



Efectos del zinc en la fermentación intestinal de cerdos ibéricos sometidos a estrés por calor

Ignacio Fernández-Figares^{1*}, Iván Mateos², Cristina Saro², Manuel Lachica¹, Zaira Pardo¹, María José Ranilla²

¹ Departamento de Nutrición y Producción Animal Sostenible. Estación Experimental del Zaidín. CSIC.

² Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de León. Campus de Vegazana s/n. León 24071

*Ignacio.fernandez-figares@eez.csic.es

El estrés por calor da lugar a pérdidas económicas en el sector porcino causadas por un menor e inconsistente crecimiento de los animales, menor rendimiento reproductivo y una canal de calidad inferior, junto con unos mayores costes veterinarios (Renaudeau et al., 2011).

España, es, junto con Alemania, el principal productor de carne de cerdo de la Unión Europea. Nuestro país tiene un clima con veranos largos y calurosos, con una frecuencia creciente de olas de calor, por lo que el estrés térmico representa un problema relevante para la producción animal en general y para la porcina en particular.

Los cerdos son animales con una elevada producción de calor basal, crecimiento rápido, pocas glándulas sudoríparas funcionales y grasa subcutánea que los aísla del ambiente (Renaudeau et al., 2006), lo que los hace particularmente susceptibles

a sufrir estrés por calor ante temperaturas elevadas.

Se ha demostrado que hay un impacto negativo del estrés por calor en el crecimiento de los cerdos tanto en razas de capa blanca (Fausnacht et al., 2021) como en cerdos ibéricos (Pardo et al., 2022) como consecuencia en parte de la menor ingestión de alimento para disminuir su producción de calor y en consecuencia su carga de calor.

Los mecanismos que explican esta menor productividad pueden estar mediados en parte por los efectos del estrés por calor sobre la integridad del epitelio intestinal. En efecto, el intestino delgado es muy sensible al calor siendo uno de los primeros tejidos en aumentar la producción de proteínas de choque térmico durante la hipertermia (Flanagan et al., 1995). Igualmente, el estrés por calor aumenta la permeabilidad intestinal (Lambert et al., 2002) dando lugar a una mayor concentración de

endotoxinas en sangre (Pearce et al., 2013) así como a una menor digestibilidad de los nutrientes (Hao et al., 2014).

Se ha descrito también que el estrés por calor ocasiona cambios en la microbiota de cerdos sometidos a altas temperaturas (Le Scieillour et al., 2019) lo que podría dar lugar a cambios en la fermentación intestinal. Como es sabido, la microbiota del intestino grueso produce ácidos

“El intestino delgado es muy sensible al calor”

grasos volátiles y gases al fermentar la fibra dietaria. De hecho, el estrés por calor aumenta la fermentación intestinal *in vitro* en cerdos ibéricos, lo que puede ser un mecanismo de adaptación a dicho estrés (Pardo et al., 2020).

Las necesidades de zinc en cerdos son de 50-110 mg/kg de pienso, dependiendo de la fase productiva (Wedekind et al., 1994). En la Unión Europea se ha utilizado habitualmente como promotor del crecimiento desde el año 2006, en que se prohibió el uso de antibióticos con este fin, y en la prevención de la diarrea postdestete en lechones (Poulsen, 1995), usando dosis muy elevadas (1000-3000 mg/kg).

El uso de estos niveles por encima de las necesidades nutricionales ha dado lugar a problemas de contaminación del suelo (Buff et al., 2005), ya que aproximadamente el 80% se excreta en heces. Además, se ha descrito que los niveles elevados de zinc favorecen la resistencia a antibióticos en bacterias (Bednorz et al., 2013), por lo que la suplementación con zinc en dietas para cerdos está limitada a 150 mg/kg de alimento en la Unión Europea (Documento DOUE-L-2003-81138 Reglamento (CE) nº 1334/2003 de la Comisión).

