



Avances científicos recientes en la calidad de vida de los animales en la producción avícola

Recent scientific advances in the quality of life of animals in poultry production

Saavedra-Mera, Karina Auxiliadora ^{1*}

¹ Universidad Cesar Vallejo, Ecuador, Esmeraldas; <https://orcid.org/0000-0002-8940-7223>, kasaavedra@ucvvirtual.edu.pe

* Autor Correspondencia



<https://doi.org/10.70881/hnj/v1/n4/25>

Cita: Saavedra-Mera, K. A. (2023). Avances científicos recientes en la calidad de vida de los animales en la producción avícola. *Horizon Nexus Journal*, 1(4), 1-15. <https://doi.org/10.70881/hnj/v1/n4/25>

Recibido: 08/08/2023
Revisado: 15/08/2023
Aceptado: 23/08/2023
Publicado: 31/10/2023



Copyright: © 2023 por los autores. Este artículo es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional. (CC BY-NC).

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Resumen: La intensificación de la producción avícola plantea desafíos significativos en cuanto al bienestar animal. Este estudio tiene como objetivo revisar los avances recientes en la mejora de la calidad de vida de las aves en producción intensiva, analizando innovaciones tecnológicas, ajustes en el diseño de alojamiento, mejoras nutricionales y estrategias para reducir el estrés. La metodología utilizada incluyó una revisión exhaustiva de literatura en Scopus, evaluando estudios entre 2019 y 2024 que abordaran la calidad de vida en avicultura intensiva. Los principales hallazgos indican que el monitoreo de precisión con sensores e inteligencia artificial permite intervenciones tempranas en la salud y comportamiento de las aves. Además, el diseño de sistemas de alojamiento enriquecidos facilita comportamientos naturales, lo que reduce el estrés y la agresión. Los avances en nutrición, como el uso de metionina y aditivos naturales, han mejorado la salud inmunológica y ósea, mientras que las estrategias de iluminación y transporte humanitario disminuyen el impacto del estrés. En conclusión, estas prácticas contribuyen a una industria avícola más ética y eficiente, destacando que el bienestar animal es esencial para la sostenibilidad y rentabilidad a largo plazo.

Palabras clave: bienestar animal; producción avícola; monitoreo de precisión; enriquecimiento ambiental; nutrición avícola.

Abstract: The intensification of poultry production poses significant animal welfare challenges. This study aims to review recent advances in improving the quality of life of poultry in intensive production, analyzing technological innovations, adjustments in housing design, nutritional improvements and strategies to reduce stress. The methodology used included a comprehensive literature review in Scopus, evaluating studies between 2019 and 2024 that addressed quality of life in intensive poultry farming. The main findings indicate that precision monitoring with sensors and artificial intelligence enables early interventions in bird health and behavior. In addition, the design of enriched housing systems facilitates natural behaviors, which reduces stress and aggression. Advances in nutrition, such as the use of methionine and natural additives, have improved immune and bone health, while humane lighting and transport strategies decrease the impact of stress. In conclusion, these practices contribute to a more ethical and efficient poultry industry, highlighting that animal welfare is essential for long-term sustainability and profitability.

Keywords: animal welfare; poultry production; precision monitoring; environmental enrichment; poultry nutrition.

1. Introducción

La introducción del artículo "Avances Científicos Recientes en la Calidad de Vida de los Animales en la Producción Avícola" aborda un tema de creciente interés en el ámbito científico y productivo, que responde a la demanda global de mejorar el bienestar de los animales de granja, en especial de las aves de corral. En la industria avícola, la intensificación de los sistemas de producción ha llevado a un aumento en los desafíos relacionados con el bienestar animal, lo cual incluye el manejo adecuado del estrés, la salud física y el comportamiento natural de las aves (Komlósi, 2022). Esta situación no solo afecta la calidad de vida de los animales, sino que también tiene un impacto significativo en la eficiencia de la producción, debido a que el bienestar animal se ha relacionado positivamente con la productividad y la calidad de los productos avícolas (Hartcher et al., 2015).

La producción avícola moderna se caracteriza por sistemas intensivos que, aunque optimizan la eficiencia, plantean varios desafíos para el bienestar animal. Estos sistemas a menudo limitan el espacio, la movilidad y el acceso a comportamientos naturales, lo cual resulta en estrés crónico y problemas de salud como lesiones óseas, dermatitis de la almohadilla plantar y enfermedades respiratorias (Harrison, 1964; Huertas et al., 2014). Estas afecciones no solo comprometen la calidad de vida de los animales, sino que también generan preocupaciones éticas y económicas debido al creciente escrutinio público y regulatorio sobre el trato adecuado a los animales de granja (Keeling, 2009). Como consecuencia, las normas de bienestar han evolucionado, exigiendo a los productores adaptar sus prácticas a requisitos más estrictos que buscan reducir los efectos negativos del confinamiento intensivo.

Varios factores afectan el bienestar de las aves en sistemas de producción avícola. Entre ellos, el diseño de las instalaciones, la densidad de población y la falta de enriquecimiento ambiental son elementos clave. La falta de espacio y los altos niveles de estrés en las aves pueden llevar a comportamientos anormales, como el picoteo de plumas, que resulta en daños físicos y psicológicos (Lambton et al., 2010). Además, las condiciones ambientales como la calidad del aire y la temperatura también desempeñan un papel fundamental, ya que los altos niveles de amoníaco y la inadecuada ventilación pueden provocar enfermedades respiratorias (Mench, 2014). Otro factor relevante es el manejo nutricional, pues una alimentación inadecuada puede comprometer la salud de las aves, afectando su desarrollo y productividad (Matthews y Sumner, 2015). Estos factores han llevado a investigar soluciones innovadoras, como el uso de tecnologías de precisión para monitorear y ajustar condiciones en tiempo real, lo que podría reducir la incidencia de enfermedades y mejorar el bienestar de las aves (Olejnik et al., 2022).

