

Polifenoles de uva en nutrición animal: más resiliencia frente al estrés oxidativo



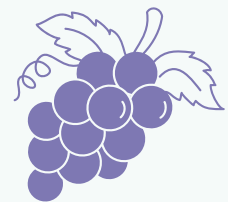
INTRODUCCIÓN

La **producción animal moderna** ha alcanzado **mayores niveles de eficiencia gracias a la mejora genética, la optimización nutricional y el manejo intensivo**, pero este avance también implica una **mayor demanda metabólica** y una **mayor generación de especies reactivas de oxígeno —ROS—** en tejidos de alta actividad como hígado, intestino, músculo y aparato reproductor.



Aunque las ROS forman parte de la fisiología celular normal, cuando **superan la capacidad antioxidante** del organismo se genera un **desequilibrio redox o estrés oxidativo**, un factor silencioso que puede comprometer la funcionalidad celular, la eficiencia metabólica, la respuesta inmune, la calidad del producto final y la consistencia productiva.

POLIFENOLES DE UVA: UNA ESTRATEGIA ANTIOXIDANTE DE ACCIÓN MULTIMODAL



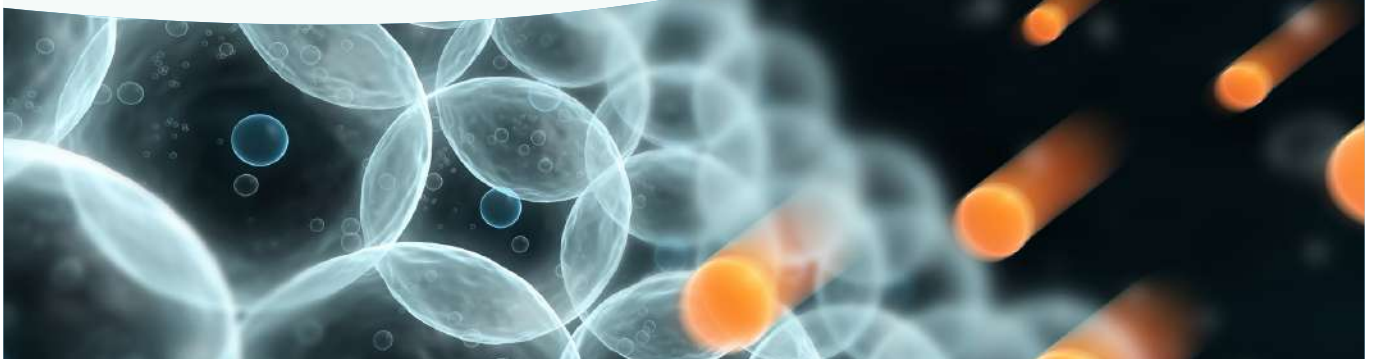
Los polifenoles son compuestos bioactivos presentes en diferentes fuentes vegetales. Entre ellos, los polifenoles procedentes del **extracto de uva** (*Vitis vinifera*) han despertado un interés creciente por su elevada capacidad antioxidante y por su papel en la modulación de rutas celulares relacionadas con el estrés oxidativo y la inflamación.

A diferencia de otros antioxidantes más específicos, como la vitamina E o el selenio, los polifenoles de uva presentan un modo de acción más amplio. La vitamina E actúa principalmente como antioxidante lipídico de ruptura de cadena, protegiendo membranas y lipoproteínas frente a la propagación de la peroxidación lipídica. El selenio, por su parte, ejerce su función a través de selenoproteínas como la glutatión peroxidasa —GPx— o la tioredoxina reductasa —TrxR—, implicadas en la detoxificación de peróxidos y en el mantenimiento del poder reductor intracelular.

En cambio, los polifenoles de uva combinan acción antioxidante directa con mecanismos de regulación celular más amplios.



