

## Efectos del estrés por calor en la salud intestinal porcina

Fuente: <https://porcino.info>

Nuevas estrategias nutricionales para minimizar la hiperpermeabilidad intestinal.

La mayoría de productores están familiarizados con las consecuencias económicas derivadas del estrés por calor, habiéndose estimado que en el sector porcino los costes asociados a este fenómeno superan los 900 millones de dólares (*St. Pierre et al., 2003; Pollman, 2010*). Por ello, no es sorprendente que las inversiones en sistemas de control ambiental sean cada vez más frecuentes.

### **Cascada de eventos del estrés por calor**

El estrés por calor provoca en los animales una reducción en la ingesta de alimento seco, habiéndose sugerido que se trata de un mecanismo para reducir el calor metabólico (*Baumgard and Rhoads, 2012*).

No obstante, la reducción en la ingesta de alimento solo explica parcialmente por qué los animales sometidos a estrés térmico tienen un peor rendimiento (*Wheelock et al, 2010*), existiendo otras razones como cambios en el flujo sanguíneo y en la disponibilidad de oxígeno y energía.

Cuando los animales se someten a estrés por calor, el flujo sanguíneo se redirige desde los tejidos viscerales a la piel, con el fin de favorecer la disipación de calor.

La reducción del flujo sanguíneo a los órganos internos conlleva una **peor oxigenación (hipoxia) y menos disponibilidad de energía** para los enterocitos de la mucosa intestinal.

Adicionalmente, los animales incrementan su frecuencia respiratoria con el fin de enfriarse, produciéndose un aumento en la producción de radicales libres de oxígeno y de nitrógeno, que debilitan e incluso **destruyen las uniones estrechas del epitelio intestinal** (hebras proteicas llamadas claudinas y ocludinas).

Un estrés térmico severo conduce a **cambios morfológicos** en la mucosa intestinal:

- Reducción en la altura de las vellosidades intestinales
- Aumento del grosor de las vellosidades intestinales
- Degradación de las uniones estrechas entre los enterocitos

El intestino puede volverse más vulnerable al transporte paracelular de lipopolisacáridos (LPS) o endotoxinas, atravesando estas la pared intestinal (*Hall et al., 2001*). Esto se conoce comúnmente como **“intestino permeable” (Figura 1)**.



**Figura 1.** Efecto del estrés por calor sobre la permeabilidad intestinal.

Adaptado de Baumgard et al. 2012. *Impact of climate change on livestock production*. Pag. 413-468. Cap. 15. *Environmental Stress and Amelioration in Livestock Production*. Eds. V. Seijan et al., Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

La hiperpermeabilidad intestinal también puede explicarse por el incremento de la secreción de insulina durante el estrés por calor, a pesar de la disminución del consumo de alimento (**Rhoads et al., 2009**).

Algunos investigadores han sugerido que el **aumento del nivel de insulina** es una adaptación destinada a la **conservación de glucosa**, de forma que esté a disposición del sistema inmunitario activado para **afrentar los efectos del transporte paracelular de endotoxinas**.

### Requerimientos de Zinc para la Integridad Intestinal

Numerosos estudios científicos demuestran que el zinc es un elemento clave para el mantenimiento de la integridad de la barrera intestinal. Si bien su mecanismo de acción no se conoce por completo, se ha demostrado que:

- El zinc es necesario para la regeneración y migración de células madre en el intestino (**Noah et al., 2011**).

- El zinc aumenta la síntesis de las proteínas de las uniones estrechas (***Sturniolo et al., 2002***) y proteínas de choque térmico (***Odashima et al., 2012***).
- El zinc es un antioxidante (***Waeytenz et al., 2009***) y el estrés oxidativo podría tener un papel central en la iniciación de la hiperpermeabilidad intestinal.
- La presentación del zinc suministrado puede tener un impacto en su eficacia a la hora de reducir la permeabilidad intestinal (***Abuajamieh, 2015; Pearce et al., 2015***).