La atención al bienestar animal en la industria avícola no solo responde a cuestiones éticas, sino que también es un factor de viabilidad económica. Existen investigaciones que demuestran que la mejora de las condiciones de bienestar puede tener un impacto positivo en los rendimientos productivos, al reducir la mortalidad y mejorar la calidad de los productos, lo cual aumenta la rentabilidad (Lay et al., 2011). A nivel regulatorio, tanto en la Unión Europea como en otros países, se han implementado normativas específicas que exigen condiciones mínimas de bienestar, reflejando una tendencia hacia estándares más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente y los animales (EU Regulation 2018/848; Vaarst y Alrøe, 2012). Además, el desarrollo de tecnologías

innovadoras, como los sistemas de granja de precisión, hace viable la implementación de medidas de monitoreo continuo de las aves, lo cual permite intervenir oportunamente para mejorar su bienestar sin afectar los costos significativamente (Komlósi, 2022).

Este artículo tiene como objetivo revisar los avances científicos recientes en el ámbito del bienestar animal dentro de la producción avícola, con un enfoque en tecnologías de precisión, manejo ambiental y estrategias de alimentación que promuevan un ambiente de producción más sostenible y respetuoso con la biología de las aves. A través de esta revisión, se espera aportar una comprensión más completa de cómo los avances tecnológicos y las regulaciones en bienestar animal contribuyen a la mejora de la calidad de vida de las aves, así como su impacto en la sostenibilidad y eficiencia de la producción avícola.

En síntesis, la mejora en el bienestar de las aves en la producción avícola representa un imperativo tanto ético como productivo. Los recientes avances en investigación y desarrollo de prácticas más humanitarias y sostenibles subrayan la viabilidad de implementar cambios significativos en la industria, beneficiando tanto a los animales como a los productores y consumidores finales. Con el aumento de la demanda de productos éticos y sostenibles, la industria avícola enfrenta el desafío y la oportunidad de integrar avances científicos y normativos que promuevan un sistema de producción más responsable y eficiente.

2. Materiales y Métodos

La metodología desarrollada para el presente estudio exploratorio de revisión documental se centró en la recopilación y análisis de literatura científica disponible en la base de datos Scopus, con el objetivo de identificar los avances recientes en la calidad de vida de los animales en la producción avícola. Se utilizó un enfoque sistemático y riguroso para asegurar la exhaustividad de la información recopilada, así como la relevancia de los estudios seleccionados para el tema en análisis.

La búsqueda bibliográfica se realizó en Scopus, dado que es una base de datos que indexa un gran volumen de publicaciones científicas de alta calidad y garantiza el acceso a literatura revisada por pares. Los términos de búsqueda empleados fueron combinaciones de las palabras clave "life AND of AND animals" y "advances AND in AND the AND quality". Estos términos se eligieron debido a su relevancia para captar investigaciones relacionadas con la calidad de vida de los animales y los avances en bienestar animal en entornos productivos. La búsqueda se limitó a publicaciones comprendidas entre los años 2019 y 2024, con el propósito de focalizar el análisis en los estudios más recientes, reflejando así las tendencias actuales en bienestar animal dentro del sector avícola.

Para garantizar que los documentos seleccionados fueran pertinentes, se establecieron criterios de inclusión y exclusión específicos. Se incluyeron artículos que abordaran aspectos de bienestar animal, calidad de vida en entornos de producción avícola, innovaciones en manejo ambiental, nutrición, y tecnologías aplicadas al monitoreo de la salud y comportamiento de los animales. Los estudios que se concentraban exclusivamente en otros tipos de producción animal o que carecían de un enfoque claro en bienestar y calidad de vida en avicultura fueron excluidos.

Además, solo se consideraron aquellos documentos publicados en inglés, debido a que el inglés es el idioma predominante en la divulgación científica y se buscó mantener coherencia lingüística en las fuentes revisadas. Se descartaron también revisiones duplicadas y aquellos artículos que no incluían los resultados completos o carecían de una metodología clara.

La búsqueda inicial en Scopus arrojó un total de 761 documentos que cumplieran con los parámetros de año, palabras clave y área temática establecida. Posteriormente, se llevó a cabo un proceso de selección en varias fases. En la primera fase, se revisaron los títulos y resúmenes para evaluar la pertinencia general de cada artículo con los objetivos del estudio. Como resultado de este filtro preliminar, se excluyeron aquellos documentos cuya temática no se alineaba directamente con los avances en bienestar animal en la producción avícola, reduciendo la muestra a aproximadamente 250 estudios.

En la segunda fase, se realizó una lectura detallada del contenido de los artículos seleccionados para examinar la profundidad y la calidad de la información proporcionada. Durante este análisis, se evaluaron aspectos metodológicos, resultados clave y conclusiones de cada estudio para identificar patrones y temas emergentes sobre la calidad de vida de los animales en producción. Este proceso permitió sintetizar los hallazgos más significativos y reducir la muestra a los estudios que aportaban conocimientos innovadores, relevantes y con mayor evidencia empírica, resultando en una selección final de aproximadamente 70 artículos que fueron analizados en profundidad.

Aunque el uso de Scopus como fuente principal de literatura garantiza el acceso a investigaciones de alta calidad, el estudio presenta algunas limitaciones inherentes a este tipo de diseño exploratorio. En primer lugar, la dependencia de una sola base de datos podría limitar el alcance de la revisión, ya que algunos estudios relevantes podrían estar indexados en otras plataformas científicas. Sin embargo, Scopus fue seleccionada por su amplio alcance y reputación en la comunidad académica. En segundo lugar, la revisión excluyó artículos publicados en otros idiomas, lo que podría sesgar los resultados hacia estudios producidos en contextos específicos.

