

ANTIOXIDANTES Y CAMBIOS EN LA COMPOSICIÓN *de la leche en la cerda Ibérica*

La leche es el principal vehículo de algunos nutrientes que presentan limitada transferencia placentaria, como es el caso de ciertos antioxidantes. Estos son indispensables tras el destete cuando el lechón debe enfrentarse a múltiples agentes estresantes que ponen en riesgo su salud, afectando a su crecimiento y potencial desarrollo. Para afrontar dichos cambios, por tanto, es importante que el animal cuente con el aporte o reservas de estas sustancias que puedan contrarrestar los agentes pro-oxidantes durante las fases críticas.

H. D. LAVIANO¹, G. GÓMEZ^{1,2}, A.I. REY¹

¹Dpto. Producción Animal. Nutrición Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid

²Instituto Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario y Forestal de Castilla-La Mancha (IRIAF)

La leche materna es el primer alimento vital para los lechones recién nacidos, proporcionándoles los nutrientes esenciales y los factores de crecimiento necesarios para un desarrollo saludable. En concreto, la leche de cerda al igual que otros animales monogástricos como la perra que paren un elevado número de crías, se caracteriza por tener niveles más elevados de proteína, grasa y lactosa que la de las especies rumiantes (Roy *et al.*, 2020), convirtiéndose en la principal fuente de energía para los neonatos. La cantidad y composición de la leche puede verse afectada no solo por la especie, raza, o momento de lactación, sino también por los cambios en la alimentación. Por ejemplo, la inclusión de ciertos ingredientes en la dieta de las cerdas, como la cantidad o el tipo de grasa puede aumentar la densidad energética reduciendo el catabolismo de las reservas corporales (Park *et al.*, 2008), provocando cambios en la composición y producción de leche y por ende mejorando el crecimiento de los lechones (Lauridsen and Da-



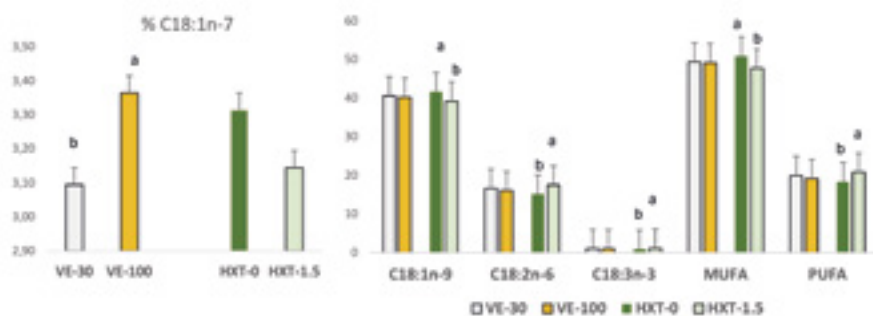


FIGURA 1. Efecto de la suplementación con vitamina E (30 vs. 100 mg/kg) o hidroxitirosol (0 vs. 1.5 mg/kg) en el pienso de cerdas ibéricas sobre la composición de ácidos grasos del calostro (Laviano *et al.*, 2023)

nielsen, 2004). Esto es un aspecto de especial relevancia en el caso de razas rústicas como la ibérica que se caracterizan por tener un patrón de crecimiento más lento, debido a una peor utilización de los nutrientes, que el de razas porcinas mejoradas (Aguinaga *et al.*, 2011).

En el presente estudio nos centraremos en como el uso de antioxidantes de distintas características (lipofílico o hidrofílico) en el pienso de cerdas ibéricas puede afectar a la composición de la leche y sus posibles repercusiones.

Cambios en la composición de la leche de cerda con el uso de antioxidantes

Se ha observado que la suplementación de la dieta de las cerdas con ciertos aditivos con capacidad antioxidante y debido a su capacidad de captar radicales libres, entre otros, pueden mejorar el estatus oxidativo tanto de las madres como de los lechones con efectos positivos sobre la salud y el crecimiento. Además, al ejercer un efecto protector sobre la mucosa intestinal podrían aumentar la digestibilidad de los nutrientes e influir en la composición y calidad de la leche producida (Wang *et al.*, 2023).

