

LA BETAÍNA AUMENTA LA CONCENTRACIÓN PLASMÁTICA DE ÁCIDOS GRASOS VOLÁTILES EN CERDO IBÉRICO

Pardo, Z., Lachica, M. y Fernández-Figares, I.

Departamento de Fisiología y Bioquímica de la Nutrición, Estación Experimental del Zaidín, Camino del Jueves s/n, 18100 Armilla, Granada. Email: ifigares@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

La manipulación de la composición y la actividad metabólica de la microbiota intestinal para mejorar la salud intestinal se ha incrementado desde la prohibición del uso de antibióticos como promotores del crecimiento. La betaína o trimetil-glicina actúa como donador de grupos metilo en reacciones de transmetilación en distintos procesos metabólicos como la síntesis de proteína, carnitina o creatinina, y en el metabolismo energético (Ratriyanto *et al.*, 2009). Puede potencialmente reducir el estrés por calor ajustando la presión osmótica para evitar la deshidratación a nivel celular, mejorando la digestibilidad y el crecimiento de los animales (Eklund *et al.*, 2005; 2006). En general, la fermentación de carbohidratos se considera beneficiosa para el tracto gastrointestinal gracias a la producción de ácidos grasos volátiles (AGV), que tienen un efecto trófico y promotor de la salud del tracto digestivo (Cummings & Macfarlane, 1991). Además, se asocia un mayor número de especies bacterianas beneficiosas como *Bifidobacterium* con la producción de AGV (Tzortzis *et al.*, 2005). En condiciones de estrés osmótico *in vitro*, la producción de AGV por las bacterias disminuye (Rink *et al.*, 2011). *In vivo*, hay pocos estudios sobre el efecto de la suplementación con betaína en la fermentación microbiana intestinal en cerdos. El objetivo de este estudio fue estudiar si la suplementación de la dieta con betaína afectaba a la concentración de AGV en vena porta y en arteria en cerdos Ibéricos de 30 kg PV.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se usaron 8 cerdos Ibéricos machos castrados de 19 kg PV que fueron alojados en jaulas individuales en una nave con control de temperatura ($21 \pm 1,5^\circ\text{C}$). Se les asignó de forma aleatoria el tratamiento consistente en una dieta control o suplementada con 0,5% de betaína (Betafin S1, cristalina, 96% pureza; Danisco, Copenhagen, Dinamarca) a expensas de almidón de maíz. Las dietas fueron formuladas según el concepto de proteína ideal y estaban compuestas fundamentalmente por cebada y soja, a las que se añadió lisina y treonina (4 y 1 g/kg, respectivamente), conteniendo (en materia seca) 101 g/kg de proteína bruta y 14,7 MJ de energía metabolizable/kg. Los cerdos se alimentaron dos veces al día (09:00 y 15:00 h) por encima de mantenimiento ($2,4 \times \text{EMm}$). A los 30 kg PV se implantaron dos catéteres crónicos, uno en vena porta y otro en la arteria carótida según lo descrito por Rodríguez-López *et al.* (2013). Se realizó un muestreo seriado de sangre una vez recuperados los animales de la intervención. Para ello, se muestreó simultáneamente de ambos vasos sanguíneos 60 min antes de ofrecer 1200 g de dieta y a los 60, 120, 180, 240, 300 y 360 min una vez ingerida la ración. Tras la obtención del plasma, las muestras se congelaron (-20°C) hasta la determinación de los AGV mediante cromatografía gaseosa. La extracción etanólica de AGV del plasma se realizó de acuerdo con el método de Remesy & Demigne (1974), usando ácido crotónico como estándar interno. Mediante cromatografía de gases se determinaron acetato, propionato, isobutirato, butirato, isovalerato, valerato y ácido caproico (Lachica *et al.*, 2018). La unidad experimental fue el cerdo. Los datos se analizaron como medidas repetidas usando el procedimiento MIXED del SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC). Los efectos principales en el modelo fueron la dieta, el tiempo de muestreo y la interacción. Las diferencias se consideraron significativas cuando $P < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestran las concentraciones totales de AGV y las proporciones molares de cada AGV en plasma portal y arterial de cerdos Ibéricos alimentados con una dieta suplementada o no con betaína. El acetato era el AGV mayoritario seguido del propionato y butirato en el plasma de cerdos, tanto en sangre portal como arterial. Como es de esperar, la concentración de AGV en porta era superior que en arteria debido al metabolismo de los