Finalmente, al tratarse de un estudio exploratorio de revisión documental, los hallazgos proporcionan un panorama general de los avances en el bienestar animal en producción avícola, pero no permiten establecer relaciones causales o desarrollar hipótesis experimentales. Este tipo de revisión es útil como punto de partida para futuras investigaciones que deseen profundizar en aspectos específicos mediante estudios empíricos más estructurados.

La estrategia metodológica empleada permitió realizar una revisión exhaustiva y detallada de los avances científicos en bienestar animal en la industria avícola durante el periodo de 2019 a 2024. La selección cuidadosa de estudios relevantes asegura que los hallazgos presentados en el artículo reflejan las innovaciones y prácticas más recientes en el campo, contribuyendo así a un mejor entendimiento y una eventual implementación de medidas que optimicen la calidad de vida de las aves en sistemas de producción intensiva.

3. Resultados

3.1. Innovaciones en Tecnología para el Monitoreo del Bienestar Animal

La tecnología de monitoreo de precisión ha transformado radicalmente el manejo del bienestar en la industria avícola, introduciendo un enfoque más proactivo y centrado en la detección temprana de signos de estrés, enfermedades y condiciones ambientales adversas. Estos avances son fundamentales para la gestión en tiempo real de los sistemas de producción intensiva, donde mantener la salud y calidad de vida de las aves es esencial no solo desde una perspectiva ética, sino también para asegurar la productividad y la sostenibilidad del sector. Las innovaciones en monitoreo a través de sensores, cámaras, inteligencia artificial (IA) y control ambiental permiten observar y responder a cambios sutiles en el comportamiento y en el entorno de las aves, mitigando riesgos antes de que se conviertan en problemas significativos.

3.1.1. Implementación de Sistemas de Monitoreo de Precisión con Sensores y Cámaras

El uso de sensores avanzados y cámaras de alta resolución ha permitido una mejora significativa en el monitoreo continuo del comportamiento y el estado de salud de las aves. Estos dispositivos recopilan información en tiempo real sobre diversos aspectos, como la frecuencia y duración de los movimientos, el nivel de actividad, la postura y los patrones de alimentación. Estudios recientes han demostrado que estos datos son esenciales para identificar cambios en el comportamiento que pueden estar asociados con el estrés, lesiones o enfermedades en estadios tempranos (Olejnik, Popiela, & Opaliński, 2022). Por ejemplo, sensores de movimiento pueden detectar disminuciones en la actividad física de un ave, lo cual puede ser un indicador de enfermedad o malestar, permitiendo a los responsables del cuidado animal intervenir de forma oportuna antes de que la condición empeore.

Los sistemas de visión por computadora y las cámaras con análisis de imagen ofrecen otro nivel de precisión, ya que no requieren contacto físico con los animales y pueden funcionar en entornos de producción intensiva donde el manejo manual resulta limitado. Este tipo de monitoreo visual automatizado permite a los productores observar detalles como el estado de las plumas, que puede indicar problemas de comportamiento como el picoteo, o la postura, que puede reflejar dolor o incomodidad (Banhazi et al., 2012). Así, los sistemas de monitoreo de precisión brindan una fuente de datos constante y fiable, reduciendo la dependencia en la supervisión humana y permitiendo respuestas rápidas ante cualquier señal de deterioro en el bienestar de las aves (Berckmans, 2017).

3.1.2. Inteligencia Artificial y Algoritmos de Aprendizaje Automático para el Análisis de Patrones

La incorporación de la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático ha expandido las capacidades de monitoreo al habilitar la interpretación avanzada de los datos recolectados por sensores y cámaras. La IA puede analizar grandes cantidades de información y detectar patrones complejos que serían difíciles de identificar manualmente. En la industria avícola, estos algoritmos se utilizan para predecir problemas de salud o bienestar basados en cambios en los datos de comportamiento y ambiente. Un sistema de IA, por ejemplo, puede comparar continuamente los patrones de comportamiento observados en las aves con modelos de comportamiento saludable

previamente establecidos, alertando a los gestores de cualquier desviación que indique estrés o enfermedad potencial (Koslósi, 2022). De esta manera, los sistemas de IA no solo permiten la detección temprana, sino que también hacen posible predecir problemas futuros, promoviendo un enfoque preventivo en la gestión del bienestar.

El sistema “Poultry Sense”, desarrollado por MSD Animal Health, es un ejemplo innovador de cómo la IA facilita la toma de decisiones en tiempo real. Este sistema combina sensores para capturar parámetros como peso, presión del aire, humedad y concentración de dióxido de carbono, y los integra en una plataforma de análisis impulsada por IA. La plataforma proporciona interpretaciones visuales fáciles de comprender, permitiendo a los productores realizar ajustes inmediatos en las condiciones ambientales y en las prácticas de manejo (Beynon, 2021). Además, el sistema permite el monitoreo constante, lo cual minimiza los tiempos de reacción ante situaciones de estrés o enfermedades emergentes, asegurando así una respuesta ágil y adecuada (Poultry World, 2021).

3.1.3. Dispositivos de Monitoreo Ambiental para la Optimización del Microclima

La calidad ambiental es otro factor clave que impacta directamente en el bienestar animal en granjas avícolas. Variables como la temperatura, la humedad y los niveles de amoníaco deben mantenerse dentro de rangos específicos para evitar problemas respiratorios, lesiones y estrés en las aves. Los dispositivos de monitoreo ambiental avanzados permiten la medición precisa y en tiempo real de estos parámetros, ofreciendo la posibilidad de ajustar automáticamente las condiciones ambientales para mantener un microclima óptimo. Los estudios han demostrado que niveles elevados de amoníaco y condiciones de alta humedad aumentan significativamente el riesgo de infecciones respiratorias y dermatitis en las aves, mientras que temperaturas inadecuadas pueden afectar su comportamiento y bienestar general (Matthews & Sumner, 2015).