### **Efectos del Zinc en Porcino**

Investigaciones recientes llevadas a cabo en la Universidad Estatal de Iowa (EE.UU.) evidencian que el estrés por calor contribuye al aumento de la permeabilidad intestinal y que suministrar una forma específica de zinc (complejo de aminoácidos de zinc, Availa-Zn) permite mitigar sus efectos en cerdos (***Pearce et al., 2015***).

### **DISEÑO EXPERIMENTAL**

En su estudio, 32 cerdos híbridos (63 Kg) se repartieron aleatoriamente en cuatro grupos de tratamiento:

- Grupo Control Termoneutro – *Ad libitum* (TN-CON):** Suplementación con 120 ppm de Zn procedente de sulfato de zinc, alimentación *ad libitum* y condiciones termoneutras.
- Grupo Control Termoneutro – Alimentación en paralelo\* (PFTN-CON):** Alimentación en paralelo (PF) con una dieta suplementada con 120 ppm de Zn procedente de sulfato de zinc (ZS) para equiparar la ingesta del grupo HS-CON en condiciones termoneutras.
- Grupo Control Estrés térmico – *Ad libitum* (HS-CON):** Suplementación con 120 ppm de Zn procedente de sulfato de zinc, alimentación *ad libitum* y condiciones de estrés térmico agudo.
- Grupo Grupo Estrés Térmico – Availa Zn (HS-ZnAA):** Alimentación con una dieta suplementada con 60 ppm de Zn procedente de sulfato de zinc + 60 ppm de Zn procedente del complejo de aminoácidos de zinc (Availa-Zn) en condiciones de estrés térmico.

\*Cuando hacemos un ensayo con calor, sabemos que los animales reducirán su consumo de alimento por la temperatura. Para discriminar los efectos puramente debidos a esta restricción térmica del efecto del calor “per se” sobre el metabolismo, hacemos un grupo de animales en condiciones termoneutras (sin calor) al que damos de comer la misma cantidad que comerán los sometidos a estrés térmico.

**Los investigadores evaluaron la permeabilidad ileal en los cerdos muestreados, midiendo Coeficiente de Permeabilidad Aparente de Dextrano (APP) y la resistencia transepitelial (TER)**

## RESULTADOS

Tal y como se esperaba, someter a los cerdos a condiciones de estrés térmico provocó un incremento de la temperatura rectal.

### PERMEABILIDAD INTESTINAL

- Los cerdos de los **grupos HS-CON y PFTN-CON** mostraron una mayor permeabilidad intestinal -mayor APP y TER- en comparación con el grupo TN-CON.

**Este hallazgo es indicativo de un evento de estrés térmico (HS-CON) o incluso un periodo de restricción alimentaria (PFTN-CON) incrementa el riesgo de permeabilidad intestinal**

- Los cerdos sometidos a estrés térmico que recibieron ZnAA (Availa-Zn) mantuvieron una permeabilidad ileal similar al del grupo TN-CON.

### ENDOTOXINAS

- **Mejora de la respuesta inmunitaria:** los cerdos del **grupo HS-ZnAA** mostraron una mayor concentración de proteína fijadora de lipopolisacáridos (LBP) en comparación con el grupo HS-CON.

**LBP es una proteína de fase aguda que se fija al LPS (lipopolisacárido) bacteriano** induciendo una respuesta inmunitaria, al presentarlo a los receptores de superficie que **destruyen las endotoxinas.**

- Los cerdos del grupo HS-ZnAA mostraron un nivel de endotoxinas séricas significativamente inferior al del grupo HS-CON (2,31 vs 5,10 unidades arbitrarias para HS-ZnAA y HS-CON, respectivamente).

