





## Evaluación de bienestar animal en pollos de engorde mediante las metodologías individual y de transectas

Menichelli, M.<sup>1,2\*</sup> ; Gallard, E.<sup>2</sup> ; Taié, A.<sup>3</sup> ; Revidatti, F.<sup>4</sup> ; Sindik, M.<sup>4</sup> ;  
Spontón, S.<sup>1</sup>; Ojeda, A.<sup>1</sup>; Fernández, R.<sup>4</sup> 

<sup>1</sup>Cátedra de Fisiología. Carrera de Veterinaria. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Católica de Santa Fe. Ludueña 612. 3560, Reconquista, Santa Fe. <sup>2</sup>INTA EEA Reconquista. RN11 Km 773. 3560, Reconquista, Santa Fe. <sup>3</sup>INTA EEA Corrientes. Ruta Nacional 12, Km 1008 (3400) Corrientes (El Sombrerito). <sup>4</sup>Cátedra Producción de Aves, Dpto. de Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Nordeste. Sargento Cabral 2139. Corrientes. Argentina.

 [gallard.eliana@inta.gob.ar](mailto:gallard.eliana@inta.gob.ar)

### Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar el bienestar de los pollos parrilleros mediante metodologías Individuales y de Transectas, determinando la robustez de esta última como una herramienta eficaz para el abordaje de esta problemática en granjas de producción avícola. Se utilizaron en total, ocho galpones cerrados de ventilación forzada tipo túnel, cuatro oscurecidos con cortinas tipo blackout y cuatro con cortinas translúcidas. En cada transecta se registró el número de pollos: inmóviles, cojeando, sucios, enfermos, agonizantes y muertos. En la metodología individual, se relevaron en cada uno de cinco puntos muestrales las variables peso corporal, presencia de lesiones de almohadilla plantar, quemadura de tarso, suciedad de plumas y marcha. Se emplearon métodos de agrupamiento jerárquico para analizar el conjunto de datos, bajo tres métodos de agregación, Complete, Average y Ward.D. Esto permitió asociar las granjas en función de características similares, lo que se evidenció por la menor distancia entre los valores de las variables. En el análisis a nivel de granja se obtuvieron agrupamientos estables, independientemente de la metodología utilizada, lo que se reflejó en los dendrogramas resultantes, los cuales fueron similares para los tres métodos de agrupamiento utilizados en ambas metodologías. Los resultados obtenidos en este estudio sugieren que ambas metodologías de evaluación de bienestar animal realizan un agrupamiento similar de las granjas. Los métodos de análisis demostraron ser robustos al generar patrones similares en los datos analizados. Esto refuerza la validez de ambos enfoques y su aplicabilidad en el contexto del análisis realizado, y evidencia que, si bien las metodologías pueden tener pequeñas variaciones, sus resultados son lo suficientemente consistentes como para recomendar su uso conjunto en investigaciones futuras, ampliando así las posibilidades de análisis en contextos variados.

**Palabras clave:** Avicultura, agrupamiento jerárquico, producción intensiva.

## Animal welfare in broiler chickens

**Abstract.** The objective of this study was to assess broiler chickens welfare using transect and individual assessment methodologies, evaluating the robustness of the latter as an effective tool for welfare evaluation on poultry farms. Eight closed, tunnel-ventilated houses were studied, four fitted with blackout curtains and four with translucent curtains. Along each transect, the number of immobile, lame, dirty, sick, dying, or dead chickens was recorded. In the individual assessment, variables such as body weight, presence of footpad lesions, tarsal burns, feather cleanliness, and gait were measured at each sampling point. Hierarchical clustering analyses were performed using three aggregation methods: Complete, Average, and Ward.D, allowing grouping of farms based on similarity in these variables. Farm-level analysis produced stable clusters regardless of methodology. Dendrograms from the transect methodology were consistent across all three clustering methods, while individual assessment also yielded stable clustering independent of the clustering approach used. The findings suggest that both methodologies generate consistent and robust patterns in the data, supporting their validity and applicability. Although minor differences between methods were observed, their results were sufficiently congruent to recommend their combined use in future studies, expanding analytical capabilities in diverse poultry welfare assessments.

**Key words:** Poultry, hierarchical clustering, intensive production.

## INTRODUCCIÓN

La producción avícola representa una de las industrias alimentarias más grandes a nivel global, con un crecimiento continuo en numerosos países. En particular, la producción de pollos de engorde ha mostrado un crecimiento exponencial en el consumo de carne y en la rentabilidad del sector. Este incremento se refleja en el aumento de la producción de 9 a 132 millones de toneladas entre los años 1961 y 2019 (Ayalew et al. 2022). En Argentina, la avicultura ocupa el segundo lugar en consumo de proteína animal, con un promedio de 44,8 kg/habitante/año y una producción total de 2.304 millones de toneladas métricas (Informe de cadena de valor 2025).

