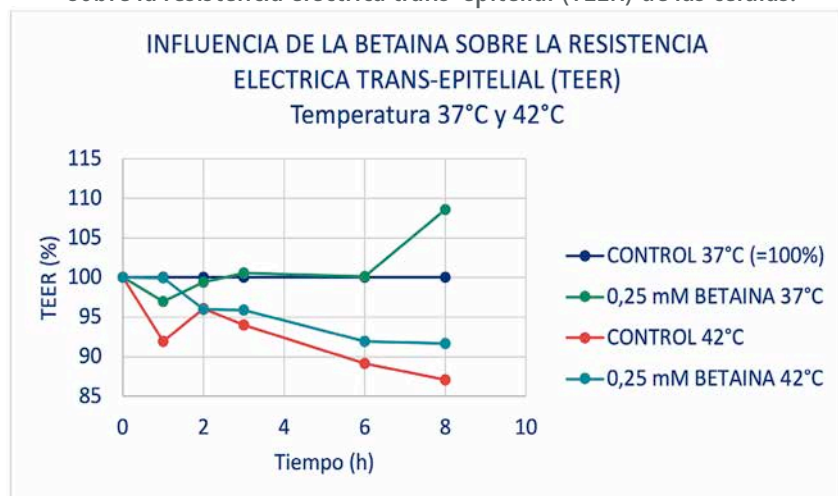
las dietas de lechones incrementaba la altura de las microvellosidades y la profundidad de las criptas, siendo éstas, además más uniformes. En otro estudio, se observó un incremento en la altura de las microvellosidades del duodeno, yeyuno e íleo, sin influencia en la profundidad de las criptas. Los efectos protectores de la betaína en la estructura intestinal, pueden ser más importantes bajo retos específicos (osmóticos), como lo que se observa en el pollo con coccidiosis.

Efecto de Barrera Intestinal

La barrera intestinal consiste de células epiteliales, unidas entre sí por uniones proteicas fuertes. La integridad de esta barrera es fundamental para prevenir la entrada de sustancias nocivas y de bacterias patógenas causantes de inflamación. En cerdos se reporta un efecto negativo en la barrera intestinal como resultado de la contaminación de alimento con micotoxinas, o bien uno otro, por efecto del estrés por calor. Para medir la influencia sobre la barrera intestinal, frecuentemente se utilizan pruebas celulares *in vitro* que miden la resistencia eléctrica trans-epitelial (TEER). Con la inclusión de la betaína, se observó una mejoría en el TEER en múltiples pruebas experimentales *in vitro*. Cuando las células se exponen a altas temperaturas (42°C), se registra un decremento en el TEER (Figura 2). Con la adición de betaína en el medio de crecimiento de las células expuestas al calor, se contrarresta el decremento en el TEER, indicando con esto una mejoría en la resistencia al calor.

Adicionalmente, otra investigación *in vivo* hecha en lechones, midió un incremento en la expresión de las proteínas de unión fuertes (occludin, claudin1 y zonula occludens-1), en el tejido yeyunal de los animales que recibieron dietas conteniendo de 1250 mg de betaína/kg de alimento, comparado con el grupo control. De igual forma, el nivel del marcador de daño en mucosa intestinal como "actividad plasmática de la diamino-oxidasasa" fue significativamente menor en estos cerdos, indicando con ello que la barrera intestinal fue más fuerte.

Figura 2. Efecto *In vitro* de temperatura alta y el uso de betaína, sobre la resistencia eléctrica trans-epitelial (TEER) de las células.



Adicionalmente, la betaína en dietas de cerdos en crecimiento y finalización, registra un incremento en la fuerza expresada en tensiles, del tracto al sacrificio.

EFFECTOS ANTIOXIDANTES:

Recientemente algunos estudios asocian a la betaína con el sistema antioxidante y con ello describen una reducción en la presencia de radicales libres, con más bajos niveles de malondialdehído (MDA) y con una mejora en la actividad de la glutatión peroxidasa (GSH-Px). Un estudio reciente en lechones mostró un incremento en la actividad de la glutatión peroxidasa GSH-Px en el yeyuno, mientras que la actividad de la MDA no fue influenciada por el efecto de incluir betaína en la dieta.

MICROBIOTA

La betaína no solo actúa como osmoprotector en los animales. Muchas bacterias pueden acumular betaína mediante la síntesis de novo o mediante su transporte al interior desde el ambiente. Existen diferentes indicadores de que la betaína puede tener un efecto positivo sobre la población bacteriana del tracto gastrointestinal de cerdos destetados. El número total de bacterias ileales, y específicamente el número de bifidobacteria y de lactobacilli, se incrementa. Por otro lado, se reporta un número menor de enterobacteria en las heces.

DESCENSO EN LA TASA DE DIARREAS

Un último efecto que se observa de la betaína en el tracto intestinal de los lechones es en salud, ya que es concomitante a una menor tasa de diarreas. Este efecto puede ser dosis dependiente. Una suplementación con 2500 mg/kg de alimento de betaína fue más efectivo que otro con tan solo 1250 mg/kg, para reducir la tasa de diarreas. Sin embargo, el comportamiento productivo de los lechones fue similar en ambos niveles de suplementación. Otros investigadores ya han mostrado una menor incidencia de diarreas y de morbilidad cuando se suplementa en 800 mg/kg de alimento.

EL CLORHIDRATO DE BETAÍNA (HCL) COMO ACIDIFICANTE

Es un ingrediente interesante, para con esto evitar cualquier duda respecto al potencial acidificante de

la betaína HCL, como fuente de betaína. En medicina humana, los suplementos de betaína HCL están disponibles muy a menudo en combinación con pepsina, para ayuda a personas con problemas estomacales y digestivos. La Betaína HCL es en ese caso una fuente segura de ácido clorhídrico. Aunque no existe información disponible acerca de esa propiedad, al ser incluida en dietas de lechones, podría ésta ser de gran utilidad. Por ejemplo, para los cerditos jóvenes se sabe que el pH gástrico puede ser relativamente alto ($\text{pH} > 4$), impidiendo la activación de la pepsina como enzima proteolítica a partir de su precursor, el pepsinógeno. Una buena digestión de la proteína no es solo importante desde el punto de vista nutricional, sino que, al existir proteína no digerida, esto conduce a la proliferación de bacterias patógenas oportunistas, aumentando con ello los problemas de diarrea post-destete. El bajo valor K_a de aproximadamente 1.8 para la betaína, conduce a la disociación de la betaína HCL después de su ingestión, resultando en la acidificación del estómago. Esta re-acidificación transitoria fue ya anteriormente reportada en un estudio piloto en humanos y otro en perros. Después de una dosis simple de 750 mg o de 1500 mg de betaína HCL, el pH gástrico de los perros previamente medicados con un agente reductor de la acidez estomacal, cayó abruptamente de aproximadamente un valor de 7 a un pH de 2. Sin embargo, dentro del grupo control de perros no medicados, el pH estomacal fue de aproximadamente 2, independientemente de la suplementación o no con betaína HCL.

CONCLUSION

La betaína beneficia la salud de tracto digestivo

La betaína influye positivamente en la salud del tracto digestivo de lechones al destete. En esta revisión de literatura se destacan las diferentes oportunidades para que la betaína sirva de apoyo para la digestión de los nutrientes y de su absorción, para mejorar la barrera intestinal y su rol protector, su impacto sobre la microbiota y el de promover los mecanismos natos de defensa en los lechones. *JD*

Las referencias están disponibles a petición del lector, mediante contacto con Lien Vande Maele, maele@orffa.com