

Consideraciones sobre el uso de aceites esenciales, taninos, curcumina y ácidos orgánicos en la producción avícola como alternativas a los antimicrobianos

TERESA M. HOFFMANN, DANTE J. BUENO, JUAN D. LATORRE y
GUILLERMO TELLEZ-ISAÍAS

Una tendencia creciente hacia una producción sostenible y libre de antibióticos está siendo impulsada por regulaciones más estrictas y un creciente deseo de los consumidores por productos avícolas libres de antibióticos. Esto ha provocado una búsqueda más intensa de alternativas naturales efectivas. Los aditivos fitogénicos para alimento (PFA), también llamados fitobióticos o fitoquímicos, han surgido como candidatos prometedores debido a sus beneficios como promotores del crecimiento, antimicrobianos e inmunomoduladores. Habitualmente administrados por la alimentación, el agua o in ovo, los PFAs incluyen aceites esenciales, taninos y curcumina. Los aceites esenciales, parte de la familia de los terpenoides, presentan perfiles químicos complejos que proporcionan tanto efectos antimicrobianos como antiinflamatorios. Los taninos, que son compuestos polifenólicos, se presentan en diversas formas (condensados, hidrolizables y florotanínicos) y desempeñan un papel importante en el apoyo a la salud intestinal y al control de patógenos. La curcumina, extraída de los rizomas de la planta *curcuma*, tiene beneficios antioxidantes y antiinflamatorios. Además de los PFAs, los ácidos orgánicos y sus sales se han incluido en la nutrición avícola durante años. Apoyan el rendimiento modulando el pH intestinal e inhibiendo las bacterias patógenas. Por ello, esta revisión examina el mecanismo de acción, la eficacia, las limitaciones y las estrategias de optimización de estos compuestos, destacando su potencial como alternativas viables a los antibióticos para la alimentación con el fin de mejorar la salud y productividad de las aves, alineándose con las expectativas de los consumidores para una producción sostenible.

Macrófagos avícolas como guardianes del sistema inmunitario: papel en las enfermedades y efecto de los nutrientes en su biología

MUHAMMAD FAISAL, ABDUR REHMAN, AMNA SALEEM,
MUHAMMAD AKRAM KHAN y ZAIB YOUR REHMAN

Los macrófagos son leucocitos que desempeñan un papel en la inmunidad innata y adaptativa. Estas células provienen del saco vitelino

y del hígado durante el desarrollo embrionario. Durante la etapa post-eclosión, provienen de monocitos que han migrado de la médula ósea al tejido. Esta migración depende de estímulos tisulares, que también regulan la fisiología de los macrófagos y los activan en tipos M1 y M2. Los macrófagos del tipo M1 son de naturaleza proinflamatoria y secretan mediadores inflamatorios. En comparación, los macrófagos del tipo M2 producen mediadores antiinflamatorios. Los macrófagos reconocen patógenos a través de varios receptores, los fagocitozan y los eliminan mediante diferentes vías microbidas y producen mediadores que atraen a otras células inmunitarias para participar en la defensa del huésped. Los macrófagos desempeñan un papel crucial en diferentes enfermedades virales, bacterianas, parasitarias y fúngicas de las aves domésticas. Algunos patógenos han desarrollado mecanismos para evadir la muerte mediada por macrófagos, aumentando así su patogenicidad y virulencia. Paralelamente, las estrategias racionales de diseño de las vacunas que activan los receptores de macrófagos utilizando ligandos definidos, representan un enfoque prometedor para mejorar la protección inducida por la vacuna y aumentar la eficacia de esta en las aves domésticas. La deficiencia o suplementación de nutrientes (por ejemplo, aminoácidos, lípidos, carbohidratos, minerales, vitaminas, prebióticos y probióticos) puede modular la biología de los macrófagos y, en consecuencia, la susceptibilidad a enfermedades.

Del desecho a la riqueza: el panorama actual y potencial futuro para transformar las plumas de aves en productos de valor añadido

PAVAN KUMAR, NEELESH SHARMA, NITIN MEHTA, AKHILESH K VERMA, PRAMILA UMARAW, MOHAMMAD RASHEDI ISMAIL-FITRY, AWIS QURNI SAZILI y YOUNG-OK SON