Los sistemas modernos de monitoreo ambiental también permiten integrar estos datos en plataformas de IA para correlacionar condiciones ambientales con el estado de salud de las aves. Por ejemplo, en el caso de que se detecte un aumento en la concentración de amoníaco, el sistema puede alertar al personal para que ventile el área o active sistemas de purificación de aire. Estas tecnologías, al ser utilizadas de forma preventiva, no solo mejoran el bienestar de las aves, sino que también contribuyen a la eficiencia de la producción al reducir la incidencia de enfermedades y, en consecuencia, la necesidad de tratamientos médicos, lo que también se traduce en menores costos operativos (Berckmans, 2017).

La implementación de sistemas de monitoreo de precisión basados en sensores, cámaras, inteligencia artificial y control ambiental representa una revolución en la gestión del bienestar animal en la industria avícola. Estas innovaciones permiten una gestión más proactiva y eficiente, anticipando problemas de bienestar antes de que tengan consecuencias graves y permitiendo intervenciones personalizadas que favorecen la salud y el bienestar de cada ave. Además, al mejorar las condiciones de vida de los animales, estas tecnologías no solo responden a la creciente demanda de producción ética, sino que también optimizan la rentabilidad y sostenibilidad de la producción avícola en un contexto global de demanda creciente y desafíos ambientales.

3.2. Mejoras en el Diseño y Estructura de los Sistemas de Alojamiento

La evolución en los sistemas de alojamiento para aves de corral ha sido impulsada por la necesidad de mejorar su bienestar, a través de espacios que permitan comportamientos naturales y reduzcan el estrés. Las investigaciones en etología aviar sugieren que el diseño adecuado del ambiente es crucial para mantener el bienestar y la salud de las aves, lo cual también se traduce en una producción más sostenible y ética.

3.2.1. Adopción de Sistemas de Alojamiento Enriquecidos

Los sistemas de alojamiento enriquecidos, que incluyen elementos como perchas, nidos y áreas de exploración, ofrecen a las aves la posibilidad de expresar comportamientos naturales esenciales. Estos comportamientos, como el anidamiento, el picoteo y el descanso en perchas, no solo mejoran su bienestar, sino que también fortalecen su salud física. Por ejemplo, el uso de perchas se ha asociado con una mejor densidad ósea y mayor fuerza en los huesos debido a la actividad física y al ejercicio (Lay et al., 2011; Enneking et al., 2012). La introducción de áreas de anidación y zonas de rascado ayuda a reducir comportamientos indeseados como el picoteo de plumas, ya que las aves canalizan su energía en actividades naturales, promoviendo así una atmósfera menos agresiva y más relajada (RSPCA, 2023).

Los sistemas enriquecidos también presentan ciertos desafíos, como el riesgo de deformaciones óseas en aves que caen o fallan en sus aterrizajes desde las perchas, especialmente en sistemas sin jaula (Heerkens et al., 2016). Sin embargo, estudios indican que el uso de perchas adecuadamente diseñadas y la introducción gradual de estas estructuras desde edades tempranas mejoran las habilidades motoras y la musculatura, disminuyendo así el riesgo de lesiones (Janczak & Riber, 2015).

3.2.2. Ajuste de la Densidad Poblacional

La densidad poblacional es un factor crítico en el bienestar animal, pues altas concentraciones de aves en espacios reducidos incrementan el estrés y los comportamientos agresivos, como el picoteo de plumas. En sistemas de alojamiento intensivo, la regulación adecuada de la densidad permite una mejor movilidad de los animales, lo cual reduce conflictos y promueve una mejor cobertura de plumas, indicativa de menor estrés y agresión (Weimer et al., 2019). Las investigaciones muestran que densidades de alojamiento más bajas están asociadas con una mayor calidad de plumaje y menores tasas de mortalidad, así como con una disminución de lesiones en patas y uñas, debido a la menor competencia por recursos y el acceso más equitativo a áreas de descanso y alimentación (Dikmen et al., 2017).

La implementación de sistemas de densidad ajustada permite a los productores balancear la eficiencia productiva y el bienestar animal, creando un ambiente donde las aves tienen el espacio suficiente para moverse y expresar comportamientos naturales sin conflictos significativos. Así, la reducción del estrés social y la mejora en la calidad de vida de las aves se traducen en una producción más ética y rentable.

3.2.3. Integración de Áreas de Acceso al Exterior

El acceso al exterior en sistemas de producción semi-intensiva ha mostrado ser beneficioso para el bienestar de las aves, pues les permite disfrutar de luz natural y un

ambiente enriquecido. Estudios señalan que el acceso a zonas exteriores reduce el estrés y mejora la calidad del plumaje, promoviendo un comportamiento de exploración que contribuye al bienestar mental y físico (EFSA, 2015). En la Unión Europea, la regulación 2018/848 establece que las aves deben tener acceso a áreas exteriores adecuadas, con sombra y vegetación, que promuevan su comportamiento exploratorio y les ofrezcan un entorno más natural (EU Regulation 2018/848).

La exposición al ambiente exterior también fomenta la capacidad de termorregulación natural en las aves, reduce la incidencia de comportamientos repetitivos y promueve una mayor adaptabilidad a variaciones de temperatura, lo que favorece tanto su salud como su rendimiento en la producción (RSPCA, 2023). Sin embargo, se deben tomar precauciones en el diseño de estas áreas exteriores para proteger a las aves de depredadores y controlar su acceso para evitar problemas de bioseguridad.

3.3. Avances en Nutrición para la Mejora de la Salud y Comportamiento de las Aves

El progreso en la nutrición avícola ha mejorado significativamente la salud y el comportamiento de las aves a través del uso de nutrientes específicos y aditivos naturales. La suplementación dietética adecuada no solo optimiza el rendimiento productivo, sino que también fortalece la resistencia de las aves a condiciones ambientales y enfermedades, asegurando una mayor calidad de vida dentro de los sistemas de producción intensiva.

