

## Uso de butirato sódico protegido como antioxidante en la alimentación de broilers



**La prohibición en el uso de antibióticos como promotores del crecimiento ha propiciado que la industria avícola se haya centrado en los últimos años en la búsqueda de nuevas estrategias de alimentación para mejorar el rendimiento mediante el incremento en la eficiencia de la utilización de nutrientes, manteniendo y mejorando la salud de las aves. En este sentido los ácidos orgánicos entre los que se encuentra el ácido butírico, y sus sales, son considerados seguros y están aprobados como aditivos para su incorporación en los piensos por la mayoría de los estados miembros de la UE (Abd El-Hack et al., 2022; El-Saadony et al., 2022).**

**Ana Isabel Rey<sup>1\*</sup>, José Segura<sup>2</sup>, Cristina Higuera<sup>1</sup>, Almudena de-Cara<sup>1</sup>, Beatriz Saldaña<sup>3</sup>**

- 1- Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid (UCM). \*Autor para correspondencia: anarey@ucm.es
- 2- Sección Departamental de Farmacia Galénica y Tecnología Alimentaria, Facultad de Veterinaria (UCM).
- 3- Nuevas Tecnologías de Gestión Alimentaria S.L., C/Marconi, 9, Coslada, 28823 Madrid, España

**E**l ácido butírico es un ácido graso volátil de cadena corta que se produce naturalmente en el intestino de los animales monogástricos y en el rumen de los rumiantes a partir de la fermentación bacteriana de diferentes componentes del alimento, principalmente de la fibra, proteínas y del almidón no digerido (Bedford & Gong, 2018).

De hecho, se trata de un compuesto necesario para el óptimo desarrollo y un buen mantenimiento del epitelio del tracto gastrointestinal inferior ya que al igual que otros ácidos orgánicos de cadena corta es capaz de ejercer una función antimicrobiana e intervenir en las poblaciones de bacterias patógenas, favoreciendo el predominio de las especies saprofitas.

El efecto antimicrobiano del ácido butírico se conoce desde principios del siglo pasado (El-Saadony et al., 2022). La forma no disociada de este ácido le permite atravesar la membrana de los microorganismos patógenos por difusión. Una vez dentro, por la diferencia entre el pH bacteriano y el pKa del ácido, se disocia liberando protones (H<sup>+</sup> o H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) al medio que provocan una bajada del pH intracelular. Esto produce una interrupción en la síntesis y el transporte de nutrientes, así como en el metabolismo energético del microorganismo patógeno, llegando a producir, en muchos casos, la muerte de la bacteria (Melaku et al., 2021).

Además, el ácido butírico actúa como fuente de energía para los enterocitos, y favorece la proliferación y diferenciación de las células epiteliales, lo que contribuye a la renovación y reparación del revestimiento intestinal. Como consecuencia se estimula el crecimiento de las vellosidades intestinales y disminuye la profundidad de las criptas (Kaczmarek et al., 2016), haciendo que haya una mayor superficie para la absorción de nutrientes.

Gracias a esto se promueve el crecimiento de bacterias beneficiosas que compiten con las bacterias patógenas. Al disminuirse la colonización patógena de la pared intestinal, se producen menos compuestos tóxicos, que resultan en un menor daño a las células epiteliales y también aumenta la disponibilidad de nutrientes para las bacterias beneficiosas del huésped (Qaisrani et al., 2015).

A pesar de todos sus conocidos beneficios, se trata de un compuesto que pre-

senta alta volatilidad, olor desagradable y corrosividad en su forma libre. Además, se ha demostrado que el ácido butírico libre se absorbe en su mayoría en el tracto gastrointestinal superior, impidiendo que llegue en concentración adecuada al intestino grueso y delgado, donde ejerce las funciones anteriormente descritas. Para solucionar los problemas asociados a la administración de su forma libre se han desarrollado productos basados en acilglicéridos de butirato, sales de ácido butírico (Bedford & Gong, 2018), así como la encapsulación de sus sales (de-Cara et al., 2023; Jiménez et al., 2023).