Las plumas, compuestas principalmente por proteína de queratina, constituyen residuos significativos generados durante la producción avícola. Las plumas son una fuente sostenible y económica de queratina. La queratina es un biomaterial hidrofílico, no quemado y biodegradable, que podría utilizarse para extraer nutrientes y proteínas valiosos para alimentos, piensos, envases y fines no alimenticios. La mayoría de estos se eliminan de forma ineficiente como por incineración y en vertederos, lo que conduce a una contaminación ambiental. El alto contenido de cistina y serina, así como las interacciones no covalentes (como enlaces de hidrógeno, fuerzas electrostáticas e hidrofóbicas) y las interacciones covalentes (enlaces disulfuro), hacen que la cadena

polipeptídica sea superenrollada y resistente a la hidrólisis habitual o a la acción proteolítica. Tradicionalmente, la hidrólisis de las plumas se realiza utilizando álcalis fuertes, ácidos o acción enzimática para obtener aminoácidos. Estos procesos son altamente intensivos en energía, generan compuestos tóxicos y grandes cantidades de residuos. Además, afectan negativamente a la calidad de los productos finales. La aplicación de queratinasa microbiana podría ser un proceso eficaz, pero lento, que debe combinarse con otros métodos para lograr una degradación rápida. Para aliviar estas preocupaciones se han utilizado varios enfoques novedosos en la hidrólisis de las plumas, como la explosión de agua sobrecalentada y vapor, la ultrasonificación y la hidrólisis química asistida por microondas. La presente revisión ha analizado críticamente el estado actual de la valoración de las plumas como productos de valor añadido y la aplicación de nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia del proceso.

Aflatoxinas y salud avícola: comprensión actual, progreso diagnóstico y perspectivas de control

NEHRA NEETU, SARTHAK GILL, SIDDHARTH DESWAL y DEEPIKA LATHER

La aflatoxicosis en las aves domésticas es un problema multifacético que supone graves amenazas para la salud animal, la productividad y la seguridad pública en todo el mundo. El problema proviene de la ingestión de piensos contaminados con aflatoxinas, producidas principalmente por *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus* en condiciones agrícolas y de almacenamiento adversas, especialmente en ambientes cálidos y húmedos. Una vez consumidas, las aflatoxinas se metabolizaban en el hígado en compuestos reactivos que alteran las funciones celulares, provocando hepatotoxicidad, inmunosupresión, reducción del crecimiento, mayor vulnerabilidad a infecciones y, en casos graves, muerte. Patológicamente, la aflatoxicosis se caracteriza por una hipertrofia hepática, degeneración grasa, hiperplasia de conductos biliares y hemorragias. El diagnóstico de la aflatoxicosis implica una evaluación clínica, los hallazgos de la necropsia, histopatología y detección de las mismas en el pienso y los tejidos. Más allá de la salud animal, los residuos de aflatoxinas pueden acumularse en los productos avícolas, representando un riesgo para la salud humana, especialmente el cáncer de hígado y los deterioros del crecimiento en las poblaciones vulnerables. Un control eficaz requiere un

enfoque holístico, que incluya buenas prácticas agrícolas y de almacenamiento, pruebas rutinarias de alimentación y el uso de aglutinantes de toxinas para reducir la biodisponibilidad. Las estrategias a largo plazo deberían centrarse en desarrollar variedades de cultivos resistentes, mejorar las tecnologías de detección de los hongos e implementar agentes de control biológico para superar a los hongos toxigénicos. Es esencial una comprensión integral de cada etapa en la vía de la contaminación y la enfermedad para establecer unas medidas sostenibles de prevención y mitigación.

Intervenciones nutricionales para aliviar el impacto de la aflatoxina B₁ y la ocratoxina A en las aves domésticas: revisión de estrategias naturales y biotecnológicas

SHEREEN S.E. ABDELMOTALEB, AHMED A. A. ABDEL-WARETH,
DOAA M. SABER y ABDALLAH A. GHAZALAH

Las micotoxinas como la aflatoxina B₁ (AFB₁) y la ocratoxina A (OTA) son contaminantes muy extendidos en el pienso para las aves, afectando gravemente a la salud y el rendimiento de las mismas. Estos metabolitos tóxicos contribuyen a diversos efectos adversos, incluyendo lesiones hepáticas y renales, supresión del sistema inmunitario y reducción del ritmo de crecimiento. Dadas las limitaciones de los métodos tradicionales de descontaminación, las estrategias nutricionales han generado atención como alternativas sostenibles para mitigar la toxicidad de las micotoxinas en las aves. Esta revisión examina una variedad de enfoques nutricionales, centrándose en los antioxidantes, los agentes que se unen a las micotoxinas, los compuestos de origen vegetal, los probióticos y las innovaciones nanotecnológicas. Los antioxidantes como las vitaminas E y C, junto con compuestos como la silimarina y la curcumina, ayudan a reducir el daño oxidativo y a proteger la función de los órganos. Los aglutinantes de micotoxinas, incluyendo las zeolitas, los derivados de levadura y los minerales arcillosos, se unen a las toxinas del tracto gastrointestinal para impedir su absorción y propagación sistémica. Los probióticos y las microalgas funcionales promueven la salud intestinal y mejoran las respuestas inmunitarias, mientras que las soluciones basadas en nanotecnología, como la nano-curcumina, aumentan la biodisponibilidad de los fitoquímicos beneficiosos. Los aditivos fitogénicos, incluidos los aceites esenciales y los polifenoles vegetales, proporcionan efectos protectores multifacéticos al reducir la inflamación, mejorar la integridad intestinal y reforzar la