3.3.1. Uso de Dietas Optimizadas con Suplementos de Metionina

La metionina es un aminoácido esencial en la nutrición de aves, particularmente en entornos de alta densidad, donde las necesidades de crecimiento y la carga física de las aves son mayores. La suplementación con metionina fortalece la estructura ósea y mejora la salud intestinal, reduciendo el riesgo de afecciones como la dermatitis plantar y promoviendo una mejor integración de los nutrientes (Liu & Kim, 2023). Estudios han demostrado que la adición de metionina, junto con cistina, contribuye a la síntesis de proteínas y al fortalecimiento óseo en aves jóvenes, apoyando la resistencia física y reduciendo la incidencia de fracturas (Bunchasak, 2009). En condiciones de estrés térmico, la metionina también ayuda a mejorar la resistencia al calor y a reducir el impacto del estrés oxidativo en las aves, aumentando así su capacidad de adaptación en ambientes calurosos (Engormix, 2022).

3.3.2. Incorporación de Aditivos Naturales como Antioxidantes y Probióticos

La introducción de antioxidantes y probióticos en las dietas avícolas representa una estrategia efectiva para reforzar la respuesta inmunológica y reducir los niveles de estrés en las aves. Los antioxidantes, como el selenio y la vitamina E, actúan neutralizando los radicales libres, mientras que los probióticos contribuyen a mantener un microbiota intestinal equilibrada, fundamental para la absorción de nutrientes y la prevención de enfermedades gastrointestinales (Huertas et al., 2014). Los probióticos también han mostrado efectos beneficiosos en la reducción de comportamientos anormales asociados con el estrés, al mejorar el bienestar general de las aves y su capacidad para adaptarse a entornos productivos intensivos (Seghouani et al., 2017). Estos aditivos naturales se consideran seguros y sostenibles, y representan una alternativa

prometedora al uso de antibióticos, que se han restringido en muchos países debido a preocupaciones de resistencia antimicrobiana.

3.3.3. Aplicación de Dietas con Proteína Ajustada para Reducir el Impacto Ambiental

La reducción del contenido proteico en las dietas, acompañada de la suplementación con aminoácidos esenciales como la metionina, ha demostrado ser eficaz para disminuir la producción de nitrógeno en los desechos, lo cual reduce el impacto ambiental de la producción avícola. Este enfoque, conocido como “proteína ideal”, busca satisfacer las necesidades nutricionales de las aves sin un exceso de proteína que genere amoníaco y otros desechos contaminantes (Olejnik et al., 2022). Además, el ajuste de la dieta proteica ha mostrado efectos positivos en la salud renal y hepática de las aves, ya que reduce la carga de trabajo de estos órganos en la excreción de residuos nitrogenados. Esta práctica también disminuye los costos de alimentación, beneficiando tanto al productor como al medio ambiente.

3.4. Estrategias para la Reducción del Estrés y la Promoción del Comportamiento Natural

En la industria avícola, el manejo adecuado de factores ambientales y el diseño de estrategias que respeten los comportamientos naturales de las aves son esenciales para reducir el estrés y mejorar su bienestar. A continuación, se presentan las principales estrategias que han demostrado eficacia en la reducción del estrés y la promoción de comportamientos naturales, impactando positivamente tanto en la salud física como en la salud mental de las aves.

3.4.1. Prácticas de Manejo que Respetan los Ritmos Circadianos de las Aves

El ritmo circadiano, un ciclo biológico de aproximadamente 24 horas, regula muchas funciones en el organismo de las aves, como el sueño, el metabolismo y la secreción hormonal. La exposición controlada a ciclos de luz y oscuridad es fundamental para mantener este ritmo y reducir el estrés en las aves. La implementación de programas de iluminación ajustada en intensidad y duración ayuda a regular la producción de melatonina, una hormona que influye directamente en el ciclo sueño-vigilia y en el bienestar mental de las aves (Yu & Li, 2023). La interrupción de estos ritmos ya sea mediante iluminación continua o exposición a intensidades inadecuadas, puede inducir comportamientos anormales, como el picoteo de plumas y la agresividad, además de aumentar la susceptibilidad al estrés.

Estudios han encontrado que el uso de luz con longitudes de onda específicas, como la luz azul o verde, puede tener efectos calmantes en las aves, reduciendo su actividad durante la noche y favoreciendo un descanso adecuado (Lewis & Morris, 2006). En sistemas de producción donde se emplea iluminación artificial, la regulación cuidadosa de los períodos de luz y oscuridad ayuda a mitigar el estrés y a reducir las alteraciones en los ritmos circadianos de las aves. Además, la reducción de ruidos durante la noche complementa los beneficios de la iluminación regulada, ya que el ruido puede ser una fuente de estrés importante, desencadenando respuestas fisiológicas que afectan la salud a largo plazo (Huth & Archer, 2015).

3.4.2. Enriquecimiento Ambiental como Promotor de Comportamientos Positivos

El enriquecimiento ambiental incluye la incorporación de estructuras y elementos que permiten a las aves expresar comportamientos naturales esenciales para su bienestar. Los elementos de enriquecimiento pueden incluir perchas, nidos, áreas para el baño de polvo y materiales de forrajeo, los cuales promueven comportamientos como el picoteo, el anidamiento y el baño de polvo. Estos comportamientos, al estar alineados con las necesidades naturales de las aves, ayudan a reducir el estrés y a fomentar una mayor estabilidad mental y social entre ellas (Orlowski et al., 2024).

La incorporación de perchas, por ejemplo, no solo les permite escapar de situaciones de estrés social, sino que también contribuye a mejorar la salud de sus patas y músculos al fomentar una postura natural y actividad física. Por otro lado, el baño de polvo es un comportamiento esencial que ayuda a las aves a mantener su plumaje y a reducir la presencia de parásitos. La falta de espacios para el baño de polvo ha demostrado estar asociada con un aumento en el picoteo de plumas, lo que indica la importancia de satisfacer esta necesidad de manera adecuada para reducir comportamientos indeseados.