- Efectos de la Vitamina E sobre la composición del calostro y leche

Uno de los antioxidantes más estudiados en este contexto es la vitamina E, un nutriente liposoluble con potentes propiedades antioxidantes. Varios

estudios (Lauridsen *et al.*, 2002; Amazan *et al.*, 2014) han demostrado que las dosis de suplementación y la fuente de vitamina E en la dieta de las cerdas puede influir en los niveles de alfa-tocoferol (una forma activa de vitamina E) de la leche y en los tejidos de los lechones al destete, lo que sugiere un papel importante de este antioxidante en la salud de las crías. Más allá de su efecto antioxidante, otras investigaciones han revelado que la suplementación con vitamina E a altas dosis (250 UI/kg) aplicadas durante la última semana de gestación y lactación puede incrementar el contenido graso de la leche y por tanto afectar al crecimiento de la camada (Wang *et al.*, 2017). Además, algunas investigaciones recientes indican que la vitamina E también puede modificar la composición en ácidos grasos de la leche de cerda. Estudios como el realizado por Rey *et al.* (2014) indican que la administración de vitamina E en agua de bebida en su forma natural a cerdas ibéricas (75 o 50 mg d-alfa-tocoferol/día desde el día 103 de gestación) podía aumentar la concentración de algunos ácidos grasos monoinsaturados, como el C18:1n-7 (vacénico) disminuyendo el contenido de C18:0 en la leche, lo que contribuye a una composición lipídica más saludable y beneficiosa para los lechones. También la suplementación del pienso con la forma sintética de vitamina E (100 mg/kg) y su administración desde el día 85 de gestación y toda la lactación

a cerdas ibéricas (Laviano *et al.*, 2023), incrementó los niveles de C18:1n-7 en el calostro (Figura 1). Los ácidos grasos de la serie n-7 (C18:1n-7, C16:1n-7), son de los más fácilmente oxidados en el organismo para la obtención de energía, y algunos como el C16:1n-7 presentan importantes funciones reguladoras del metabolismo siendo capaces de modular la sensibilidad a la insulina o la actividad lipogénica. También en dicho estudio (Laviano *et al.*, 2023), la leche a los 7 días de lactación presentó una menor proporción de ácidos grasos poliinsaturados como el ácido linoleico y linoléico (Figura 2), tendiendo a aumentar los valores de araquidónico (C20:4n-6) y C20:3n-6 por fenómenos de desaturación, debido al efecto antioxidante protector de la vitamina E sobre las enzimas desaturasas (tal y como se observó por incremento en los índices de desaturación). Estos últimos ácidos grasos y en especial el ácido araquidónico, juega un papel fisiológico importante en la salud del animal al ser un integrante de las membranas celulares a las que confiere fluidez y flexibilidad favoreciendo el intercambio de nutrientes. Este ácido graso ejerce también funciones importantes en los procesos inflamatorios y en una respuesta inmunitaria adecuada estableciendo un importante equilibrio en el binomio salud-enfermedad en el individuo (Hanna *et al.*, 2018).

Otro aspecto relevante de la administración de vitamina E en el pienso de cerdas, es que, debido a los cambios ejercidos sobre la composición en ácidos grasos de calostro y leche, podría aumentar el contenido energético de los mismos (Figura 3) (Laviano *et al.*, 2023), lo que se traduce en lechones de mayor peso y mejor patrón de desarrollo a lo largo de toda la lactación (Gómez *et al.*, 2023). De hecho, en el estudio de Gómez *et al.* se observó una relación directa entre la composición del calostro y la ganancia media diaria, de forma que una mayor presencia de ácidos grasos monoinsaturados (C18:1n-7 y C16:1n-7) e índices de desaturación (C16:1n-7/C16:0 y C18:1/C18:0) estuvieron directamente

relacionados con la ganancia media diaria durante la lactación (0-28 días). Este mayor contenido energético observado en la leche de cerdas suplementadas con vitamina E abre nuevas expectativas de interés en la alimentación porcina y podría ser utilizada como estrategia en determinadas condiciones ambientales.