inmunidad. Estas intervenciones representan un enfoque integrado y práctico para contrarrestar la contaminación por micotoxinas, mejorando en última instancia la salud avícola, la eficiencia de la producción y la seguridad alimentaria. Emplear estas estrategias nutricionales ofrece una vía prometedora para mejorar la resiliencia de las aves ante su exposición a las micotoxinas, beneficiando tanto al bienestar animal como a la salud pública.

Contaminación por aflatoxina en la producción comercial de huevos: revisión sistemática y meta-análisis

KÁTIA MARIA CARDINAL, ANA CAROLINA FLUCK, GIOVANNA RAMOS CAMPONOGARA, FILIPE DE MOURA LYRA y PAULA GABRIELA DA SILVA PIRES

Las aflatoxinas son micotoxinas producidas por hongos *Aspergillus*, habitualmente encontradas en los piensos para las aves domésticas, ingredientes y otros productos agrícolas. En gallinas ponedoras comerciales la exposición dietética a aflatoxinas puede afectar el rendimiento productivo y la calidad de los huevos. Este estudio ha tenido como objetivo realizar una revisión sistemática y un meta-análisis para evaluar el impacto de la contaminación por aflatoxinas en la producción y el peso del huevo en gallinas ponedoras. Se buscaron en cuatro bases de datos (Web of Science, Scopus, PubMed y SciELO) siguiendo las directrices PRISMA. Se aplicaron criterios de inclusión y se extrajeron datos de los estudios experimentales elegibles. Los niveles de contaminación por aflatoxina se clasificaron como control (sin contaminación), bajos (≤ 4000 ppb) y altos (> 5000 ppb). Se realizaron análisis estadísticos para evaluar los efectos del tratamiento. Dieciséis estudios experimentales cumplieron los criterios de inclusión. La contaminación por aflatoxinas redujo significativamente la producción de huevos (control: 79,4%; bajo: 68,7%; alto: 59,5%) y el peso de estos (control: 62,7 g; bajo: 60,9 g; alto: 55,0 g). Los efectos negativos dependían de la dosis y eran más pronunciados con duraciones prolongadas de exposición. Las aflatoxinas dietéticas afectan negativamente a los parámetros de rendimiento en las gallinas ponedoras. Las estrategias preventivas y el seguimiento de la contaminación de los alimentos son esenciales para mantener la eficiencia productiva y garantizar la seguridad alimentaria.

Avances en la investigación sobre la tecnología del procesamiento del pienso para las aves de la mosca soldado negra

BIN WANG, SHUHAN ZHANG, YONGGUO LI, YONG RAO,
SHAICHENG ZHU y XUGAN WU

La mosca soldado negra es rica en proteínas y grasas, lo que ayuda a mejorar el ritmo de crecimiento, la inmunidad y la resistencia a enfermedades de las aves. Puede sustituir a los piensos proteicos tradicionales como la harina de soja y la harina de pescado (FM), mostrando un gran potencial de desarrollo. Sin embargo, el exoesqueleto contiene un alto contenido de quitina. Una cantidad adecuada de quitina favorece el crecimiento de las aves domésticas, pero causa dificultades en la molienda y el procesamiento. Un exceso de quitina causa problemas, como dificultades en la molienda y el procesado, afecta al ritmo de utilización del pienso y el crecimiento de las aves, y las larvas de mosca soldado negra (BSFL) no pueden cubrir todas las necesidades nutricionales de las aves para su crecimiento, por lo que hay que procesarlas en harina para producir un alimento que sea más propicio para el crecimiento de las aves. Este artículo analiza sistemáticamente las tecnologías de procesamiento de la BSFL como pienso para las aves, ampliando los procedimientos sobre ello en crudo y refinado. Se comparan las técnicas de secado al aire caliente, liofilización y microondas durante la etapa de acabado de desbaste, así como el procesado de la mezcla de pulpa larvaria con ingredientes para los piensos para las aves durante la etapa de acabado. Tras comparar el contenido de pulpa de las larvas y las características tecnológicas de los piensos en los granulados y los extruidos, se concluye que la pulpa de las larvas es más adecuada para producir un alimento extruido. Analizando las propiedades tecnológicas de las cuatro etapas de procesamiento (mezcla primaria, secundaria, templaria y pulverización) se determina que añadir la pulpa de larva durante la etapa de templado es lo más razonable. La proporción óptima de pulpa a ingredientes para la alimentación oscila entre un 20~30% hasta un máximo del 64% para lograr la mejor calidad, un equilibrio nutricional y una vida útil del pienso extruido.