Alguna de estas formas químicas protegidas se ha observado que, además de las ya indicadas acciones propias del ácido butírico sobre el aparato digestivo, podría ejercer un efecto positivo sobre la actividad de enzimas digestivas y secreciones pancreáticas, produciendo en global mejoras en el crecimiento y rendimiento productivo de aves (Levy et al., 2015; Sikandar et al., 2017). Incluso se han descrito interesantes funciones a nivel orgánico. De hecho, cuando el butirato sódico se administra en su forma protegida podría presentar acción antioxidante debido a los efectos positivos sobre los niveles de ciertas enzimas antioxidantes a nivel celular (Zhang et al., 2011). Sin embargo, la información disponible al respecto es escasa y los aspectos relacionados con sus efectos sobre la calidad del producto final apenas se han evaluado.

En un estudio reciente llevado a cabo a través de una colaboración entre la empresa Nutega y la Universidad Complutense de Madrid (de-Cara et al., 2023), se ha investigado el potencial efecto antioxidante de la suplementación de la forma protegida de butirato sódico en comparación con el uso de una mezcla de extractos procedentes de diversas plantas y principalmente compuesta por principios bioactivos de la uva y la hoja de olivo. Para ello se utilizaron 1.320 pollos broilers que se distribuyeron en grupos de 22 broilers por box de forma que se utilizaron dos niveles de butirato sódico protegido (0 vs 2 g/kg) y dos niveles de la mezcla de extracto de plantas (0 vs 2 g/kg). La suplementación se llevó a cabo en todo el ciclo completo de crecimiento durante 40 días. El butirato sódico empleado contenía un 54 % de butirato sódico protegido, mientras que la mezcla de extractos de plantas estuvo compuesta por principios bioactivos como el hidroxitirosol, oleuropeína, resve-



ratrol, ácido maslínico y en menor medida o-pineno timol y carvacrol.

Las aves suplementadas con un 2 g/kg butirato sódico protegido en el pienso presentaron *in vivo* un mejor estatus oxidativo que el grupo que no recibió el suplemento, lo que se reflejó por la mayor concentración de la enzima superóxido dismutasa (SOD) a nivel plasmático (Figura 1). Esta enzima, junto con otras enzimas antioxidantes como la catalasa y la glutatión peroxidasa (GPx), tienen capacidad de captar sustancias reactivas al oxígeno (ROS) a nivel celular protegiendo al organismo del desequilibrio entre antioxidantes/oxidantes que puede provocar alteraciones fisiológicas y la aparición de enfermedad.

Otros autores, utilizando dosis inferiores de butirato sódico, también observaron efectos similares (Lan et al., 2020). Sin embargo, resulta destacable el hecho de que la concentración de esta enzima en los animales que recibieron la suplementa-

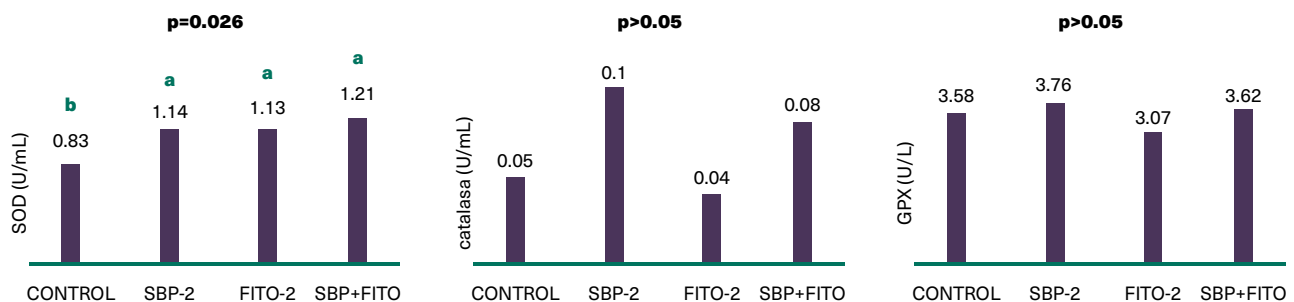
ción con butirato sódico fue similar a la encontrada en el grupo que recibió el suplemento a base de compuestos fitogénicos. El uso de extractos de plantas debido a su riqueza en compuestos bioactivos es una estrategia bien conocida para reducir el estrés oxidativo (Abdel et al., 2020), y el hecho de que la administración de 2 g/kg de butirato sódico produjera un efecto similar demostraría su potente acción antioxidante. Sin embargo, la suplementación de ambos compuestos en el pienso de broilers no produjo un efecto aditivo y en base a los resultados encontrados *in vivo* sería más interesante el uso independiente de cada uno de ellos.