El zinc previene las infecciones intestinales y disminuye la incidencia de diarrea en cerdos incluso a dosis no terapéuticas (Guo et al., 2020). Igualmente, mejora la integridad intestinal a nivel del íleon en cerdos sometidos a estrés por calor a corto plazo (Pearce et al., 2015), quizás disminuyendo la permeabilidad intestinal (Zhang

y Guo, 2009) por lo que no es de extrañar que se haya utilizado para intentar prevenir o aliviar los efectos del estrés por calor en cerdos (Sanz Fernandez et al., 2014; Zhang et al., 2018).

En un experimento *in vivo*, mostramos que los cerdos ibéricos disminuían su crecimiento en condiciones de estrés por calor constante de larga duración, aunque

“El estrés por calor ocasiona cambios en la microbiota de cerdos sometidos a altas temperaturas”

“El zinc previene las infecciones intestinales y disminuye la incidencia de diarrea en cerdos”

la suplementación con zinc no mostró mejoras en los parámetros productivos (Pardo et al., 2022). Sin embargo, los efectos del zinc sobre la fermentación intestinal en condiciones de estrés por calor se desconocen y podrían estar relacionados con los cambios en la salud intestinal y la capacidad digestiva de los cerdos en dichas condiciones. Para estudiar este aspecto utilizamos un modelo *in vitro* que utiliza como inóculo las heces de los cerdos (Pardo et al., 2020).

Diseño experimental, resultados y discusión

El experimento se llevó a cabo con 16 cerdos ibéricos de aproximadamente 44 kg de peso medio sometidos a estrés térmico constante (30 °C, 28 días) alimentados *ad libitum* con una dieta control o suplementada con zinc (120 mg SO₄Zn /kg). Al final del periodo experimental (28 días), se sacrificaron los animales y se obtuvieron muestras de contenido rectal que se utilizaron como inóculos en incubaciones *in vitro* (Pardo et al., 2020), evaluándose la fermentación de sustratos puros (almidón, pectina, inulina y celulosa) en un medio de cultivo para bacterias anaerobias.

El uso de sustratos puros con diferentes características nos permitió obtener una variedad de perfiles fermentativos. Tanto las heces como el contenido intestinal (Bauer et al., 2004) pueden utilizarse como inóculo en técnicas de fermentación *in vitro* para estudiar la actividad microbiana presente en el intestino grueso (Rink et al., 2011). Las incubaciones tuvieron una duración de 24 horas, al cabo de las cuales determinamos la producción de gas y la producción de ácidos grasos volátiles. Este tiempo de incubación es similar al tiempo de tránsito en cerdos alimentados con dietas a base de cereales (Rérat et al., 1987).



Los sistemas de producción de gas *in vitro* han demostrado ser altamente eficientes para determinar las características de fermentación intestinal de los cerdos (Jha y Berrococo, 2015). Es sabido que la fermentación de la fibra dietética por la microbiota da lugar a la producción de ácidos grasos volátiles, siendo los principales productos finales (el acetato, el propionato y el butirato) importantes para la salud intestinal además de proporcionar energía a los animales (hasta un 30% de las necesidades de energía para mantenimiento; Rérat et al., 1987). Los ácidos grasos volátiles tienen importantes funciones en la mucosa intestinal y se absorben por la mucosa del colon, aunque sólo el acetato es capaz de alcanzar la circulación sistémica en cantidades significativas tras el metabolismo hepático (Lachica et al., 2019).

Las características de fermentación *in vitro* dependen fundamentalmente del sustrato y así en nuestro estudio la celulosa mos-

tró una notablemente menor producción de gas y concentraciones de ácidos grasos volátiles que el resto de sustratos (Figura 1).

En nuestro estudio, la suplementación con zinc en condiciones de estrés por calor disminuyó la producción de ácidos grasos volátiles totales cuando se fermentaron el almidón y la inulina (y en menor proporción la pectina) así como la producción de gas, aunque sólo de forma significativa en el caso del almidón (Figura 2). A pesar de la baja concentración utilizada, estos resultados podrían ser debidos a la inhibición del crecimiento bacteriano causada por el zinc (Højberg et al., 2005).