Este desarrollo ha sido posible gracias a la intensificación de la producción avícola mediante la optimización de los componentes del sistema, tales como la mejora genética, el diseño de instalaciones, la nutrición, la sanidad y la implementación de normas de manejo. Además, las características del producto, como su calidad nutricional, sabor, bajo contenido graso, corto período de producción y reducido costo, lo convierten en una fuente de proteína accesible para distintos sectores de la sociedad (Petracci et al. 2015). No obstante, aunque la intensificación de la avicultura ha surgido como respuesta a la creciente demanda de carne, su implementación no está exenta de desafíos. Uno de los principales es el impacto en el bienestar de las aves, ya que los sistemas de cría intensiva, diseñados para maximizar la productividad, pueden generar efectos negativos en su salud y calidad de vida (Hartcher y Lum 2020). En este sentido, la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA) ha establecido el bienestar animal como una prioridad, reconociéndose como un concepto multidimensional que abarca aspectos científicos, éticos, económicos, sociales y culturales. Esto se debe a que la cría intensiva puede aumentar el estrés emocional, provocar lesiones y reducir la vida útil de los animales de granja, consecuencias relacionadas con prácticas nutricionales, de manejo y alojamiento (Wilcox et al. 2024). Mejorar el bienestar animal no solo puede favorecer a las aves, sino que también contribuye a aumentar la tasa de crecimiento, la calidad del producto y la eficiencia económica de las granjas. Esto podría traer beneficios para la salud humana, reduciendo el uso de antibióticos y contaminantes en la producción (Čobanović y Magrin 2023).

El creciente interés por la evaluación del bienestar animal responde a su complejidad y a su relevancia en diversos ámbitos. La OMSA, en el capítulo 7.10 de su Código Sanitario para los Animales Terrestres, enfatiza la necesidad de garantizar el bienestar en los sistemas de producción de pollos de engorde. Entre las metodologías existentes para evaluarlo, el Protocolo Welfare Quality (Welfare Quality 2009) utiliza mediciones estandarizadas durante la crianza, incluyendo indicadores tanto ambientales como basados en los propios animales, además de evaluaciones en plantas de faena. Asimismo, existen metodologías específicas para evaluar distintas variables, como las propuestas por diferentes autores. Knowles et al. (2008), califican la capacidad de marcha de las aves mediante una escala de seis puntos que va de 0 a 5, aunque no todos los atributos de un puntaje hayan sido necesariamente identificados en

cada ave. Por su parte, Algers y Berg (2001), utilizan una escala de 0 a 2 para almohadilla plantar (0 = sin lesiones sin cicatrizar mayores que la cabeza de un alfiler; 1 = lesiones moderadas y superficiales; y 2 = lesiones, úlceras o costras grandes o profundas), en tanto que las quemaduras de tarso se calificaron según la superficie de la lesión, en una escala de 5 puntos (1 = sin lesión; 2 = lesión de 1 a 15 mm<sup>2</sup>; 3 = lesión de 16 a 50 mm<sup>2</sup>; 4 = lesión de 51 a 120 mm<sup>2</sup>; 5 = lesión >120 mm<sup>2</sup>). A su vez, Stamp Dawkins et al. (2004) desarrollan un método basado en la observación de la marcha de los pollos de engorde, mientras que la Universidad de Bristol diseñó protocolos para la evaluación de parámetros de bienestar en granja, integrados en esquemas de certificación. Dichas herramientas permiten a organismos certificadores y terceros interesados, monitorear la efectividad de los esquemas de bienestar animal y proporcionan un mecanismo de autoevaluación para los avicultores (Main et al. 2007).

En la práctica, granjeros y supervisores llevan a cabo inspecciones rutinarias en granjas, recorriendo los galpones de engorde para evaluar el estado de las aves. Este método permite identificar problemas graves, proporcionar una estimación rápida de la salud del lote y diseñar estrategias correctivas. Para minimizar la alteración del comportamiento de las aves, estas inspecciones se realizan sin contacto directo con los animales. A partir de este ejercicio, Marchewka et al. (2013) proponen el uso de las recorridas en transectas como una metodología de evaluación del bienestar. Aunque este método no invasivo es bien aceptado por los productores, no proporciona datos cuantitativos, como sí lo hacen otras metodologías, por lo que es necesario realizar ensayos que garanticen la comparabilidad de los resultados obtenidos (Ben Sassi et al. 2016).

Una limitación inherente a los métodos basados en la evaluación de muestras individuales es el tiempo requerido para su ejecución, tanto por veterinarios y organismos de control, así como por los propios productores (Marchewka et al. 2013). Además, estos métodos sólo permiten evaluar una fracción relativamente pequeña del lote, dada la gran magnitud de estos (Marchewka et al. 2015). En este contexto, el método de Transectas emerge como una herramienta prometedora, ya que permite reducir los costos operativos y minimizar el estrés animal mediante un monitoreo visual de una gran proporción de individuos.