Naringin como promotor natural del crecimiento y la salud en las aves domésticas: revisión completa

AYMAN H. ABD EL-AZIZ, AHMED M. ELBAZ, ISLAM M. YOUSSEF, PERO EMAD AHMED, MOHAMMED A.E. NAIEL, MOHAMED E. ABD EL-HACK y AYMAN A. SWELUM

La naringina, un compuesto bioflavonoide derivado de los cítricos, tiene una estructura única que la convierte en un promotor natural eficaz del crecimiento para las aves domésticas. Sus propiedades antimicrobianas, antiinflamatorias y antioxidantes son cada vez más reconocidas como una alternativa sostenible a los promotores antibióticos tradicionales del crecimiento. Las investigaciones muestran que la naringina mejora el estado antioxidante de las dietas avícolas al aumentar los niveles de enzimas antioxidantes y reducir las especies reactivas de oxígeno dentro de las células. Además, sus efectos inmunomoduladores están muy vinculados a la estimulación tanto de las funciones inmunitarias celulares como de las innatas. Aunque los caracteres de la canal muestran una variación limitada, la naringina influye positivamente en la calidad de la carne al aumentar los ácidos grasos poliinsaturados y disminuir los saturados. Los resultados de rendimiento también son prometedores: para los broilers pues al incorporar entre 1,25 y 1,5 g/kg de naringina en su dieta mejora el crecimiento y la conversión del pienso. En las gallinas ponedoras una inclusión dietética del 0,2–0,4% mejora el rendimiento reproductivo y la producción de huevos. Económicamente, unos niveles moderados a altos de suplementación con naringina mejoran la rentabilidad, convirtiéndola en una opción práctica para las explotaciones avícolas comerciales. Sin embargo, persisten importantes lagunas de conocimiento respecto a la dosificación óptima para diversas especies, la seguridad a largo plazo y las interacciones con otros componentes dietéticos. Esta revisión pretende resumir la comprensión actual del papel de la naringina en la nutrición avícola e identificar las necesidades de investigación necesarias para su aplicación más amplia.

Revitalizar las aves domésticas rurales con fitobióticos: un camino natural hacia la sostenibilidad

MUHAMMAD WAQAS, MUHAMMAD WAQAR, SHER ALI JAWHAR, MUSTAFA SALMAN, ABDUR RAHMAN, JIBRAN HUSSAIN, SHAHID MEHMOOD, NOOR AHMAD NASTOH, MANAT CHAIJAN y SOHAIL AHMAD

La avicultura rural es muy importante para los lugares menos desarrollados ya que proporciona a muchas familias ingresos extra, comidas nutritivas y alimentos en los que pueden confiar. Normalmente, estos sistemas de pequeño tamaño en el patio trasero incluyen animales que deambulan u otros locales de la zona, con poca o ninguna atención sanitaria, y muchas acciones de bioseguridad. Por esta razón, las manadas avícolas rurales son muy susceptibles a enfermedades provenientes de bacterias, virus y parásitos, que reducen su desarrollo, su vida útil y su producción. Aunque los antibióticos se han utilizado a menudo para controlar infecciones y mejorar el rendimiento, su aplicación regular ha contribuido a que la resistencia antimicrobiana (RAM) se convierta en un problema importante, lo que significa que debemos encontrar otras formas seguras de tratar las infecciones. Los fitobióticos, compuestos de origen vegetal como aceites esenciales, saponinas, taninos, alcaloides y flavonoides, han ganado cada vez más atención como aditivos naturales para el pienso, capaces de mejorar la salud y la productividad de las aves. Presentan efectos antimicrobianos, antioxidantes, antiinflamatorios e inmunomoduladores, contribuyendo a una mejor función intestinal, una mejor utilización de nutrientes y un mejor rendimiento general. Además, mejoran la calidad de la canal y la carne, al mismo tiempo que reducen el riesgo de residuos químicos en los productos avícolas. Este estudio revisa el estado del uso de fitobióticos en la producción avícola, con énfasis en los sistemas rurales. Aunque existen abundantes evidencias de su aplicación en los broilers y las ponedoras comerciales, hay una investigación limitada centrada específicamente en aves domésticas rurales. Por ello, esta revisión recopila hallazgos tanto de sistemas de producción comercial como rural, señalando que la mayoría de los datos disponibles provienen de aves domésticas comerciales. Según esta evidencia, los fitobióticos muestran un fuerte potencial para mejorar la inmunidad, reducir la carga de patógenos, mejorar el ritmo de crecimiento y la calidad de la carne, y servir como alternativas eficaces a los antibióticos. Cuando se formulan adecuadamente e incorporan a la dieta avícola rural, pueden ayudar a mejorar la salud de las aves, reducir la susceptibilidad a las enfermedades y favorecer una mayor productividad en condiciones