Uno de sus mecanismos principales es la **neutralización directa de especies reactivas**, gracias a su capacidad para donar electrones o átomos de hidrógeno y estabilizar radicales libres. Esta actividad contribuye a reducir la propagación de reacciones oxidativas en membranas celulares, lípidos circulantes y tejidos metabólicamente activos.



Además, los polifenoles de uva pueden actuar mediante **quelación de metales de transición**, como hierro y cobre. Estos metales participan en reacciones prooxidantes, como la reacción de Fenton, que favorecen la generación de radicales hidroxilo altamente reactivos.



Al limitar la disponibilidad de estos catalizadores metálicos, los polifenoles ayudan a reducir la formación de ROS desde fases tempranas del proceso oxidativo.

Otro aspecto clave es su capacidad para **modular rutas de señalización redox**. Entre ellas destaca la vía **Nrf2/ARE**, considerada uno de los principales sistemas celulares de respuesta antioxidante endógena.



La activación de Nrf2 favorece la expresión de enzimas antioxidantes y detoxificantes, como superóxido dismutasa, catalasa, glutatión peroxidasa, hemo oxigenasa-1 y enzimas relacionadas con el metabolismo del glutatión.



De esta forma, los polifenoles no solo actúan como antioxidantes exógenos, sino que también pueden contribuir a reforzar la capacidad antioxidante propia del animal.