El objetivo del presente estudio fue evaluar el bienestar de los pollos parrilleros mediante metodologías Individuales y de Transectas, para determinar la robustez de esta última como una herramienta eficaz.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en cuatro granjas de producción de carne aviar situadas en el noreste de la provincia de Santa Fe, Argentina, durante los meses de octubre, noviembre y diciembre, y en cada una de ellas se emplearon dos galpones. Se utilizaron en total, ocho galpones cerrados de ventilación forzada tipo túnel, cuatro oscurecidos con cortinas tipo blackout y cuatro con cortinas translúcidas. Los galpones blackout tenían una superficie de entre 1.800 y 2.100 metros cuadrados y los galpones con cortinas

translúcidas, una superficie de 1.800 metros cuadrados. Todos los galpones contaban con comederos automáticos tipo plato, bebederos tipo niple, sistema de enfriamiento evaporativo tipo foggers, extractores de aire en un extremo del galpón y paneles de enfriamiento evaporativo en el ingreso de aire. La cama estaba compuesta por cascarilla de arroz.

Los datos fueron recolectados durante dos ciclos de crianza de pollos de engorde, el primero desde octubre a noviembre de 2021 y el segundo desde diciembre de 2021 a enero del año 2022. El número de aves que formaron parte del estudio correspondió al 10% de la población de pollos de engorde y las granjas donde se alojaron representaron el 10% de toda la integración. En los ciclos productivos evaluados se alojaron pollos machos y hembras Cobb500® en lotes de 23.000 a 23.500 aves en los galpones con cortinas translúcidas y 25.300 a 27.000 en los galpones blackout durante la primera crianza, mientras que en la segunda se alojaron de 22.000 a 22.300 y 24.000 a 26.600 aves en los primeros y segundos, respectivamente.

El registro de la información se realizó en la última semana de cada crianza, entre los días 35 y 42 del ciclo. Se utilizaron dos metodologías de evaluación basadas en los animales, la primera consistió en la observación de variables mediante el método de Transectas propuesto por Marchewka et al. (2013) y la segunda en la observación Individual de una muestra de 125 pollos mediante el uso de un conjunto acotado de indicadores, seleccionados dentro de los propuestos por el protocolo de Welfare Quality®. El muestreo se realizó en forma secuencial en horas de la mañana. Primero se recolectaron los datos con la metodología de Transectas y posteriormente se realizó la evaluación Individual.

**Metodología de transectas.** Para la primera metodología se trazaron cinco transectas a largo del galpón, enumeradas de 1 a 5. La primera (1) y la última (5) se localizaron entre las paredes laterales y las líneas de bebederos, la segunda (2) y la cuarta (4) entre las líneas laterales de bebederos y comederos y la tercera, cercana a la línea central de comederos. El observador recorrió cada transecta y registró la cantidad de pollos: Inmóviles (sin movimiento ante estímulos); Cojeando (desplazamiento desparejo y manifiesto); Sucios (plumas laterales y traseras visiblemente sucias); Enfermos (pollos con crestas pequeñas y pálidas, conjuntiva ocular congestiva, plumas no arregladas y encontrados en posición de reposo); Agonizantes (pollos tendidos en el suelo con ojos cerrados y dificultad respiratoria) y Muertos.

**Metodología individual.** Se definieron cinco puntos de muestreo en cada galpón, distribuidos uniformemente como sugiere la metodología propuesta por Welfare Quality®. Estos se ubicaron en zig zag a lo largo de todo el galpón, de forma tal que abarcaran diferentes sectores en sentido tanto longitudinal como transversal. En cada punto muestral se capturaron 25 pollos machos y hembras, previamente cercados. Sobre cada individuo, se relevaron las variables: peso corporal (PC, en gramos), presencia de lesiones de almohadilla plantar (LAP), quemadura de tarso (QT), suciedad de plumas (SP) y marcha (M), según la

escala establecida en la metodología de Welfare Quality® (2009). Para LAP se utilizó la escala de 0 a 4, donde 0 implica la ausencia de lesiones y 4 refiere a las lesiones de mayor gravedad. En QT (escala de 0 a 4), 0 indica la ausencia de quemaduras y 4 la graduación más severa de las mismas. Para SP (escala de 0 a 3) el 0 refiere a la ausencia de suciedad de las plumas ventrales y el 3 a la condición de mayor suciedad. Respecto a la M (escala de 0 a 5) el 0 representa la marcha normal y 5 la incapacidad para caminar. Con la finalidad de eliminar el sesgo interobservador se definieron los roles de cada operario, mientras uno recolectó y manipuló el ave, otro realizó la calificación y registro de los datos en planillas. El PC se obtuvo mediante balanza digital (precisión 0,1 g). Cada ave se capturó desde el dorso con ambas manos y se colocó en una jaula de pesaje individual. Los indicadores de LAP, QT y SP, se obtuvieron luego del pesaje, tomando el ave con ambas manos, sin invertirla, para determinar la calificación de cada indicador según la escala. Una vez depositada el ave en el piso, se observó el desplazamiento y su forma, para establecer la valoración de M.

**Metodologías y análisis de los datos.** Se emplearon métodos de agrupamiento jerárquico (clustering) para analizar el conjunto de datos, lo cual permitió asociar las granjas en función de características similares, lo que se evidenció por la menor distancia entre los valores de las variables. La elección de este tipo de análisis de agrupamiento, basado en aprendizaje no supervisado, facilitó la evaluación de dos metodologías de categorización del bienestar animal con diferentes grados de complejidad en las granjas.