### MORFOLOGÍA INTESTINAL

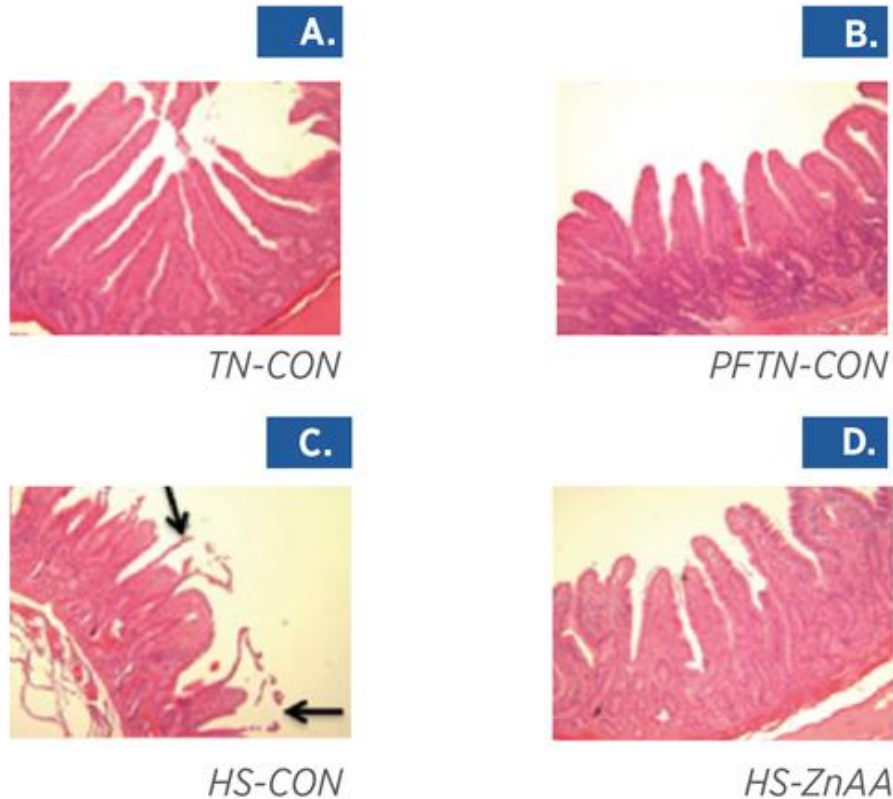
La observación de las alteraciones físicas en la morfología intestinal reveló interesantes cambios que se muestran en la **Figura 2.**

Mientras que los cerdos sometidos a condiciones termoneutras (TN-CON) –**Figura 2A**– mantenían unas vellosidades largas y finas, en los cerdos del **grupo PFTN-CON** sometidos a estrés térmico –**Figura 2B**– hubo un ensanchamiento y acortamiento considerable de las vellosidades.

Las alteraciones morfológicas del epitelio intestinal fueron más acentuadas en los cerdos del **grupo HS-CON**, pudiéndose observar en la **Figura 2C** las zonas con intensa destrucción de enterocitos (flechas).

En el caso del **grupo HS-ZnAA** –**Figura 2D**–, la incorporación de zinc en condiciones de estrés térmico condujo a una reducción de los daños celulares, pudiéndose observar una altura y grosor de las vellosidades similar al grupo TN-CON.

Cambios en la morfología intestinal en cerdos sometidos a varias formas de Zinc en condiciones de alimentación en paralelo o de estrés térmico.



**Figura 2.** Alteraciones morfológicas en el epitelio intestinal de cerdos.

- A. Grupo Control Termoneutro Ad libitum (TN-CON): 120 ppm Zn de  $ZnSO_4$
- B. Grupo Control Termoneutro – Alimentación en paralelo (PFTN-CON): 120 ppm Zn de  $ZnSO_4$
- C. Grupo Control Estrés térmico Ad libitum (HS-CON): 120 ppm Zn de  $ZnSO_4$
- D. Grupo Estrés Térmico – Availa Zn (HS-ZnAA): 60 ppm Zn de  $ZnSO_4$  + 60 ppm 60 ppm de Zn del complejo de aminoácidos de zinc

### Conclusiones

El estrés por calor es un problema ampliamente extendido, que la mayoría de productores deben gestionar, siendo esencial que en épocas calurosas se establezcan las medidas necesarias para prevenir los efectos a largo plazo que tiene el estrés térmico sobre los animales.

Los resultados de este estudio demuestran que la incorporación del **complejo de aminoácidos de zinc (Availa-Zn de Zinpro Corp.)** como parte de una estrategia nutricional para enriquecer la dieta con zinc **contribuye a mantener unos**

**animales saludables, reduciéndose el riesgo de hiperpermeabilidad intestinal en condiciones de estrés térmico.**