- Efectos de la suplementación con hidroxitirosol sobre la composición del calostro y leche de cerda

Otro antioxidante prometedor, pero mucho menos estudiado, es el hidroxitirosol, un polifenol presente en los productos derivados del olivo, tanto la hoja como el aceite o pulpa. Este compuesto presenta interés no solo por sus efectos antioxidantes, sino que en la literatura se le atribuyen propiedades hipolipidémicas e hipoglucemiantes (Hadrich *et al.*, 2016), así como funciones antiinflamatorias y antimicrobianas, entre otras. De forma que algunos estudios indican que la administración de este compuesto a las cerdas mejora el desarrollo pre- and post-nacimiento (García-Cotreras, 2019), previniendo la aparición de lechones de bajo peso.

En cuanto a los cambios ejercidos por la suplementación de este compuesto en el pienso de cerdas sobre la composición de la leche, algunas investigaciones han revelado que la suplementación con hidroxitirosol podría incrementar el contenido en retinol (vitamina A) (Lemonakis *et al.*, 2017; Laviano *et al.*, 2023) lo que en parte podría explicar algunos de sus efectos metabólicos. Además, se ha demostrado que la suplementación con hidroxitirosol (1,5 mg/kg) en la dieta de las cerdas ibéricas puede incrementar el contenido en ácidos grasos insaturados de las series n-6 y n-3 del calostro, disminuyendo la proporción de ácidos grasos monoinsaturados (Figura 1), lo que podría tener importantes implicaciones para la salud y desarrollo cerebral de los lechones.

La acción del hidroxitirosol es, sin embargo, más patente al nacimiento por su posible efecto positivo para reducir el estrés oxidativo a nivel

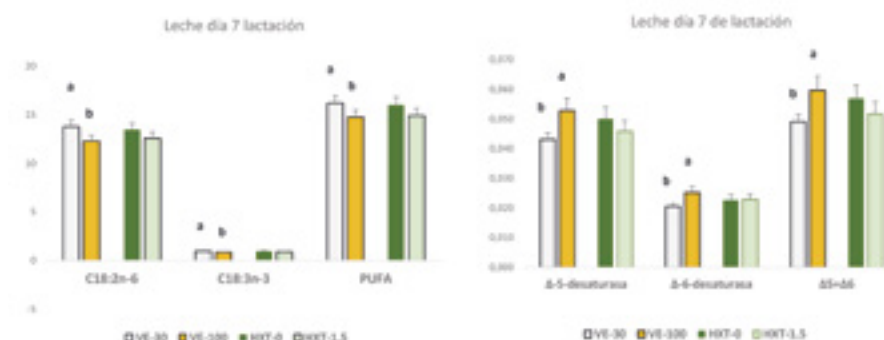


FIGURA 2. Efecto de la suplementación con vitamina E (30 vs. 100 mg/kg) o hidroxitirosol (0 vs 1.5 mg/kg) en el pienso de cerdas ibéricas sobre la composición de ácidos grasos de la leche a día 7 de lactación. (Laviano *et al.*, 2023)