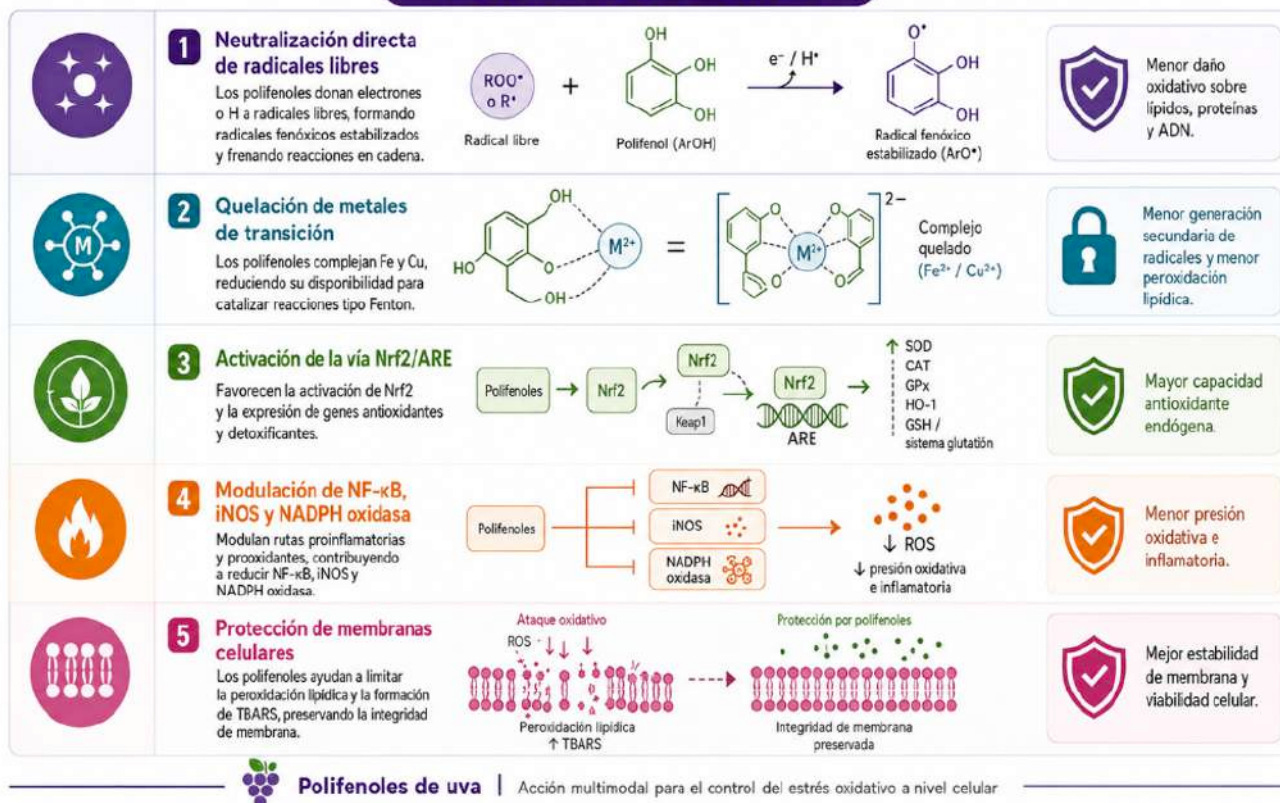


Paralelamente, los polifenoles de uva pueden **modular rutas relacionadas con inflamación y producción de radicales**, como **NF-κB, iNOS y NADPH oxidasa**.



Esta acción es especialmente relevante porque, en condiciones comerciales, el estrés oxidativo rara vez aparece de forma aislada: suele estar asociado a inflamación intestinal, estrés térmico, disbiosis, daño tisular o elevada demanda metabólica. Por tanto, reducir la presión oxidativa “en origen” puede ser tan importante como neutralizar los radicales una vez formados.

MECANISMO DE ACCIÓN



Polifenoles de uva | Acción multimodal para el control del estrés oxidativo a nivel celular

Ilustración 1. Mecanismos de acción antioxidante de los polifenoles de la uva.

EVIDENCIA CELULAR: PROTECCIÓN FRENTE AL DESAFÍO OXIDATIVO

La evaluación *in vitro* de aditivos nutricionales permite estudiar con precisión su efecto sobre viabilidad celular, oxidación de membranas y respuesta frente a agentes oxidantes.



- En este contexto, Olivares-Ferretti *et al.* evaluaron el efecto antioxidante de una molécula basada en extracto de uva, **ENTAN**, en dos **líneas celulares**: LMH, derivada de hepatocitos de *Gallus gallus*, y CHSE-214, derivada de embriones de salmónidos. El objetivo fue determinar su capacidad para proteger células terrestres y acuáticas frente a estrés oxidativo inducido por peróxido de hidrógeno.

Los resultados mostraron que, bajo exposición a peróxido de hidrógeno 0,1 mM, el producto permitió recuperar la viabilidad celular hasta niveles comparables al control en ambas líneas celulares.



- ➡ El estudio también evidenció una reducción de la formación de TBARS, biomarcadores de peroxidación lipídica y envejecimiento celular, desde valores cercanos a 5 μM de MDA/mg de proteína hasta aproximadamente 2,5 μM de MDA/mg de proteína cuando se empleó a concentraciones de 0,05 o 0,5 g/L.