difíciles de traspasar. En general, ampliar el uso de fitobióticos en las aves domésticas rurales representa una estrategia segura, sostenible y práctica para fortalecer la salud de las manadas, mejorar los medios de vida y reducir la dependencia de los antibióticos.

Cómo *Proteus mirabilis* desafía la seguridad de las aves domésticas: revisión sistemática que abarca la prevalencia, virulencia y resistencia a los antimicrobianos

BEATRIZ LERNIC SCHOEPS, DANILO HENRIQUE RABAÇAL ALVES, SOPHIA HAMADA MARTINS, BEATRIZ BRAGA SILVA, BRUNO HENRIQUE DIAS DE OLIVA y SERGIO PAULO DEJATO ROCHA

La avicultura se consolida como una actividad económica global destacada, proporcionando unas fuentes ampliamente accesibles de proteína animal. Mantener la calidad microbiológica durante todo el proceso de producción es fundamental. En los últimos años un número creciente de estudios ha informado de la presencia de *Proteus mirabilis* en las granjas avícolas, lo que genera preocupación debido a la virulencia y resistencia antimicrobiana de esta bacteria. *Se sabe que P. mirabilis* causa infecciones urinarias en los seres humanos, siendo un habitante habitual de la microbiota intestinal de los animales homeotérmicos. En comparación con otros patógenos como *Salmonella*, *Escherichia coli* y *Campylobacter*, existe una notable falta de investigación y revisiones que evalúen la prevalencia, virulencia, resistencia antimicrobiana y factores asociados relacionados con la presencia de *P. mirabilis* en la producción avícola. Para abordar esta carencia, realizamos una revisión sistemática siguiendo las directrices de Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). Mediante metaanálisis proporcionales, nuestros hallazgos revelaron que la prevalencia de *P. mirabilis* en los estudios de producción avícola es muy variable, con un valor del 42% (IC: 25–60%). En cuanto a la resistencia a los antimicrobianos, observamos altos niveles de resistencia a las penicilinas (70%, IC: 56–83%), cefalosporinas (33%, IC: 17–52%), aminoglucósidos (36%, IC: 25–47%) y quinolonas (68%, IC: 59–77%). En cuanto a los factores de virulencia, los perfiles fueron más homogéneos, aunque se analizaron con menos frecuencia, con una detección consistente de genes fimbriales, proteasas y hemolisinas. Además, varios genes de resistencia, a menudo localizados en elementos genéticos móviles, estaban ampliamente distribuidos. No pudimos identificar factores específicos,

como el país, el lugar o la fuente del aislamiento, que pudieran explicar la heterogeneidad observada. En conclusión, la presencia de *P. mirabilis* en la producción avícola representa una preocupación emergente, con datos de prevalencia y resistencia que subrayan la necesidad de una mejora del monitoreo ya que los datos no son uniformes y existe una variabilidad significativa entre diferentes estudios.

Bioseguridad sostenible: Aprovechar desinfectantes naturales para la sanidad de los huevos para incubar