El enriquecimiento también puede incluir variaciones en la intensidad de la luz, creando áreas sombreadas que proporcionen refugio a las aves, permitiéndoles gestionar mejor el estrés y encontrar zonas de descanso en el entorno productivo. Estudios recientes indican que las aves muestran una mayor preferencia por áreas enriquecidas con estructuras como refugios y zonas de sombra, lo que sugiere que estos ambientes les permiten un manejo más efectivo del estrés y promueven su bienestar mental (Orlowski et al., 2024).

3.4.3. Transporte y Sacrificio Humanitario

Las etapas finales del transporte y sacrificio representan una fuente significativa de estrés para las aves debido a factores como la manipulación, el confinamiento y la exposición a temperaturas extremas. Las prácticas humanitarias en estas fases son fundamentales para reducir el sufrimiento y mejorar la calidad del proceso, no solo desde una perspectiva ética, sino también para garantizar la calidad del producto final. Harrison (1964), en su obra pionera sobre bienestar animal, subraya la importancia de minimizar el manejo brusco y de reducir el tiempo de espera antes del sacrificio para reducir el impacto emocional negativo en las aves.

El transporte de aves requiere prácticas cuidadosas, como la regulación de la temperatura y la ventilación en los vehículos, así como una manipulación que minimice el contacto directo y el movimiento excesivo. Además, el uso de métodos de aturdimiento adecuados, como el aturdimiento eléctrico controlado o el uso de atmósferas controladas con gases, reduce significativamente el dolor y el miedo en las etapas previas al sacrificio, garantizando así un proceso más humanitario (Huth & Archer, 2015). Estos procedimientos permiten un manejo ético y eficaz, reduciendo las respuestas de estrés agudo y mejorando el bienestar animal en el final de su vida productiva.

La implementación de estrategias enfocadas en la reducción del estrés y la promoción del comportamiento natural en la producción avícola es esencial para un manejo ético y eficiente de las aves. Desde el respeto de los ritmos circadianos hasta la incorporación

de enriquecimientos ambientales y la adopción de prácticas humanitarias en el transporte y sacrificio, estas estrategias ofrecen múltiples beneficios en términos de bienestar animal, productividad y sostenibilidad. La continua investigación en estas áreas permite avanzar hacia una industria avícola más ética, respondiendo tanto a las demandas sociales como a las normativas en bienestar animal, y promoviendo un sistema de producción que valora tanto la calidad de vida de los animales como la calidad del producto final.

4. Discusión

La discusión en torno a los avances en el bienestar animal en la industria avícola pone de relieve el impacto de las innovaciones en el diseño y manejo de los sistemas de producción sobre la salud y comportamiento de las aves. A través de la implementación de tecnologías de monitoreo, ajustes en el diseño del alojamiento, avances nutricionales y estrategias para la reducción del estrés, se ha logrado mejorar de manera integral el bienestar de las aves de corral. Estas innovaciones responden no solo a la creciente demanda de prácticas éticas en la producción animal, sino también a la necesidad de optimizar la eficiencia productiva en un contexto de creciente presión ambiental y social.

En primer lugar, el monitoreo de precisión mediante sensores, cámaras e inteligencia artificial permite detectar signos tempranos de estrés y enfermedades, favoreciendo intervenciones rápidas y específicas (Olejnik, Popiela, & Opaliński, 2022). Esta tecnología ha demostrado reducir los efectos negativos asociados a la producción intensiva, al permitir un control continuo del ambiente y del estado de las aves. La IA y los algoritmos de aprendizaje automático han ampliado estas capacidades, no solo detectando anomalías, sino también permitiendo predicciones sobre posibles problemas futuros, lo que establece una gestión proactiva en lugar de reactiva (Komlósi, 2022). En este sentido, se observa una alineación con la tendencia hacia la "granja de precisión", que no solo optimiza el bienestar, sino que también mejora la productividad y reduce los costos asociados con el tratamiento de enfermedades, lo que respalda su implementación desde un enfoque económico y ético (Beynon, citado en Poultry World, 2021).

Además, la mejora en el diseño de los sistemas de alojamiento, a través de estructuras enriquecidas que incluyen perchas, nidos y áreas de exploración, ha demostrado ser fundamental para el bienestar físico y psicológico de las aves. Estas estructuras promueven comportamientos naturales como el anidamiento, el descanso en perchas y el baño de polvo, los cuales reducen la incidencia de comportamientos negativos, como el picoteo de plumas, que suelen manifestarse en entornos de alta densidad sin enriquecimiento ambiental (Lay et al., 2011). La densidad poblacional ajustada en los sistemas de alojamiento también se ha identificado como un factor crítico para reducir el estrés social, permitiendo una mayor movilidad y acceso a recursos, lo cual contribuye a la salud general y al comportamiento positivo de las aves (Weimer et al., 2019). La integración de áreas de acceso al exterior en sistemas semi-intensivos ofrece beneficios adicionales, permitiendo a las aves disfrutar de luz natural y de un ambiente que simula su hábitat natural, lo que ha mostrado efectos positivos en la reducción del estrés y en la promoción de comportamientos exploratorios (EU Regulation 2018/848).

En el ámbito de la nutrición, el uso de dietas optimizadas con suplementos como la metionina ha demostrado ser esencial para el fortalecimiento de la salud ósea y la reducción de afecciones como la dermatitis plantar, problemas comunes en la producción intensiva (Liu & Kim, 2023). La incorporación de aditivos naturales, como antioxidantes y probióticos, representa un avance importante al ofrecer una alternativa sustentable y eficaz para mejorar la respuesta inmunológica y reducir el estrés. Estos aditivos contribuyen a mantener un microbiota intestinal equilibrada, fundamental para la absorción de nutrientes y la prevención de enfermedades, y ofrecen una solución para reducir el uso de antibióticos en la industria (Huertas et al., 2014). Asimismo, el ajuste de las dietas proteicas con suplementación específica permite reducir la carga de nitrógeno en los desechos, disminuyendo el impacto ambiental de la producción y mejorando la eficiencia de conversión de los alimentos, lo que favorece tanto la sostenibilidad como la economía de la producción (Olejnik et al., 2022).