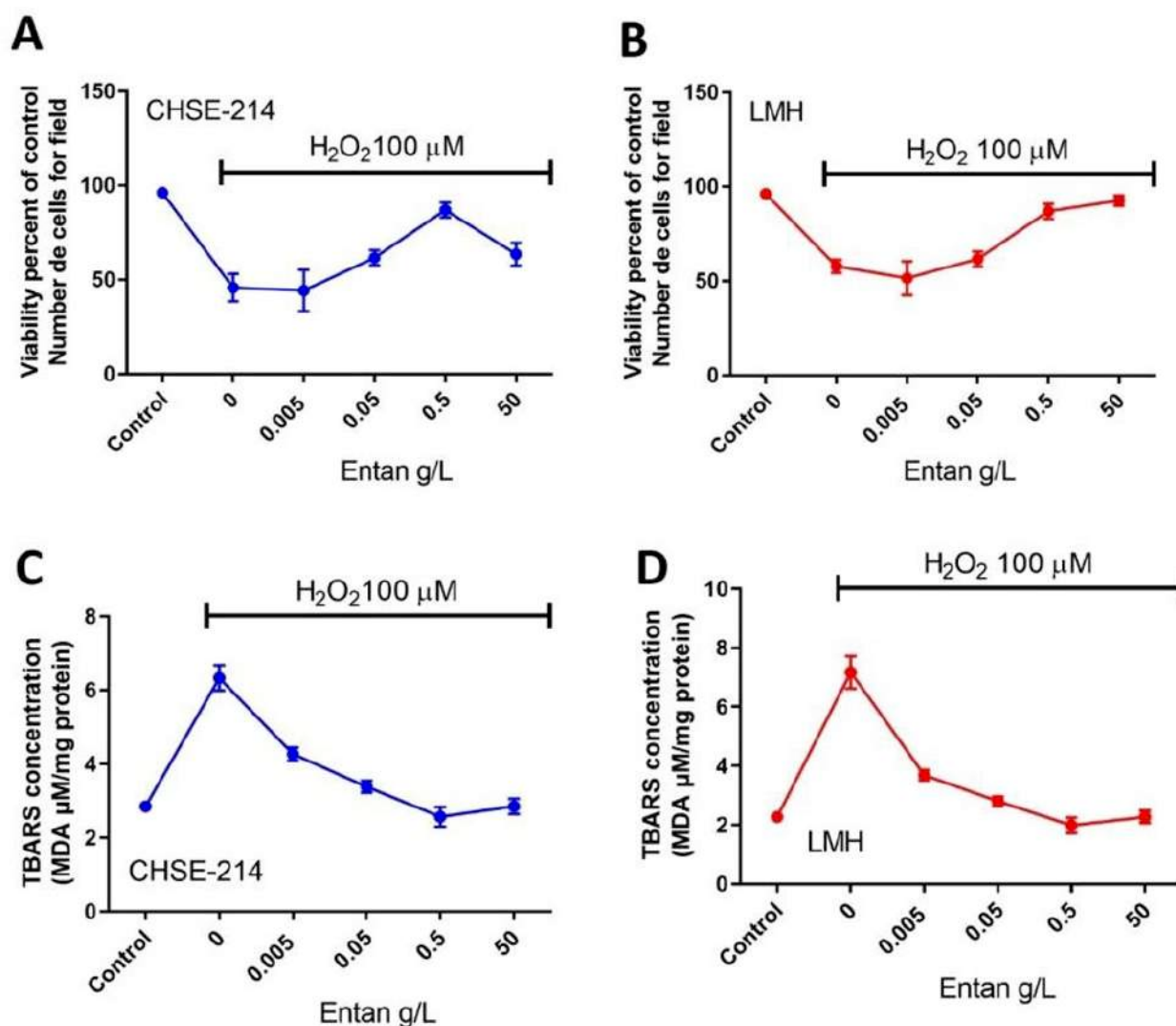


Ilustración 2. Efecto antioxidante.