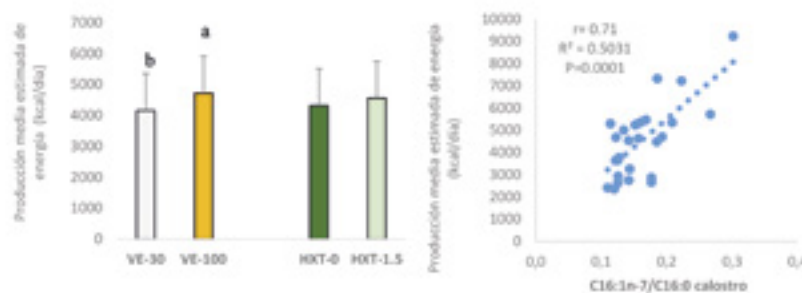


FIGURA 3. Cambios en la producción media estimada de energía de la leche según la suplementación de la cerda ibérica con antioxidantes (vitamina E: 30 vs. 100 mg/kg; o hidroxitirosol: 0 vs. 1.5 mg/kg) y su relación con la composición en ácidos grasos.

placentario, ejerciendo un efecto protector sobre los fetos. Su acción antioxidante a dosis de 1,5 mg/kg podrían asemejarse a los de la suplementación a la cerda con 100 mg/kg de vitamina E. De hecho, en el estudio llevado a cabo por Gómez *et al.* (2023) pudo observarse que la administración de 1,5 mg/kg hidroxitirosol desde el día 85 de gestación produjo efectos similares que la administración de vitamina E sobre el peso al nacimiento de los lechones, así como en su tamaño y medidas morfométricas. De forma que parece existir una relación directa entre el estatus oxidativo de la madre y el desarrollo de las crías durante las primeras etapas de desarrollo (De-Cara *et al.*, 2023; Gómez *et al.*, 2023). Sin embargo, a lo largo de la lactación, la suplementación con hidroxitirosol

produjo efectos menos marcados que el uso de vitamina E, lo que se relacionó con los cambios en la composición de la leche y el contenido energético de la misma (Figura 3).

Antioxidantes y cambios en la composición de la estabilidad lipídica a la oxidación. Repercusiones sobre la salud intestinal y el crecimiento de los lechones

Otros posibles efectos a considerar por la suplementación de la madre con antioxidantes es el control de la estabilidad de la leche a la oxidación. El hecho de que la leche presente distinta estabilidad oxidativa puede suponer una mayor o menor transferencia de sustancias indeseables al lechón durante el periodo de lactancia, lo que también podría afectar a su desarrollo.

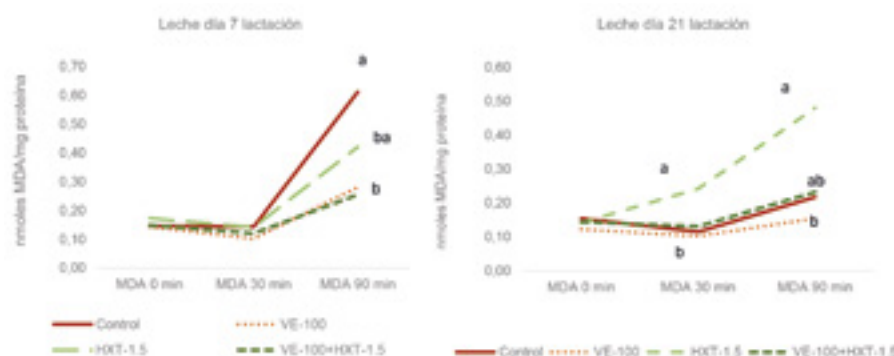


FIGURA 4. Estabilidad a la oxidación de la leche de cerda ibérica a día 7 y 20 de lactación según la suplementación de antioxidantes en el pienso (100 mg/kg vitamina E: VE-100; 1.5 mg/kg hidroxitirosol: HXT-1.5; o ambos compuestos: VE-100+1.5-HXT). (Laviano *et al.*, 2023)