KARIM EL-SABROUT, USMAN ELAHI, SOHAIL AHMAD, LISA VALLONE y GIOVANNI BUONAIUTO

Mantener rigurosos estándares de higiene en las granjas avícolas de reproducción antes de enviar los huevos a las plantas de incubación es esencial para prevenir la transmisión de patógenos, maximizar los nacimientos y garantizar la producción de pollitos sanos. Los desinfectantes sintéticos convencionales, aunque efectivos, generan preocupaciones sobre el impacto ambiental, el desarrollo de resistencia antimicrobiana y posibles residuos tóxicos. Esta revisión resume la evidencia actual sobre el uso de los desinfectantes naturales como alternativas sostenibles para el saneamiento de los huevos para incubar, con especial atención a sus mecanismos de acción, el espectro antimicrobiano y los efectos sobre la incubabilidad y la calidad de los pollitos. Los extractos de origen vegetal como timol, carvacrol, canela, jengibre y otros aceites esenciales, así como los ácidos orgánicos (por ejemplo, ácido láctico y cítrico) y los productos derivados de las abejas como el propóleo, han demostrado una actividad antibacteriana y antifúngica significativa contra los patógenos clave de las plantas de incubación, incluyendo *Salmonella enterica*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. La evidencia indica que estos agentes pueden reducir sustancialmente la contaminación microbiana en la superficie de la cáscara del huevo, manteniendo la viabilidad embrionaria y el rendimiento post-eclosión. Su biodegradabilidad y perfil de seguridad favorable los convierten en candidatos prometedores para su integración en los programas de bioseguridad, lo que podría reducir la dependencia de productos químicos sintéticos. Se requiere más investigación para estandarizar los protocolos de aplicación, evaluar la eficacia a largo plazo en condiciones comerciales, así como la rentabilidad para apoyar su adopción más amplia en la producción avícola.

Perspectivas sobre el eje intestino-hígado-mitocondrias en los broilers y su papel en la salud metabólica y la regulación nutricional: revisión

SHUO YANG, YAQI SONG, MENGXUAN SUN, ZIXUAN SU, WANYING QU y MIN HUO

Durante la producción intensiva de ganado y aves domésticas diversos factores de estrés como la alta densidad de población, las fluctuaciones ambientales y el desequilibrio nutricional pueden provocar una disfunción hepática e intestinal en los broilers. Existe una estrecha conexión fisiológica entre estos dos órganos. El deterioro de la barrera intestinal puede permitir que unas endotoxinas procedentes del intestino entren en la circulación portal, desencadenando así respuestas inflamatorias en el hígado. Por el contrario, las anomalías en la función hepática pueden afectar la homeostasis intestinal mediante la secreción de bilis y la liberación de mediadores inflamatorios. Estas interacciones forman el eje intestino-hígado y desempeñan un papel clave en la regulación del metabolismo nutricional del cuerpo, las respuestas inmunitarias y las defensas antioxidantes. Como núcleo central del metabolismo energético y la regulación redox, las mitocondrias son esenciales para mantener la funcionalidad del eje intestino-hígado y constituyen el eje intestino-hígado-mitocondrial. Este eje no solo influye en la producción de energía y la señalización celular, sino que también media en los efectos de las señales derivadas del intestino sobre la función mitocondrial hepática, afectando así la salud del organismo en su conjunto. Actualmente, la investigación sobre el eje intestino-hígado-mitocondrial se ha centrado principalmente en modelos humanos y mamíferos, mientras que los estudios en las aves domésticas siguen siendo limitados y los mecanismos subyacentes están en gran medida indefinidos. Esta revisión resume sistemáticamente las características estructurales y las relaciones funcionales del eje intestino-hígado-mitocondrial en los broilers, con especial atención a sus papeles en la regulación del metabolismo nutricional, las respuestas inmunitarias y las defensas antioxidantes. Además, explora cómo los factores nutricionales—incluidos los extractos vegetales, los probióticos, los microorganismos intestinales y los oligoelementos— pueden mejorar la salud y el crecimiento en los broilers, modulando el eje intestino-hígado-mitocondrial. Este objetivo es proporcionar una referencia para

investigaciones adicionales sobre el papel del eje intestino-hígado-mitocondrial en el mantenimiento de la salud en los pollos para carne.

La piel de ave como órgano adaptativo: Conocimientos moleculares y funcionales sobre la pigmentación, la termorregulación y la inmunidad

ARTI JANGRA, RITIKA GERA, REENA ARORA, RAJESH KUMAR, MEENA BAGIYAL, POOJA CHHABRA, UPASNA SHARMA, SONIKA AHLAWAT y REKHA SHARMA