Los datos relevados fueron registrados en formato de tabla en planillas de cálculos (Excel).

Para la comparación de los resultados de las metodologías de Transecta e Individual, los datos observacionales fueron ponderados por la densidad utilizada en cada galpón. Estas nuevas variables generadas, se agruparon bajo 3 métodos de agregación o criterios de enlace: Complete, Average y Ward.D. El nivel de agrupamiento por granja se realizó con el valor promedio de los galpones en cada granja.

**Preprocesamiento de datos de Transecta por granja.** El archivo de datos de Transecta incluyó un conjunto de variables para el análisis definido como: ensayos (1 y 2), granjas (1, 2, 3 y 4), dentro de ellas, por galpón (1 y 2) y transecta (de 1 a 5). También se registró la cantidad de aves por galpón, la superficie del galpón en metros cuadrados, y el número de observaciones para cada variable en particular en cada transecta. Las variables incluidas en el análisis fueron “Sucios”, “Cojeando”, “Inmóviles”, “Enfermos”, “Agonizantes” y “Muertos”, todas ellas desglosadas por transecta, galpón, granja y ensayo.

Se calculó la densidad como el cociente entre la cantidad de aves y la superficie del galpón ( $\text{Densidad} = \text{Cantidad de aves} / \text{Superficie}$ ). Posteriormente, se ajustaron los seis indicadores utilizando la densidad calculada, lo que permitió obtener los siguientes índices: Sucio\_Dens, Cojeando\_Dens, Inmóviles\_Dens, Enfermos\_Dens,

Agonizantes\_Dens y Muertos\_Dens, los cuales se obtuvieron al dividir cada uno por la variable Densidad.

Se incluyó la corrección por densidad, ya que las frecuencias de cada variable en valor absoluto pueden ser iguales, pero, debido a que la densidad de cada uno de los galpones de las distintas granjas fue diferente, fue necesario ponderar por dicha variable.

Mediante el empleo de las herramientas de Tablas Dinámicas en Excel, se realizaron cálculos específicos para las siguientes variables: Sucio\_Dens, Cojeando\_Dens, Inmóviles\_Dens, Enfermos\_Dens, Agonizantes\_Dens y Muertos\_Dens. Los datos discriminados por transecta y galpón se agruparon para el análisis según ensayo y granja.

Para cada una de las variables mencionadas, se calcularon las siguientes medidas cuantitativas: Cuenta, Suma, Promedio y Desvío, lo que se plasmó en una matriz que contiene 8 filas, correspondientes a la combinatoria de ensayo y granja, y 24 columnas, que representan las 6 variables multiplicadas por los 4 cálculos realizados.

Debido a la necesidad de caracterizar cada galpón de manera individual, las cuatro filas correspondientes al segundo ensayo se colocaron a la derecha de las cuatro filas del primer ensayo, esto permitió reorganizar el conjunto de datos, preparándolo para el análisis de clúster, con el objetivo de agrupar (clusterizar) los datos por granja.

**Preprocesamiento de datos de la metodología individual por granja.** El archivo de datos de metodología individual incluyó el siguiente conjunto de variables: ensayos (1 y 2), granjas (1, 2, 3 y 4), galpón (1 y 2) y puntos de muestreo (de 1 a 5). También se registró la cantidad de aves por galpón, la superficie en metros cuadrados del galpón y el punto de muestreo. Además, se incluyeron diversos indicadores, que permitieron un análisis detallado de diferentes aspectos del bienestar de las aves en cada granja y ensayo, a saber: lesiones de almohadilla plantar (escala de 0 a 4), quemadura de tarso (escala de 0 a 4), suciedad de plumas (escala de 0 a 3) y marcha (escala de 0 a 5), a los cuales se les asignaron las siguientes abreviaturas: Pat 0, Pat 1, Pat 2, Pat 3, Pat 4; Tar 0, Tar 1, Tar 2, Tar 3, Tar 4; Plu 0, Plu 1, Plu 2, Plu 3 y Marc 0, Marc 1, Marc 2, Marc 3, Marc 4, Marc 5.

Mediante el empleo de las herramientas de Tablas Dinámicas en Excel, se realizaron cálculos para las 20 variables de indicadores listadas en el punto anterior. Los datos discriminados por puntos de muestreo se agruparon para el análisis según ensayo y granja, lo que permitió un análisis estructurado y comparativo de las diferentes variables en cada combinación entre ambos.

Se realizó la sumatoria para cada una de las variables mencionadas anteriormente, resultando en una matriz con 8 filas, correspondientes a la combinatoria de ensayo y granja y 20 columnas que representan las respectivas variables de los índices. A esta matriz se le aplicó la densidad de cada granja, lo que generó una nueva matriz de dimensiones similares, en la cual los valores fueron ponderados por la densidad.

Para caracterizar adecuadamente cada galpón, las cuatro filas correspondientes al segundo ensayo se ubicaron a la derecha de las cuatro filas del primer ensayo. Esta reorganización del conjunto de datos permite prepararlo

para el análisis de clúster, con el objetivo de agrupar (clusterizar) las granjas de manera más efectiva.