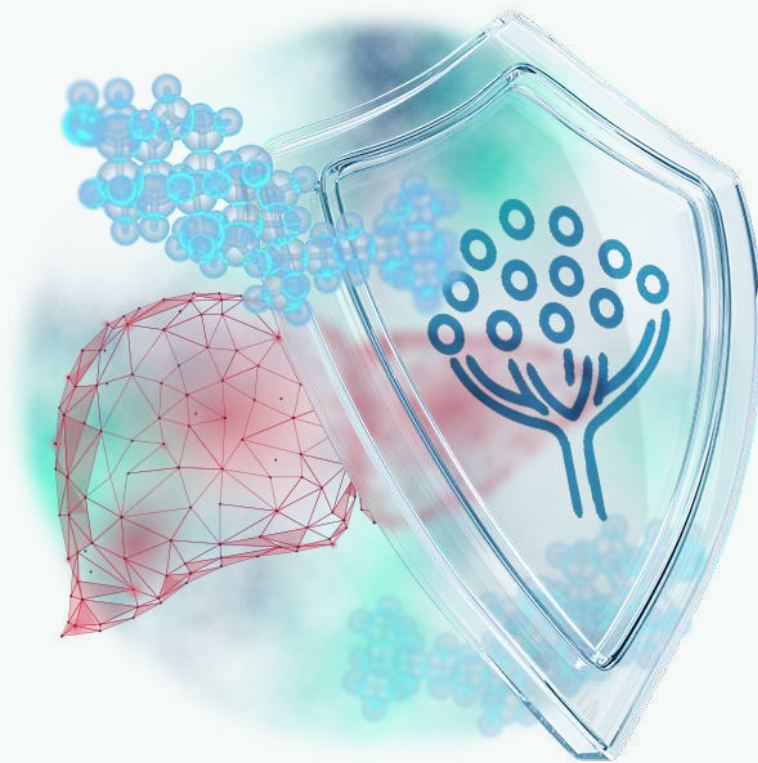
(A) Cuantificación del número de células CHSE-214 tras 24 h de cultivo con 0,1 mM de H₂O₂ en presencia de ENTAN en concentraciones de 0 a 50 g/L. **(B)** Cuantificación del número de células LMH tras 24 h de cultivo con 0,1 mM de H₂O₂ en presencia de ENTAN en concentraciones de 0 a 50 g/L. **(C)** Cuantificación de TBARS en células CHSE-214 tras 24 h de cultivo con 0,1 mM de H₂O₂ en presencia de ENTAN en concentraciones de 0 a 50 g/L. **(D)** Cuantificación de TBARS en células LMH tras 24 h de cultivo con 0,1 mM de H₂O₂ en presencia de ENTAN en concentraciones de 0 a 50 g/L. Los gráficos representan 3 experimentos independientes, con tres réplicas cada uno. Cada punto representa la media ± EEM.

Fuente: Olivares-Ferretti et al. (2024). <https://doi.org/10.1016/j.ejbt.2024.07.001>

Este punto es especialmente relevante desde una perspectiva productiva. La peroxidación lipídica de membranas compromete la fluidez, integridad y funcionalidad celular. Si una estrategia nutricional es capaz de reducir la oxidación de membrana y preservar la viabilidad celular bajo desafío oxidativo, puede contribuir a mantener la funcionalidad de tejidos clave en animales sometidos a alta demanda metabólica.



En el mismo estudio, los autores concluyeron que la reducción de la mortalidad celular inducida por estrés oxidativo sugiere un mecanismo de protección basado en el efecto antioxidante del compuesto. Además, observaron que la presencia de la molécula limitó el incremento de TBARS inducido por concentraciones crecientes de peróxido de hidrógeno, indicando una menor oxidación lipídica y una mejor calidad de membrana bajo condiciones de estrés metabólico.



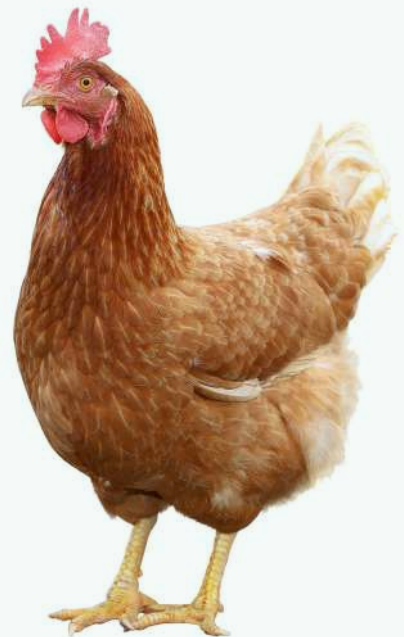
IMPACTO PRODUCTIVO DE UNA MEJOR HOMEOSTASIS REDOX

El interés de los polifenoles de uva no reside únicamente en reducir marcadores de oxidación, sino en favorecer que esa protección celular se traduzca en una **mayor estabilidad productiva**. Al contribuir al mantenimiento de la homeostasis redox, ayudan a preservar la funcionalidad de tejidos y órganos clave implicados en el rendimiento, la reproducción y la calidad del producto final, especialmente en sistemas intensivos sometidos a desafíos metabólicos, ambientales o inflamatorios.