La menor producción de ácidos grasos volátiles causada por el zinc debe discutirse de forma crítica en cuanto a su valor para el animal. En termoneutralidad, se ha descrito que el zinc disminuye la concentración de ácidos grasos volátiles en el colon usando concentraciones terapéuticas de zinc (Starke et al., 2014), pero el efecto es el inverso a nivel ileal en cerdos recién destetados cuando la concentración de zinc suplementada era similar a la de nuestro estudio (Pieper et al., 2014).

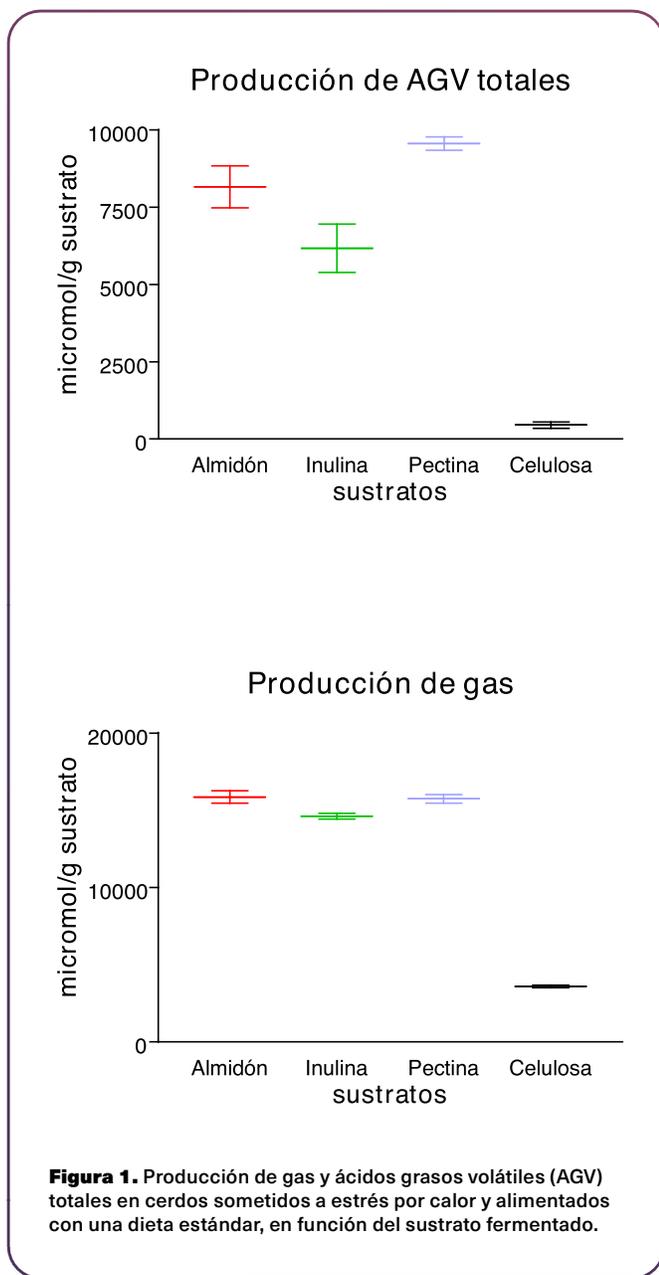
“La suplementación con zinc en condiciones de estrés por calor disminuyó la producción de ácidos grasos volátiles totales cuando se fermentaron el almidón y la inulina”

Además, la proporción molar de propionato, disminuyó al fermentarse el almidón, la inulina y la pectina (Fig. 2).

Por tanto, es de esperar una menor disponibilidad de propionato a nivel hepático, lo que disminuiría la gluconeogénesis y estaría de acuerdo con la menor glucemia encontrada en cerdos ibéricos alimentados con dietas suplementadas con zinc en condiciones de estrés por calor (Pardo et al., 2022). Se ha observado en cerdos alimentados en termoneutralidad con niveles altos de zinc (2.450 mg/kg) que la concentración de propionato en el intestino grueso también disminuye (Starke et al., 2014).