**Cálculo de similaridad y disimilaridad.** Los dos conjuntos de datos obtenidos por granja se procesaron con R, un lenguaje de programación y software libre utilizado para la gestión y análisis de datos, y visualización gráfica. Se calculó la matriz de distancias (similitud o disimilitud) entre las granjas con la función `dist()` en R, lo cual es necesario para el análisis de clustering.

Para el cálculo de distancia se utilizó la distancia euclidiana: la raíz cuadrada de la suma de las diferencias al cuadrado entre las variables correspondientes a dos granjas en un espacio n-dimensional, que en el dendrograma está representado por la longitud del segmento de línea recta vertical que conecta estos dos puntos.

La distancia euclidiana entre dos puntos  $p$  y  $q$  (granjas), y  $p_i$  y  $q_i$  son las variables relevadas, donde  $p = (p_1, p_2, \dots, p_n)$  y  $q = (q_1, q_2, \dots, q_n)$  en un espacio n-dimensional es:

$$d(p, q) = \sqrt{(p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2 + \dots + (p_n - q_n)^2}$$

Donde  $p_i$  y  $q_i$  representan las coordenadas de los puntos  $p$  y  $q$  en la dimensión  $i$ .

**Método de Clustering.** Para el agrupamiento se utilizó el método de Clustering jerárquico, denominado de esta forma por organizar los datos en forma de dendrograma, anidando (fusionando) en formato de árbol los distintos niveles desde los específicos (hojas) a lo general (ramas). Se utilizó la función de R `hclust()`, que toma como insumo la matriz de distancia calculada en el paso anterior y los agrupa en forma jerárquica.

Existen diferentes metodologías dentro del clúster jerárquico, teniendo en cuenta qué aspecto se considera al agrupar los pares de puntos. Los que se utilizaron para este análisis fueron: a) Complete: Agrupamiento completo o enlace completo, toma la distancia máxima entre pares de puntos, b) Average: Enlace promedio, toma el promedio de las distancias entre todos los pares de puntos y c) Ward.D2: Método de Ward, el cual minimiza la varianza total dentro de cada clúster.

La exploración de estos tres métodos para cada uno de los análisis realizados ayuda a obtener una comprensión más completa de cómo se agrupan los datos, en cuanto a su estructura y la robustez del resultado. La estructura intrínseca de los datos puede generar diferentes formas, tamaños y distribuciones de clústeres. La robustez de los datos proviene de la utilización de diferentes métodos, si estos producen resultados similares, nos brinda una mayor confianza de que la estructura encontrada es robusta.

**Visualización de los dendrogramas.** El dendrograma de la agrupación jerárquica se visualizó con la función `plot()` de R. Los procedimientos que involucraron la manipulación de aves vivas fueron revisados y avalados por el Comité Institucional para el Cuidado y Uso de Animales de Experimentación del Centro Regional Santa Fe de INTA (CICUAE CERSAN), bajo el número P21-026.