Por último, las estrategias de reducción de estrés basadas en el respeto de los ritmos circadianos y el enriquecimiento ambiental subrayan la importancia de un manejo que tenga en cuenta las necesidades naturales de las aves. La regulación de la luz, en particular, ha demostrado ser una herramienta poderosa para alinear los ritmos circadianos de las aves, lo que se traduce en una reducción de comportamientos agresivos y en una mejora del bienestar mental al permitir un descanso adecuado y una sincronización hormonal (Yu & Li, 2023). El enriquecimiento ambiental, que incluye estructuras para el baño de polvo, áreas de rascado y perchas, no solo facilita comportamientos naturales, sino que también contribuye a reducir el estrés y a mejorar las interacciones sociales entre las aves (Orlowski et al., 2024). Estas prácticas no solo mejoran el bienestar animal, sino que también favorecen la productividad al reducir la mortalidad y los comportamientos estereotípicos que pueden afectar la calidad del producto final.

En conjunto, los avances en tecnología, diseño de sistemas, nutrición y manejo ambiental reflejan un cambio significativo hacia una producción avícola más ética, sostenible y eficiente. Las prácticas discutidas no solo responden a las exigencias éticas y regulatorias actuales, sino que también demuestran que el bienestar animal es un factor clave para la rentabilidad y la sostenibilidad a largo plazo de la industria avícola. La adopción de estas estrategias no solo mejora la calidad de vida de los animales, sino que también genera productos de mejor calidad, alineándose con las expectativas de los consumidores por productos de origen animal producidos bajo estándares éticos y sostenibles.

5. Conclusiones

En síntesis, el bienestar animal en la industria avícola ha experimentado avances significativos gracias a la implementación de tecnologías de monitoreo de precisión, el desarrollo de diseños de alojamiento más adecuados, la optimización de la nutrición y la adopción de estrategias para reducir el estrés. Estas prácticas no solo responden a la creciente demanda de sistemas de producción ética y sostenible, sino que también optimizan la eficiencia productiva y mejoran la calidad del producto final.

El uso de sistemas de monitoreo de precisión, como sensores e inteligencia artificial, ha permitido una gestión más proactiva, facilitando la detección temprana de signos de estrés y enfermedades. Esto ha reducido significativamente los riesgos asociados a la producción intensiva, asegurando intervenciones oportunas y adaptadas a las necesidades de cada animal. A su vez, la mejora en el diseño de los sistemas de alojamiento, que incluye elementos enriquecidos como perchas y áreas de baño de polvo, ha demostrado ser fundamental para permitir que las aves expresen comportamientos naturales, lo cual se traduce en una disminución de comportamientos negativos y un ambiente más saludable y seguro para las aves.

En el ámbito de la nutrición, la inclusión de suplementos específicos como la metionina y de aditivos naturales, tales como antioxidantes y probióticos, ha fortalecido la salud inmunológica y ósea de las aves, además de contribuir a reducir la carga ambiental de la producción. Estas innovaciones nutricionales no solo mejoran la salud de las aves, sino que también minimizan la dependencia de antibióticos, promoviendo así una producción más segura y responsable.

Finalmente, el respeto por los ritmos circadianos y la adopción de prácticas humanitarias en el transporte y sacrificio subrayan la importancia de considerar el bienestar animal en todas las etapas del ciclo productivo. La regulación de la iluminación y la creación de ambientes que respeten los patrones naturales de descanso y actividad han mostrado beneficios significativos en la reducción del estrés, mientras que las mejoras en las prácticas de sacrificio y transporte contribuyen a una experiencia final más ética y menos traumática para las aves.

En conjunto, estas estrategias representan un avance hacia una industria avícola más ética, rentable y sostenible. La implementación de estas prácticas refuerza la relación entre el bienestar animal y la eficiencia productiva, demostrando que los beneficios no solo son éticos y sociales, sino también económicos y ambientales, consolidando así una visión de futuro para la producción avícola responsable y avanzada.

Referencias Bibliográficas

- Banhazi, T. M., Lehr, H., Black, J. L., Crabtree, H., Schofield, P., Tschärke, M., & Berckmans, D. (2012). Precision Livestock Farming: An international review of scientific and commercial aspects. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 5(3), 1-9. <https://doi.org/10.3965/j.ijabe.20120503.001>
- Berckmans, D. (2017). General introduction to precision livestock farming. *Animal Frontiers*, 7(1), 6-11. <https://doi.org/10.2527/af.2017.0102>
- Beynon, A. (2021). Real-time monitoring tech set to transform poultry sector. *Poultry World*. Recuperado de <https://www.poultryworld.net>
- Bunchasak, C. (2009). Role of dietary methionine in poultry production. *Journal of Poultry Science*, 46(2), 169-179. <https://doi.org/10.2141/jpsa.46.169>
- Burgos-Macias, T. J., & Gaibor-Fernández, R. R. (2023). *Dinámica poblacional de Spodoptera frugiperda, Diatraea saccharalis y Dalbulus maidis en el cultivo de maíz (Zea mays L.) durante la época seca en cinco localidades del cantón Mocache*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.2022.62>