La piel del ave es un órgano complejo que desempeña funciones multifacéticas en la fisiología, yendo más allá de su función como barrera física. Los últimos avances en las técnicas de secuenciación han revelado la rica heterogeneidad celular de la piel del ave, identificando los tipos celulares clave, como queratinocitos, melanocitos, fibroblastos, adipocitos y células inmunitarias que contribuyen a sus complejas funciones. La pigmentación en la piel del ave es resultado de una combinación de factores genéticos y el metabolismo de los carotenoides dietéticos. La piel facilita la termorregulación a través de su estructura y actividad celular y actúa como la primera línea de defensa del sistema inmunitario. Además, la piel facilita la cicatrización de heridas y las respuestas al estrés. Esta revisión explora los conocimientos moleculares y funcionales actuales sobre la piel del ave como interfaz dinámica para la pigmentación adaptativa, la termorregulación y la defensa inmunitaria. Al integrar los avances recientes de la genómica, la transcriptómica y los estudios funcionales esta revisión aclara cómo la interacción de los mecanismos moleculares relacionados con la piel sustenta la adaptabilidad de las gallinas. El conocimiento más profundo de estos procesos es muy relevante para la salud avícola, la reproducción y el desarrollo de razas resilientes adaptadas a unos ambientes variables y desafiantes.

Ochenta años de aceites esenciales: replanteando el rendimiento, la salud, la calidad de la carne y la función de la barrera intestinal en el pollo de engorde

MD. EMRAN HOSSAIN, UMME SALMA AMIN y MINARA BEGUM MUNNI

La revisión sintetiza 80 años de investigación sobre el uso de aceites esenciales (OE) en las dietas de broilers, destacando su impacto en el crecimiento, los parámetros de la salud, las características de la canal, la histomorfometría intestinal y las funciones de la barrera intestinal. La evidencia demuestra que los OE pueden aumentar la productividad en los broilers mediante la ingesta de pienso, el aumento de peso y la eficiencia del alimento, principalmente gracias a su acción antimicrobiana, sus efectos antiinflamatorios y la estimulación de los procesos digestivos. Su inclusión en el pienso mejora la calidad de la canal, mejorando el color, la ternura, el jugo, el contenido en proteínas y la vida comercial de la carne, al mismo tiempo que reducen las pérdidas en la cocción y mejoran la seguridad microbiológica. Los OEs influyen positivamente en la estructura y función intestinal al aumentar la altura de las vellosidades, fortalecer las proteínas de unión estrecha y estimular la secreción de mucina, mejorando así la absorción de nutrientes y la integridad de la barrera intestinal. También activan defensas antioxidantes a través de la vía de señalización Nrf2, reducen el estrés oxidativo y aportan beneficios para la salud como inmunomodulación, actividad antiinflamatoria y una mejora de la resistencia a los patógenos. Las OE estimulan además la producción de inmunoglobulinas, regulan las respuestas de las citocinas y reducen las infecciones por coccidios y las procedentes de la yacija. A pesar de muchas ventajas, es fundamental prestar atención a la dosis ya que una ingesta excesiva puede causar toxicidad. Los retos en la estandarización de los protocolos de extracción y aplicación ponen de manifiesto la necesidad de más investigaciones sobre las interacciones de los OE con otros aditivos para piensos, los efectos en el microbioma intestinal, la seguridad ambiental y la aceptación por parte del consumidor. Como alternativa antibiótica, los OE pueden contribuir sustancialmente a la sostenibilidad y rentabilidad de los sistemas de producción de los broilers. Se necesita una investigación continua para garantizar la integración segura, eficaz y económicamente viable de los aceites esenciales en las dietas de los broilers, sin comprometer el rendimiento, la salud y la calidad de la carne.

Desbloqueando la alimentación avícola sostenible: consecuencias nutricionales, regulatorias y sostenibles de productos alimenticios anteriores en las dietas avícolas

FARINA KHATTAK, CHRISTINA MULVENNA, RAMON MUNS, ILIAS KYRIAZAKIS y FIONA SHORT

La integración de productos alimentarios anteriores (FFP) en las dietas avícolas representa una estrategia comestible para el ser humano, mejorar la circularidad en los sistemas agroalimentarios y disminuir la huella ambiental de la producción avícola. Esta revisión sintetiza el conocimiento actual sobre la composición nutricional, la digestibilidad y las estrategias prácticas de inclusión para los FFP como la harina de panadería, los residuos de galletas, los residuos de pasta y los productos de confitería. Basándose en investigaciones tanto nacionales como internacionales, se evalúa su potencial para reemplazar parcialmente los cereales convencionales sin comprometer el rendimiento de las aves, la calidad del producto o el bienestar, siempre que se realicen ajustes en la formulación en cuanto al equilibrio de aminoácidos, el suministro de micronutrientes y la densidad energética del pienso. Se examinan consideraciones de seguridad y normativas, incluyendo los requisitos legislativos de la UE y el Reino Unido, la retirada de envases, el control microbiológico y el seguimiento de contaminantes. La revisión también aborda las percepciones de los consumidores, señalando que la terminología y la transparencia influyen fuertemente en la aceptación pública de los productos basados en FFP. Los impactos ambientales y económicos se exploran mediante la evaluación del ciclo de vida, que muestra que desviar los FFP adecuados de los flujos de residuos hacia las dietas avícolas puede reducir significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero, el uso del suelo y los costes de pienso, al mismo tiempo que se retienen los nutrientes dentro de la cadena alimentaria. Los principales retos incluyen la variabilidad de nutrientes, las fluctuaciones estacionales en el suministro y los datos limitados del rendimiento a largo plazo, especialmente para las gallinas ponedoras. Esta revisión identifica las principales carencias de conocimiento y propone una hoja de ruta para el uso responsable y escalable de los FFP en la nutrición avícola. Realizar el máximo potencial de las FFP en los sistemas de alimentación sostenibles requerirá esfuerzos coordinados entre la investigación, la industria y la política.