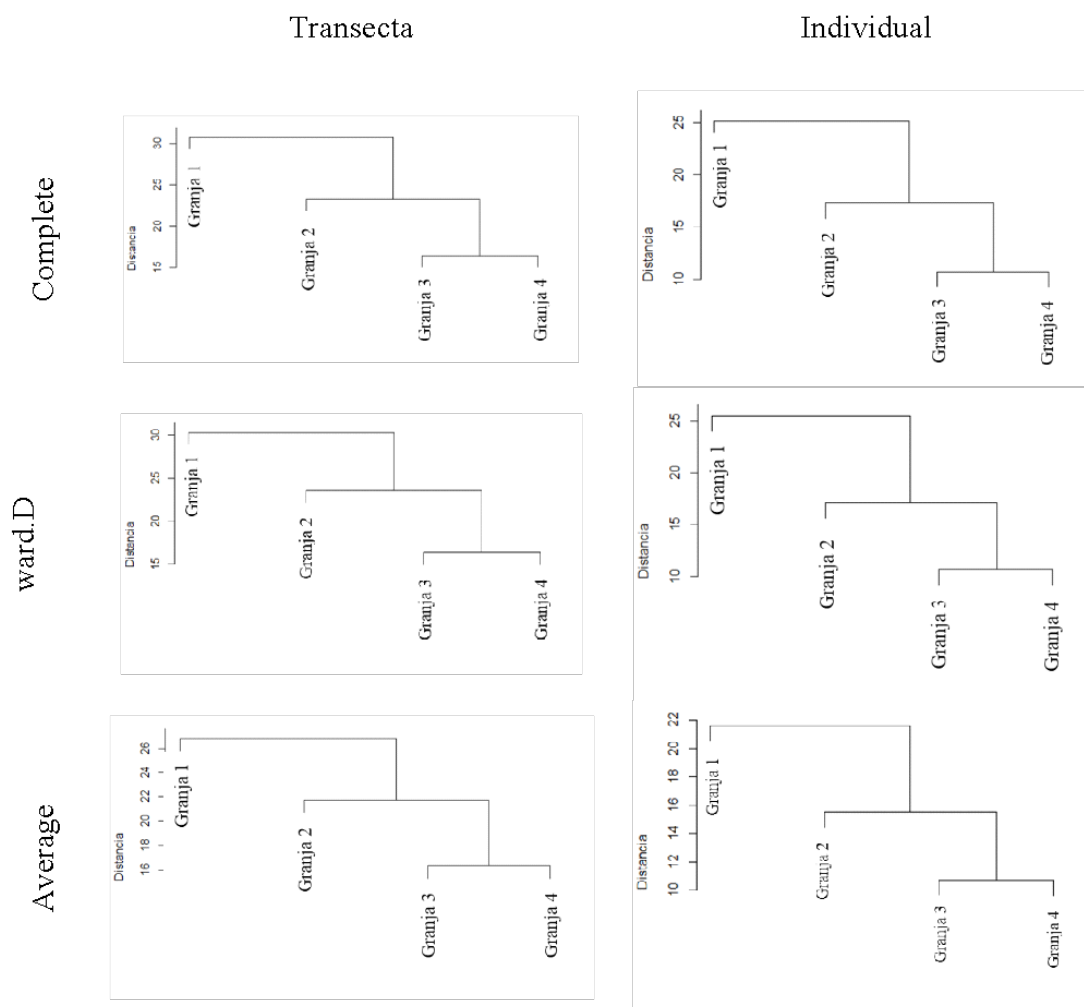
## RESULTADOS

El análisis a nivel de granja permitió obtener agrupamientos estables, independientemente de las metodologías utilizadas.

En la Figura 1, en la columna izquierda, correspondiente a la metodología de Transecta, los segmentos verticales del dendrograma representan las distancias entre las distintas granjas. El primer agrupamiento evidenció que la granja 3 (G3) y la granja 4 (G4) son las más parecidas del conjunto analizado. Esto se debió a que los valores de las variables

estudiadas en ambas granjas fueron cercanos, lo cual se reflejó en un vector vertical de tamaño reducido. A este grupo inicial se añadió la granja 2 (G2), de acuerdo con la distancia con el primer grupo, lo que constituyó un nuevo conjunto. Finalmente, se incorporó la granja 1 (G1), que se encontró a mayor distancia debido a su menor similitud con el agrupamiento inicial (G3 y G4).

Los dendrogramas resultantes fueron similares para los tres métodos de agrupamiento utilizados, con ligeras variaciones en las longitudes de los vectores.



**Figura 1.** Clúster Jerárquico por Granja Transecta e Individual Total.

En la Figura 1, columna derecha, correspondiente a la metodología Individual, se observó un comportamiento de agrupamiento similar entre las granjas, independientemente del método utilizado. Al igual que en el análisis basado en los datos de la metodología Transecta, se apreciaron ligeras variaciones en las longitudes de los vectores verticales de similitud.

## DISCUSIÓN

El presente estudio evaluó la robustez del método de Transectas para la valoración del bienestar animal en granjas de pollos parrilleros y determinar la similitud con metodologías basadas en indicadores individuales. Además, se exploró la posibilidad de simplificar estas

evaluaciones mediante la adopción de la metodología de Transectas. Para ello se analizaron dos métodos de evaluación del bienestar, Individual y Transectas, mediante la metodología de clustering. Los resultados mostraron que la similitud entre los métodos se debe a la cercanía de los valores asumidos por las variables, lo que refleja el estado de las aves en su esfuerzo por adaptarse a las condiciones del entorno en el que se encuentran alojadas. Las variables recopiladas en cada metodología representan distintos enfoques sobre el ambiente avícola y actúan como indicadores complementarios de las condiciones del medio.

Diversos métodos permiten evaluar el bienestar animal en granjas de pollos de engorde. Entre los empleados, el proyecto europeo Welfare Quality® (WQ) se estableció como una metodología estandarizada y ampliamente

adoptada a nivel mundial. Está basado en medidas individuales de los animales, incluye el registro de lesiones y tasas de mortalidad, así como medidas basadas en los recursos, tales como el entorno físico, el espacio disponible y las instalaciones del alojamiento (Visser et al. 2023). Es ampliamente reconocido por la comunidad científica como un enfoque de vanguardia en la evaluación del bienestar animal (Vieira Rios et al. 2020), además, se destaca por su visión integral y sistemática. Sin embargo, una de sus principales limitaciones es el elevado requerimiento de tiempo, lo que puede restringir su aplicabilidad en entornos de producción a gran escala (De Jong et al. 2016). Ante esta dificultad, el método de Transectas podría proporcionar una estimación más representativa del bienestar del lote, al permitir una visión más amplia de su condición general. Requiere recorridos por el galpón para evaluar el estado de salud del lote. Así, se distingue a los individuos con problemas graves visibles de bienestar, lo que proporciona una estimación rápida del estado general de salud y bienestar del lote. No incluye ningún contacto directo con los individuos, sólo visual, lo que posibilita la evaluación de indicadores de bienestar como cojera, inmovilidad, suciedad en el dorso, enfermedad, agonía o aves muertas (Marchewka et al. 2013). No obstante, es esencial encontrar un equilibrio entre la precisión de los resultados y los recursos disponibles y representa un desafío clave para la optimización de las metodologías de evaluación en sistemas de producción intensiva.