Está demostrado que cuando más insaturado es un producto mayor es su susceptibilidad a la oxidación. En el estudio de Laviano *et al.*, en el que se emplearon ambos antioxidantes (vitamina E y hidroxitirosol), la leche de las cerdas suplementadas con hidroxitirosol presentó la mayor concentración de ácidos grasos insaturados (principalmente en el día 20 de lactación) y ello coincidió con mayores rangos de oxidación en la leche en comparación con la suplementación con vitamina E (Figura 4). Por tanto, aunque ambos compuestos presentaron acción antioxidante y ejercieron efectos interesantes durante la gestación, durante la lactación la suplementación de la madre con vitamina E mostró su superioridad. Al tratarse de un compuesto liposoluble se vehiculiza mejor a través de los glóbulos grasos de la leche y además permite una mejor estabilidad del alimento que recibe el lechón. De hecho, aunque se observó una relación directa entre la estabilidad de la leche a la oxidación y el estatus oxidativo de la cerda y su concentración en vitamina E, el aspecto más interesante de este estudio es que también se observó una relación con el estatus oxidativo del lechón. De forma que la concentración de malondialdehído en la leche, un producto secundario a la oxidación lipídica se relacionó directamente con la concentración de este mismo compuesto en los le-

chones momentos inmediatamente posteriores al destete.

Esto pone en el punto de mira de nuevo al uso de antioxidantes liposolubles como la vitamina E en la alimentación porcina sobre todo para tratar de que el lechón tenga suficientes reservas para paliar y poder afrontar con éxito el periodo hostil que rodea al destete.

Por otra parte, la composición y calidad del alimento ingerido y la distinta presencia de antioxidantes en el mismo puede afectar a la salud del aparato digestivo del lechón, donde se produce la digestión y absorción de nutrientes. Así, algunos autores han observado que un ambiente más estable a la oxidación por la presencia de ácidos grasos monoinsaturados de cadena larga ejerce un efecto positivo sobre la función del endotelio intestinal. Este hecho estuvo además relacionado con cambios en el crecimiento microbiano y la formación de sus metabolitos (Tsutsumi *et al.*, 2021). También, Laviano *et al.* (2023) observaron relaciones interesantes entre la producción microbiana de ácidos grasos de cadena corta (asociados a una mejor salud intestinal) y el estatus oxidativo de las cerdas o lechones, así como al contenido en ácidos grasos monoinsaturados de la leche. Por el contrario, en este último estudio la presencia de ácidos grasos poliinsaturados C18 en el calostro (más propensos a sufrir reacciones

de oxidación que los ácidos grasos monoinsaturados) estuvieron inversamente relacionados con la producción microbiana intestinal de ácido butírico, uno de los ácidos grasos de cadena corta a los que se atribuyen varias funciones interesantes sobre la salud intestinal y otras funciones metabólicas en el organismo. También, la ingestión de un alimento rico en ácidos grasos poliinsaturados n-6 de cadena larga (observados en el calostro debido a la suplementación con hidroxitirosol en el pienso de cerdas), además de ser más susceptible a sufrir reacciones de oxidación, podría afectar en parte a la presencia de n-3 de cadena larga en la membrana intestinal donde éstos ejercen funciones reguladoras positivas de la fluidez y estructura afectándose el paso a través de la misma así como a la homeostasis y salud intestinal (Beguin *et al.*, 2013). En conclusión, la inclusión de antioxidantes de diferentes características como la vitamina E (liposoluble) y el hidroxitirosol (hidrosoluble) en la dieta de las cerdas puede tener efectos significativos en la composición de la leche y en la salud digestiva de los lechones. Estos compuestos antioxidantes ayudan a mantener la calidad nutricional de la leche y a proteger contra el estrés oxidativo (especialmente la vitamina E), promoviendo así un desarrollo óptimo de los lechones desde el nacimiento hasta el destete.

Agradecimientos

Esta publicación es parte del proyecto I+D+i: PID2019 108695RB-C32, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033. Laviano, H.D. recibió una ayuda (PRE2020-092891) financiada por MCIN/AEI/10.13039/501100011033. Gómez, G. recibió financiación gracias al acuerdo entre IRIAF-Sánchez Romero Carvajal Jabugo, S.A.

Bibliografía

Queda a disposición del lector interesado en el correo electrónico: redaccion@editorialagricola.com