mismos fundamentalmente a nivel hepático. Las medias globales de las concentraciones de ácido acético arterial y portal fueron, 1,65 y 2,37 mM, respectivamente; mientras que para ácido propiónico fueron 0,038 y 0,293 mM, respectivamente. Los AGV minoritarios también presentaron este patrón de menor concentración arterial que portal, lo que no es sorprendente ya que la vena porta lleva la sangre procedente del tracto gastrointestinal, páncreas y bazo, y es la principal vía para el transporte de los nutrientes absorbidos desde el tracto digestivo (Yen & Killefer, 1987), incluyendo los AGV. La gran diferencia entre concentraciones de AGV en sangre arterial y portal refleja la captación por el hígado de los mismos. Otros autores (Rérat *et al.*, 1987) encontraron igualmente que el hígado captaba una gran proporción de propiónico y también de butírico y valérico, como demostraba la baja concentración arterial de estos ácidos en contraste con los valores portales. Los valores de acético portal son similares a los encontrados por Yen *et al.* (1991) aunque mayores que los hallados por Rérat *et al.* (1987). La evolución en el tiempo de las concentraciones de AGV en plasma portal y arterial se muestra en la figura 1. La ausencia de un aumento postprandial de AGV no significa que la fermentación en el intestino grueso sea constante, ya que, si fuera así, se habría producido un incremento en la absorción neta de AGV debida al aumento del flujo plasmático portal postprandial. Las diferencias de concentración a nivel arterial de AGV totales entre cerdos alimentados con dieta control y betaína pueden ser debidas a que el hígado fundamentalmente capta una mayor cantidad de los mismos en los cerdos control (también podría haber un mayor uso de dichos AGV por los tejidos periféricos).

La mayor concentración de acético tanto en sangre portal como arterial en cerdos Ibéricos alimentados con dieta suplementada con betaína refleja una mayor fermentación en el intestino, lo que podría ser beneficioso en casos de estrés térmico por su efecto beneficioso sobre la microbiota. Un estudio sobre cómo afecta la betaína las poblaciones bacterianas puede ayudar a comprender la relación entre la suplementación con betaína y la mayor concentración plasmática de acético encontrada.

Tabla 1. Concentración media de ácidos grasos volátiles (AGV) y proporciones molares en sangre portal y arterial de cerdos Ibéricos alimentados con una dieta equilibrada suplementada o no con betaína (n=4 cerdos por tratamiento experimental)

	Control	Betaína	EEM
<u>Sangre portal</u>			
ΣAGV, μM	1382 ^a	3955 ^b	299
Acético/ ΣAGV, %	70,9 ^a	86,6 ^b	1,40
Propiónico/ ΣAGV, %	21,2 ^a	9,20 ^b	0,93
Acético/Propiónico	3,59 ^a	14,3 ^b	1,45
Butírico/ ΣAGV, %	4,67 ^a	2,80 ^b	0,43
Isobutírico/ ΣAGV, %	0,94 ^a	0,42 ^b	0,065
Valérico/ ΣAGV, %	1,88 ^a	0,70 ^b	0,15
Caproico/ ΣAGV, %	0,40 ^a	0,28 ^b	0,057
<u>Sangre arterial</u>			
ΣAGV, μM	597 ^a	3112 ^b	226
Acético/ ΣAGV, %	89,1 ^a	95,9 ^b	0,67
Propiónico/ ΣAGV, %	4,32 ^a	1,72 ^b	0,47
Acético/Propiónico	24,7 ^a	123,5 ^b	12,2
Butírico/ ΣAGV, %	2,51 ^a	0,76 ^b	0,18
Isobutírico/ ΣAGV, %	2,02 ^a	0,44 ^b	0,24
Valérico/ ΣAGV, %	1,70 ^a	1,12 ^a	0,24
Caproico/ ΣAGV, %	0,35 ^a	0,086 ^b	0,037

^a Medias con distinto superíndice dentro de cada columna son significativamente distintas, P<0.05.