En el presente estudio se hipotetizó que este método permitiría una ejecución más rápida, reduciría los costos operativos y contribuiría a preservar el bienestar animal al minimizar el estrés, dado que no implica un contacto directo con los animales. Si ambos métodos arrojaran resultados similares, el uso de transectas podría convertirse en una herramienta valiosa para reducir costos y promover una evaluación no manipulativa del bienestar, lo que aumentaría así su probabilidad de adopción como una herramienta de evaluación en las granjas.

Con el fin de optimizar la evaluación del bienestar animal en galpones avícolas, uno de los objetivos de los grupos de investigación ha sido desarrollar protocolos que minimicen el contacto con los animales y reduzcan el tiempo y los recursos necesarios para la evaluación. De Jong et al. (2016) estudiaron la reducción del tiempo de implementación del protocolo Welfare Quality® mediante la disminución del número de variables y el análisis de las correlaciones entre métodos. En su investigación con 180 lotes de pollos parrilleros en granjas y 150 en plantas de faena, encuentran que las mediciones de dermatitis plantar, quemadura de tarso, limpieza de plumas y puntuación de la marcha muestran correlaciones moderadas a altas con las mediciones realizadas en las plantas de faena, lo que sugiere la viabilidad de sustituir algunas mediciones en granja por las obtenidas en la planta.

A la vez que se busca optimizar los tiempos sin comprometer la fiabilidad de las evaluaciones, varios estudios comparan diferentes metodologías. Marchewka et al. (2013) evaluaron lotes de pollos de engorde utilizando dos enfoques: caminatas en transectas, semejantes a las empleadas en la biología de la vida silvestre, y la puntuación individual. De manera similar, Vasdal et al.

(2022) compararon el bienestar en aviarios utilizando tres métodos: transectas y dos enfoques de evaluación individual, AssureWel y el método NorWel, desarrollados por la Universidad de Bristol y asesores noruegos, respectivamente. Los autores señalan que, aunque los indicadores de bienestar y puntuaciones utilizados en cada uno de los métodos no son completamente comparables, el estudio comprueba que tres de las variables relevadas muestran elevada correlación entre métodos.

Para el análisis de la similitud entre los resultados obtenidos mediante dos métodos de evaluación (Individual y Transectas), se empleó la metodología de clustering que ha sido previamente documentada. Vilas Boas Ribeiro et al. (2020) emplearon el clustering para estimar la zona de termoneutralidad de gallinas ponedoras expuestas a desafíos térmicos mediante dendrogramas generados por el método de Ward.D y consiguieron definir los grupos según el comportamiento y la respuesta fisiológica de las aves. La evaluación del bienestar animal requiere el registro de un número amplio de indicadores, como los presentados en este estudio, donde se identificaron agrupamientos similares en función del tipo de galpón para ambas metodologías de evaluación. De igual manera, Nicol et al. (2011) estandarizaron variables y utilizaron librerías de R para realizar un análisis de clustering en 60 gallinas distribuidas en diferentes fases del ciclo productivo. Estos autores observaron una alta sensibilidad de los indicadores frente a cambios en el entorno, lo que revalida el uso del análisis de clustering cuando se manejan múltiples variables de distinta naturaleza. Buzdugan et al. (2021) evaluaron indicadores de salud y bienestar en más de 14.000 lotes de pollos mediante análisis jerárquicos de correlación para identificar patrones en los registros de inspección de carne. Los resultados mostraron una variación estacional y temporal en la incidencia de decomisos y señalan un clúster sindrómico relacionado con pericarditis, perihepatitis y coloración anormal, lo que subraya el potencial del clustering para detectar patrones de bienestar y salud en pollos. Por otra parte, Kuivanen et al. (2016) utilizaron una metodología cuantitativa basada en clustering para caracterizar pequeños productores avícolas y la comparan con una metodología cualitativa para comprender la heterogeneidad de estos, mediante tipologías participativas. Encontraron que la tipología estadística generó cinco clústeres, mientras que la tipología participativa ofreció una clasificación más detallada, lo que destaca la capacidad de contextualizar resultados complejos al combinar ambas metodologías.

## CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio sugieren que ambas metodologías de evaluación de bienestar animal realizan un agrupamiento similar de las granjas. Los métodos de análisis demostraron ser robustos al generar patrones similares en los datos analizados. Esto refuerza la validez de ambos enfoques y su aplicabilidad en el contexto del análisis realizado, y evidencia que, si bien las metodologías pueden tener pequeñas variaciones, sus resultados son lo suficientemente consistentes como para recomendar su uso conjunto en investigaciones futuras,

ampliando así las posibilidades de análisis en contextos variados.