Los probióticos en la producción avícola: combatiendo las especies de *Salmonella* y mejorando la seguridad alimentaria

PATRÍCIA GIOVANA HOEPERS, ANA CAROLINA PRADO SOUSA, MARIA VITÓRIA MENDES FELIX COSTA, SIMONE SOMMERFELD, EUGÉNIE HUILLET y BELCHOLINA BEATRIZ FONSECA

Las especies de salmonella representan unas amenazas significativas para la salud de las aves y/o la seguridad alimentaria humana. El uso de probióticos en la producción avícola ha surgido como una estrategia fundamental para combatir las infecciones por *Salmonella* y mejorar la seguridad alimentaria. Esta revisión explora el papel de los probióticos en la mitigación de *Salmonella* spp., destacando su mecanismo de acción, las perspectivas actuales e introduciendo enfoques futuros para su empleo en la producción avícola con el fin de mejorar el control de patógenos. Los probióticos han demostrado ser prometedores en la reducción de la colonización por *Salmonella* y la infección en las aves domésticas. Sin embargo, debido al alto número de serotipos de *Salmonella* y a las características específicas de cada cepa de cada especie probiótica, es esencial seleccionar unos probióticos altamente seguros que carezcan de resistencia a los antibióticos y sean específicamente efectivos contra la cepa objetivo de *Salmonella* presente en una región concreta o, idealmente, contra la mayor variedad posible de serotipos. Los métodos analíticos avanzados para la caracterización de probióticos contribuyen a una selección más precisa. Además, deben estudiarse nuevas cepas, incluidos los probióticos de próxima generación, para ampliar las opciones de control.

Seguimiento de la filogeografía de virus de la influenza aviar altamente patógenos H5N1 en Indonesia (2003–2024)

SAIFUR REHMAN, SHAKEEB ULLAH, ALI ZAMAN, UZMA ASHRAF, MUHAMMAD INAM ULLAH MALIK, MUHAMMAD NAJMUS SAQIB, SHAHZADA KHURRAM ADRIAN SHAH, KHALID KHAN, MOHAMMAD QASIM, TAUQEER AHSAN y TEGUH HARI SUCIPTO

Indonesia ha experimentado brotes de HPAI H5N1 desde 2003, habiendo detectado su primer caso humano en 2005. Este estudio investiga la filogeografía y evolución genética de virus H5N1 altamente patógenos de la influenza aviar (HPAI) en Indonesia desde 2003 hasta

2024, revelando una diversidad genética significativa y dinámicas de reagrupamiento. El análisis filogeográfico del gen de la hemaglutinina (HA) indica múltiples introducciones virales independientes en Indonesia, las primeras en Vietnam alrededor de 2003-2004 y las incursiones posteriores desde Bangladés, Timor-Leste y China. Los virus H5N1 mostraron una evolución continua, caracterizada por clados y subclados distintos, especialmente el clado 2.1, que se diversificó significativamente mediante la remezcla con cepas de influenza aviar de baja patogenicidad. El gen de la neuraminidasa (NA) también mostró una diversidad genética sustancial, destacando mutaciones vinculadas a la resistencia antiviral. Los análisis genómicos de genes internos ilustraron estrechos vínculos genéticos con cepas contemporáneas de H5N1 en el sudeste asiático y eventos notables de reagrupamiento. Además, se identificaron sustituciones específicas de aminoácidos en proteínas virales en relación con la adaptación de mamíferos y un aumento de su virulencia, especialmente en las proteínas AH y polimerasa. Estos hallazgos subrayan la necesidad de una vigilancia genómica continua para monitorizar la evolución viral y mitigar los riesgos para la salud pública relacionadas a la posible propagación zoonótica.