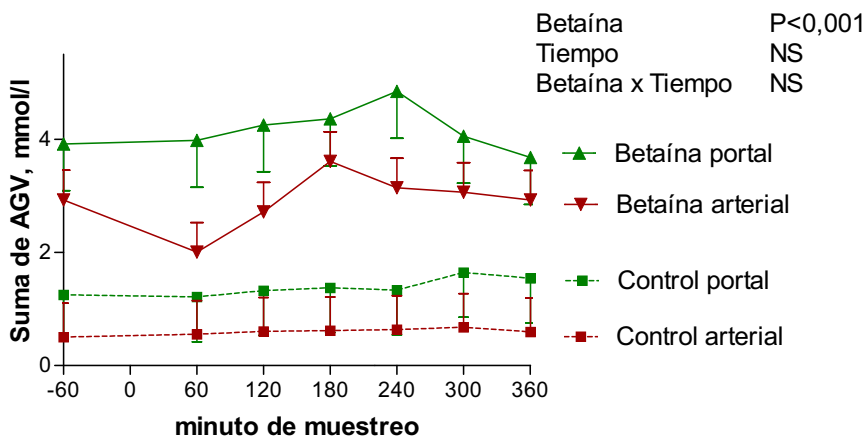


Figura 1. Cambios en la concentración de ácidos grasos volátiles (AGV) en plasma portal y arterial de cerdos Ibéricos alimentados con dieta control o suplementada con 0,5% de betaina. En el minuto 0 los animales ingieren las dietas. n=4.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Cummings & Macfarlane, 1991 Appl. Bacteriol. 70: 443-459 • Eklund *et al.* 2005. Nutr. Res. Rev. 18: 31-48. • Eklund *et al.* 2006. Arch. Anim. Nutr. 60: 289-300. • Lachica *et al.* 2018. Anim. Prod. Sci. (en prensa). • Ratriyanto *et al.* 2009. Asian. Australas. J. Anim. Sci. 22: 1461-1476. • Remesy & Demigne. 1974. Biochem. J. 141: 85-91. • Rérat *et al.* 1987. J. Anim. Sci. 64: 448-456. • Rink *et al.* 2011. Anim. Feed Sci. Technol. 169: 281-285. • Rodríguez-López *et al.* 2013. J. Agric. Sc. 151: 434-443. • Tzortzis *et al.* 2005. J. Nutr. 135: 1726-1731. • Yen & Killefer. 1987. J. Anim. Sci. 64: 923-934. • Yen *et al.* 1991. J. Anim. Sci. 69: 2001-2012.

Agradecimientos: Financiado por el proyecto AGL2016-80231-R. Zaira Pardo disfruta de una ayuda de contrato predoctoral para la formación de doctores ref. BES-2017-081486.

DIETARY BETAINE INCREASES PLASMA VOLATILE FATTY ACIDS IN IBERIAN PIGS

ABSTRACT: Modulation of intestinal fermentation by betaine may benefit gastrointestinal health altering composition and metabolic activity of microbiota. The aim of this study was to determine the effect of betaine on volatile fatty acids (VFA) concentration in arterial and portal blood of Iberian pigs as a measure of intestinal fermentation. Eight Iberian barrows, 19 kg BW, were individually housed and randomly assigned to one of two diets: control (barley-soy bean basal diet, 101 g of crude protein/kg, 4 g L-Lys/kg, 14.7 MJ ME/kg (in dry matter basis) or betaine (basal diet supplemented with 0.5% betaine). Pigs were restrictively fed and at 30 kg were fitted with chronic indwelling catheters in portal vein and carotid artery. When pigs were recovered from surgery blood samples were taken simultaneously from carotid artery and portal vein before feeding and every 60 min after feeding for 6 h. Portal was considerably greater than arterial concentration of VFA indicating the uptake of liver for energy. Acetate accounted for 71-87% of total VFA in portal blood and 89-96% in arterial blood. Compared to control group, betaine increased portal and arterial total VFA (186 and 421%, respectively; $P<0.001$), reflecting enhanced hindgut fermentation, which could be of benefit under heat stress conditions.

Keywords: volatile fatty acids, acetate, Iberian pig, plasma.