APLICACIONES EN AVICULTURA

En **ponedoras**, la producción persistente de huevos implica una elevada demanda metabólica, especialmente a nivel hepático y reproductivo. Además, la yema contiene lípidos susceptibles a oxidación, en particular cuando se emplean dietas ricas en ácidos grasos insaturados.

En este contexto, los polifenoles pueden ayudar a preservar la estabilidad oxidativa del huevo durante el almacenamiento, reducir la peroxidación lipídica y contribuir a una mayor consistencia de la calidad interna.



En **reproductoras**, el equilibrio redox es determinante para la fertilidad, la calidad del huevo fértil, la viabilidad embrionaria y la robustez del pollito.



Los gametos y el embrión temprano son estructuras altamente sensibles al daño oxidativo. Por ello, el soporte antioxidante mediante polifenoles de uva puede ser una estrategia interesante en lotes de edad avanzada, periodos de estrés térmico o situaciones con variabilidad en fertilidad y nacimiento.



En **pollos de engorde**, su aplicación puede orientarse a fases de elevada presión metabólica, estrés térmico, desafíos intestinales o dietas con mayor riesgo oxidativo. En estos casos, la modulación redox puede contribuir a preservar la eficiencia alimentaria, la integridad tisular y la uniformidad del lote.

Aplicaciones prácticas de los polifenoles de uva

		
Ponedoras	Reproductoras	Pollos de engorde
 Situaciones de interés • Final de ciclo • Estrés térmico • Dietas ricas en lípidos • Pérdida de calidad interna	 Situaciones de interés • Edad avanzada • Estrés térmico • Baja fertilidad • Variabilidad en incubabilidad	 Situaciones de interés • Crecimiento rápido • Estrés térmico • Desafíos intestinales • Dietas energéticas
 Objetivo nutricional Mejorar la estabilidad oxidativa del huevo y mantener la calidad interna.	 Objetivo nutricional Favorecer el ambiente redox del huevo fértil y la robustez del pollito.	 Objetivo nutricional Preservar la eficiencia metabólica, la integridad tisular y la uniformidad.

Ilustración 3. Aplicaciones prácticas de los polifenoles de la uva en avicultura.



APLICACIONES EN PORCINO

En **cerdas reproductoras**, la gestación, el parto y la lactación son fases de alta exigencia metabólica. El estrés oxidativo se ha relacionado con menor rendimiento reproductivo, mayor variabilidad en peso al nacimiento, peor uniformidad de camada y menor vitalidad del lechón. Una estrategia antioxidante basada en polifenoles puede ayudar a mantener el equilibrio redox durante estas fases críticas, apoyando la funcionalidad placentaria, la respuesta metabólica y la calidad de la lactación.



En **cerdos de crecimiento-cebo**, el rápido crecimiento, las dietas energéticas y los factores de estrés asociados al manejo pueden incrementar la generación de ROS. Además, la oxidación lipídica influye directamente en la estabilidad y vida útil de la carne. En este sentido, los polifenoles de uva pueden contribuir tanto a la eficiencia metabólica como a la preservación de la calidad de la carne bajo condiciones comerciales.

Aplicaciones prácticas de los polifenoles de uva



Ilustración 4. Aplicaciones prácticas de los polifenoles de la uva en porcino.

CONCLUSIÓN



En conclusión, **los polifenoles del extracto de uva son una herramienta nutricional de interés para la producción animal moderna por su acción multimodal sobre el equilibrio redox. Este enfoque permite abordar el estrés oxidativo como un factor ligado al metabolismo, la reproducción, la calidad del producto final y la eficiencia productiva, contribuyendo a preservar la funcionalidad celular y mejorar la resiliencia bajo condiciones de desafío.**