El butirato es un ácido graso volátil interesante al haberse asociado con efectos saludables sobre la mucosa del colon (Knudsen, 2001) siendo, además, la principal fuente de energía para los enterocitos (Jha y Berrococo, 2015). En nuestro estudio, la proporción molar de butirato al fermentar la pectina y la inulina es ligeramente mayor en cerdos alimentados con dietas suplementadas con zinc, lo que podría traducirse en mejoras marginales para los cerdos sometidos a condiciones de estrés por calor de larga duración. Estudios *in vivo* en termoneutralidad han mostrado que la suplementación con zinc (150 mg/kg) produce una mayor concentración de butirato a nivel ileal en cerdos recién destetados (Pieper et al., 2014).

En conclusión, en este estudio *in vitro* hemos observado que el zinc modula la fermentación intestinal en animales sometidos a estrés por calor con efectos variables según el sustrato incubado.

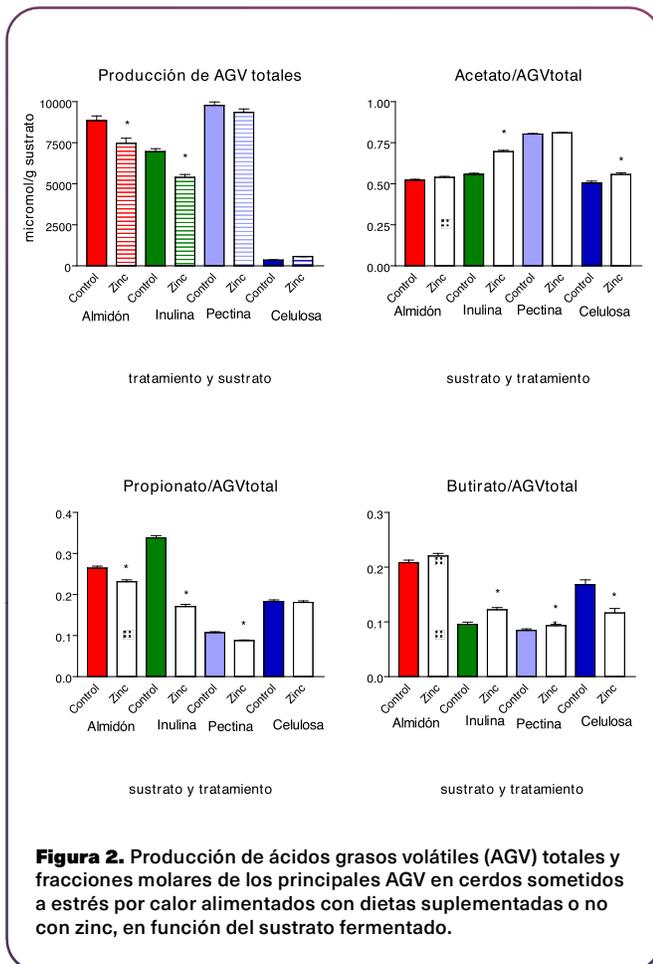




Al tratarse de un estudio *in vitro*, las condiciones pueden no reflejar completamente las complejas relaciones entre el animal y la microbiota, por lo que las conclusiones deben ser validadas *in vivo*. Nuestros hallazgos pueden ayudar a comprender mejor la influencia del zinc en las características de fermentación de los diferentes sustratos puros y la interacción entre los aditivos y la microbiota

intestinal, lo que puede proporcionar nuevas perspectivas para la formulación de programas de intervención nutricional en condiciones de estrés por calor.

***Para consultar las referencias bibliográficas de este artículo, por favor, escriba a: mundoganadero@eumedia.es MG**



Válvulas con sistema "BOLA DE MORDIDA" 40% menos desperdicio de agua

Ahora con control automático del flujo de agua

AquaGlobe®
LIVESTOCK DRINKING SYSTEMS

www.aquaglobe.se • info@aquaglobe.se