- Caicedo-Aldaz, J. C., & Herrera-Sánchez, D. J. (2022). El Rol de la Agroecología en el Desarrollo Rural Sostenible en Ecuador. *Revista Científica Zambos*, 1(2), 1-16. <https://doi.org/10.69484/rcz/v1/n2/24>
- Dikmen, Y., & Sahan, U. (2017). Egg production and welfare of laying hens kept in different housing systems (conventional, enriched cage, and free range). *Poultry Science*, 95(7), 1564-1572. <https://doi.org/10.3382/ps/pev028>
- Engormix. (2022). Methionine in poultry nutrition: A review. Recuperado de <https://en.engormix.com>
- Enneking, S. A., Cheng, H. W., & Jefferson-Moore, K. (2012). The influence of perches and litter on laying hens. *Poultry Science*, 91(12), 3013-3018. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02328>
- European Food Safety Authority (EFSA). (2015). Scientific Opinion on the welfare of laying hens in various housing systems. *EFSA Journal*, 13(7), 4138. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4138>
- García-Osorio, N. E. (2022). Evaluación de la rentabilidad del sector agrocaacotero de La Concordia ante la disminución de precios en el periodo 2019-2021. *Journal of Economic and Social Science Research*, 2(3), 53-66. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v2/n3/57>
- Guamán-Rivera, S. A. (2022). Desarrollo de Políticas Agrarias y su Influencia en los Pequeños Agricultores Ecuatorianos. *Revista Científica Zambos*, 1(3), 15-28. <https://doi.org/10.69484/rcz/v1/n3/30>
- Guamán-Rivera, S. A., & Flores-Manchano, C. I. (2023). Seguridad Alimentaria y Producción Agrícola Sostenible en Ecuador. *Revista Científica Zambos*, 2(1), 1-20. <https://doi.org/10.69484/rcz/v2/n1/35>
- Harrison, R. (1964). *Animal Machines*. Londres: Vincent Stuart.
- Hartcher, K. M., Tran, M. K. T. N., Wilkinson, S. J., Hemsworth, P. H., Thomson, P. C., & Cronin, G. M. (2015). Plumage damage in free-range laying hens: Behavioural characteristics in the rearing period and the effects of environmental enrichment and beak-trimming. *Applied Animal Behaviour Science*, 164, 64-72. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.12.007>
- Heerkens, J. L. T., Delezie, E., Rodenburg, T. B., Kempen, I., Zoons, J., & Tuytens, F. A. M. (2016). The influence of perches and natural light exposure on hen welfare in non-cage systems. *Poultry Science*, 95(8), 1564-1576. <https://doi.org/10.3382/ps/pev038>
- Huertas, S. M., Gall, C., & Galindo, F. (2014). Drivers of animal welfare in the Americas. *Scientific and Technical Review of the OIE*, 33(1), 67-76. <https://doi.org/10.20506/rst.33.1.2271>
- Huth, J. C., & Archer, G. S. (2015). Comparison of two LED light bulbs to a dimmable CFL and their effects on broiler chicken growth, stress, and fear. *Poultry Science*, 94(9), 2027-2036. <https://doi.org/10.3382/ps/pev180>
- Komlósi, I. (2022). Recent advancements in poultry health, nutrition, and sustainability. *Agriculture*, 12(4), 516. <https://doi.org/10.3390/agriculture12040516>
- Lambton, S. L., Knowles, T. G., Yorke, C., & Nicol, C. J. (2010). The risk factors affecting the development of gentle and severe feather pecking in loose housed laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 123(1-2), 32-42. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.12.010>

- Lay, D. C., Fulton, R. M., Hester, P. Y., et al. (2011). Hen welfare in different housing systems. *Poultry Science*, 90(2), 278-294. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-00962>
- Lewis, P. D., & Morris, T. R. (2006). *Poultry Lighting: The Theory and Practice*. Nottingham University Press.
- Liu, G., & Kim, W. K. (2023). The Functional Roles of Methionine and Arginine in Intestinal and Bone Health of Poultry: Review. *Animals*, 13(18), 2949. <https://doi.org/10.3390/ani13182949>
- Macías-Véliz, J. N., & Chicharro-López, F. I. (2023). *Procesos de producción de tilapias (Oreochromis niloticus) con aplicación informática*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.2022.64>
- Macías-Véliz, J. N., & Chicharro-López, F. I. (2023). *Procesos de producción de tilapias (Oreochromis niloticus) con aplicación informática*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.2022.64>
- Matthews, W. A., & Sumner, D. A. (2015). Effects of housing system on the costs of commercial egg production. *Poultry Science*, 94(3), 552-557. <https://doi.org/10.3382/ps/pev005>
- Olejnik, K., Popiela, E., & Opaliński, S. (2022). Emerging precision management methods in poultry sector. *Agriculture*, 12(5), 718. <https://doi.org/10.3390/agriculture12050718>
- Orlowski, S. K., et al. (2024). Effects of environmental enrichments on welfare and hepatic metabolic regulation of broiler chickens. *Animals*, 14(4), 557. <https://doi.org/10.3390/ani14040557>
- Poultry World. (2021). Real-time monitoring tech set to transform poultry sector. Obtenido de <https://www.poultryworld.net>
- Ramos-Acuña, H. E., Palomino-Pastrana, P. A., Yaulilahua-Huacho, R., Zela-Payí, N. O., Sumarriva-Bustinza, L. A., Porras-Roque, M. S., & Camposano-Córdova, A. I. (2023). *Transformando la Ganadería: Evaluación de las Explotaciones de Vacunos*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.2022.31>
- RSPCA. (2023). Guidelines for the welfare of layer hens in housing systems. Obtenido de <https://kb.rspca.org.au>
- Seghouani, N., Benali, M., & Bensouilah, M. (2017). Probiotics in livestock and poultry nutrition and health. In *Livestock Nutrition and Health* (pp. 245-270).
- Weimer, S. L., Robison, C. I., Tempelman, R. J., Jones, D. R., & Karcher, D. M. (2019). Laying hen production and welfare in enriched colony cages at different stocking densities. *Poultry Science*, 98(8), 3578-3586. <https://doi.org/10.3382/ps/pez107>
- Yu, Y., & Li, Z. (2023). Research progress and effects of light on poultry circadian rhythm regulation. *Applied Sciences*, 13(5), 3157. <https://doi.org/10.3390/app13053157>

CONFLICTO DE INTERESES

“Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses”.