**Figura 1.** Concentración plasmática de las enzimas antioxidantes superóxido dismutasa (SOD), catalasa y glutatión peroxidasa (GPx) como indicadores del estatus oxidativo de pollos suplementados con las dietas experimentales: Control, SBp-2 (2 g/kg butirato sódico protegido), Fito-2 (2 g/kg extracto de plantas), Sbp+Fito (2 g/kg buti-

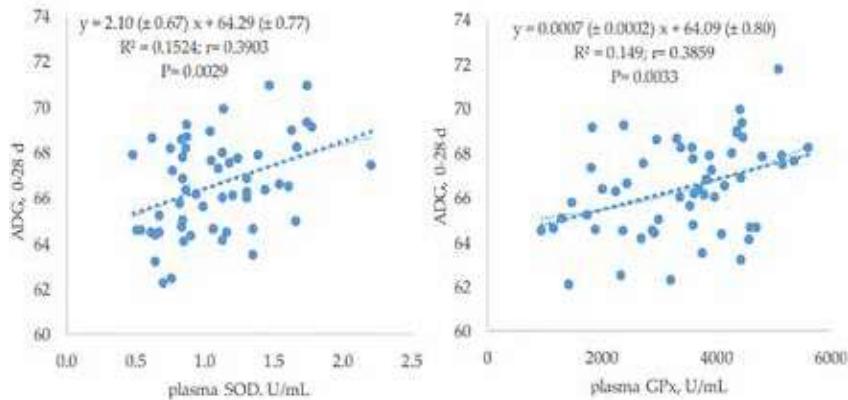
rato sódico protegido y 2 g/kg de extracto de plantas). Elaborado a partir de datos de de-Cara et al. (2023)

Otro aspecto relevante observado en dicho estudio (de-Cara et al., 2023) es que la mejora en el estado oxidativo *in vivo* estuvo directamente relacionada con la ganancia media diaria (ADG) al inicio y final del periodo de crecimiento. De forma que la ADG de 0-28 días aumentó de forma lineal según se incrementaron las enzimas antioxidantes plasmáticas SOD y GPx (Figura 2). Mientras que la ADG en todo el periodo de crecimiento (0-40 días) estuvo inversamente relacionada con la concentración de sustancias derivadas de la oxidación a nivel plasmático (TBARS). El hecho de que el animal esté expuesto a un desequilibrio entre oxidantes/antioxidantes a nivel celular no solo puede afectar a la respuesta inmunitaria sino también al gasto en nutrientes que puede desembocar en peores rendimientos productivos (Hall et al., 2010).

**Figura 1**



**Figura 2**



**Figura 2.** Relación entre la ganancia media diaria (ADG) (0-28 días) y la concentración plasmática de enzimas antioxidantes superóxido dismutasa (SOD) y glutatión peroxidasa (GPx) (de-Cara et al., 2023).

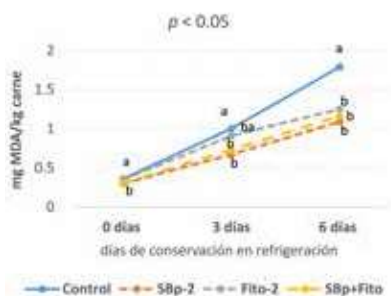
Uno de los resultados más destacados de este estudio fue el efecto observado sobre el producto final y en particular sobre la vida útil de la carne de pollo. De modo que la administración de 2 g/kg de butirato sódico protegido mejoró de forma significativa la estabilidad de la pechuga, retrasando la oxidación lipídica, lo que se puso de manifiesto por la menor concentración de malondialdehído (MDA) a lo largo de proceso de conservación en refrigeración (Figura 3).