## ORCID

Menichelli, M.  <https://orcid.org/0000-0003-1690-7793>

Gallard, E.  <https://orcid.org/0000-0003-1184-7867>

Taié, A.  <https://orcid.org/0009-0006-0976-3049>

Revidatti, F.  <https://orcid.org/0000-0003-1901-9871>

Sindik, M.  <https://orcid.org/0009-0005-9025-1392>

Fernández, R.  <https://orcid.org/0000-0001-8470-7721>

## REFERENCIAS

1. Algers B, Berg C. Monitoring animal welfare on commercial broiler farms in Sweden. *Acta Agric. Scand. Sect. A-Anim. Sci.* 2001; 51(S30): 88-92.
2. Ayalew H, Zhang H, Wang J, Wu S, Qiu K, Qi G, Tekeste A, Wassie T, Chanie D. Potential Feed Additives as Antibiotic Alternatives in Broiler Production. *Front. Vet. Sci.* 2022; 9: 916473.
3. Ben Sassi N, Averós X, Estevez I. Technology and poultry welfare. *Animals.* 2016; 6(10): 62.
4. Buzdugan SN, Alarcon P, Huntington B, Rushton J, Blake DP, Guitian J. Enhancing the value of meat inspection records for broiler health and welfare surveillance: longitudinal detection of relational patterns. *BMC Vet. Res.* 2021; 17: 1-13.
5. Čobanović N, Magrin L. Editorial: Health and welfare problems of farm animals: prevalence, risk factors, consequences and possible prevention solutions. *Front. Vet. Sci.* 2023; 10: 1238852.
6. De Jong IC, Hindle VA, Butterworth A, Engel B, Ferrari P, Gunnink H, Van Reenen CG. Simplifying the Welfare Quality® assessment protocol for broiler chicken welfare. *Animal.* 2016; 10(1): 117-127.
7. Hartcher KM, Lum HK. Genetic selection of broilers and welfare consequences: a review. *World's Poult. Sci. J.* 2020; 76(1): 154-167.
8. Informe cadena de valor. Avícola - carne y huevos. Año 10 - N°81 - febrero 2025. ISSN 2525-0221. Ministerio de economía. Dirección nacional de estudios regionales y cadenas de valor. [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/cadena\\_aviar\\_2024.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/cadena_aviar_2024.pdf)
9. Knowles TG, Kestin SC, Haslam SM, Brown SN, Green LE, Butterworth A, Pope SJ, Pfeiffer D, Nicol CJ. Leg disorders in broiler chickens: prevalence, risk factors and prevention. *PLoS One* 2008; 3(2): e1545.
10. Kuivanen KS, Michalscheck M, Descheemaeker K, Adjei-Nsiah S, Mellon-Bedi S, Groot JC, Alvarez S. A comparison of statistical and participatory clustering of smallholder farming systems—A case study in Northern Ghana. *J. Rural Stud.* 2016; 45: 184-198.
11. Main DCJ, Whay HR, Leeb C, Webster AJF. Formal animal-based welfare assessment in UK certification schemes. *Animal Welfare.* 2007; 16(2): 233-236.
12. Marchewka J, Watanabe TTN, Ferrante V, Estevez I. Welfare assessment in broiler farms: Transect walks versus individual scoring. *Poult. Sci.* 2013; 92(10): 2588-2599.
13. Marchewka J, Estevez I, Vezzoli G, Ferrante V, Makagon MM. The transect method: a novel approach to on-farm welfare assessment of commercial turkeys. *Poult. Sci.* 2015; 94(1): 7-16.
14. Nicol CJ, Caplen G, Edgar J, Richards G, Browne WJ. Relationships between multiple welfare indicators measured in individual chickens across different time periods and environments. *Animal Welfare.* 2011; 20(2): 133-143.
15. Petracci M, Mudalal S, Soglia F, Cavani C. Meat quality in fast-growing broiler chickens. *World's Poult. Sci. J.* 2015; 71: 363-374.
16. Vieira Rios HV, Waquil PD, de Carvalho PS, Norton T. How are information technologies addressing broiler welfare? A systematic review based on the welfare quality® assessment. *Sustainability.* 2020; 12(4): 1413.
17. Stamp Dawkins M, Donnelly CA, Jones TA. Chicken welfare is influenced more by housing conditions than by stocking density. *Nature.* 2004; 427(6972): 342-344.
18. Ribeiro BPVB, Junior TY, de Oliveira DD, de Lima RR, Zangeronimo MG. Thermoneutral zone for laying hens based on environmental conditions, enthalpy and thermal comfort indexes. *J. Therm. Biol.* 2020; 93: 102678.
19. Vasdal G, Marchewka J, Newberry RC, Estevez I, Kittelsen K. Developing a novel welfare assessment tool for loose-housed laying hens—the Aviary Transect method. *Poult. Sci.* 2022; 101(1): 101533.
20. Vissers LS, Van Wagenberg CP, Baltussen WH. A method for calculating the external costs of farm animal welfare based on the Welfare Quality® Protocol. *Front. anim. sci.* 2023; 4: 1195221.
21. Welfare Quality. Welfare Quality® assessment protocol for poultry (broilers, laying hens). Welfare Quality® Consortium, Lelystad, Netherlands. 2009.
22. Wilcox CH, Sandilands V, Mayasari N, Asmara IY, Anang A. A literature review of broiler chicken welfare, husbandry, and assessment. *World's Poult. Sci. J.* 2024. 80(1): 3-32.