La ingestión de radicales libres y de algunos productos finales de oxidación se han asociado con el desarrollo de enfermedades degenerativas en el consumidor, lo que cada vez crea mayor preocupación social. Además, una oxidación excesiva en el producto fresco conlleva la presencia

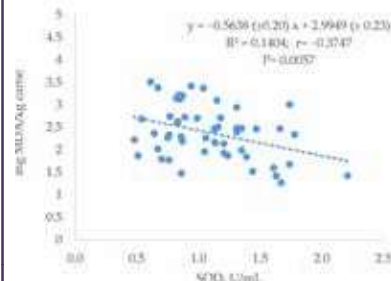
de aroma y olores desagradables, decoloración etc., por lo que lo recomendable es tratar de controlar este tipo de reacciones. Otros autores, utilizando dosis inferiores de butirato sódico microencapsulado (Zhang et al., 2011), observaron también cierto efecto antioxidante sobre el producto final bajo condiciones de estrés inducida por corticosteroides.

Sin embargo, lo más relevante del presente estudio fue la comparación del efecto antioxidante del butirato sódico protegido respecto al observado por la administración del extracto de plantas (de-Cara et al., 2023) y los efectos derivados de la combinación de ambos compuestos. De hecho, la administración del extracto de plantas en el pienso también produjo un efecto positivo sobre el control de la estabilidad lipídica de la pechuga a la oxidación, aunque la utilización del butirato sódico protegido resultó ser más efectiva y se prolongó más a lo largo del tiempo (Figura 3).

**Figura 3**



**Figura 4**



Además, la combinación de ambos compuestos en la alimentación fue más efectiva a partir de 6 días de conservación de la carne en refrigeración. La carne de pollo se caracteriza por tener un alto contenido en ácidos grasos poliinsaturados lo que la hace especialmente propensa a padecer reacciones de oxidación por lo que la suplementación con butirato sódico a las dosis indicadas en el pienso de broilers sería una opción muy interesante para prolongar la vida útil y al fin y al cabo ofrecer al consumidor un producto de mejor calidad y más saludable.

**Figura 3.** Concentración de malondialdehído (mg MDA/kg carne) en la pechuga a diferentes tiempos de conservación en refrigeración como indicador de la estabilidad lipídica a la oxidación según la suplementación dietética: Control, SBp-2 (2g/kg butirato sódico protegido), Fito-2 (2 g/kg extracto de plantas), SBp+Fito (2 g/kg butirato sódico protegido y 2 g/kg de extracto de plantas). Elaborado a partir de datos de de-Cara et al. (2023).

Además, la presencia de sustancias derivadas de la oxidación lipídica en la pechuga guardó una relación lineal inversa con la concentración plasmática de la enzima antioxidante SOD (Figura 4.) como indicador del estatus oxidativo in vivo.

**Figura 4.** Relación entre la concentración plasmática de la enzima antioxidante superóxido dismutasa (SOD) y la concentración de compuestos derivados de la oxidación en la carne (de-Cara et al., 2023).

En conclusión, aunque ambos el butirato sódico protegido y el extracto de plantas mostraron efectos protectores semejantes frente al stress oxidativo in vivo, la suplementación del pienso con 2 g/kgde butirato fue más efectiva para retrasar las reacciones de oxidación de la pechuga desde los primeros días de conservación. Los motivos podrían estar relacionados con cambios en la composición de la carne por la acción del butirato. El control del estatus oxidativo in vivo es un aspecto al que se debe prestar la debida atención para no alterar el equilibrio fisiológico del individuo y en consecuencia no se incremente el gasto en nutrientes, además de guardar una relación directa con la calidad del producto final.

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