

# STUNNING IN THE PROCESSING OF CHICKENS: A systematic review of the literature from the years 2012 – 2022

Leila Yuliana Salazar Florián, Bachiller Ingeniería Industrial<sup>1</sup>, Wilson Alcides Gonzales-Abanto, Maestro en Dirección de Operaciones y Cadena de Abastecimiento<sup>2</sup>, Luis Roberto Quispe-Vásquez, Maestro en Ciencias – Educación Superior<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup>Universidad Privada del Norte, Perú, N00175854@upn.pe, wilson.gonzales@outlook.com, luisquiva05@gmail.com

*Abstract– In the last times, the slaughter plants have been forced to implement adequate stunning techniques prior to slaughter, in order to guarantee the quality of the meat destined for human consumption and animal welfare. In view of this, the present systematic review is aimed at collecting scientific theoretical information on the different types of stunning techniques and methods used by the slaughter plants. For that, the search for scientific theoretical information was carried out in the information sources of: Scopus, ScienceDirect, ProQuest, Ebsco and Scielo; including studies carried out over the last 10 years such as: research articles, review articles, scientific journals, academic publications, open access files, obtaining a total of 216 articles, of which a qualitative analysis was carried out to determine which articles provided a response the research question obtaining 61 articles, of these the vast majority talk about the use of electrical stunning (ES) by means of water baths, and a smaller number of ammunition to controlled atmosphere stunning (CAS) or also known as modified atmosphere (KAPS). ), the same ones that use gas mixtures and low atmospheric pressure (LAPS).*

*Keywords-- Stunning techniques, slaughter plants, chicken processing.*

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).  
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

# ATURDIMIENTO EN EL BENEFICIADO DE POLLOS: Una revisión sistemática de la literatura de los años 2012 - 2022

**Resumen**– En los últimos tiempos las plantas de sacrificio de pollos de engorde se han visto obligadas a implementar técnicas adecuadas de aturdimiento previo al sacrificio, con la finalidad de garantizar la calidad de la carne destinada para el consumo humano y el bienestar animal. Ante ello la presente revisión sistemática está orientada a la recolección de información teórica científica, sobre los diferentes tipos de técnicas y métodos de aturdimiento que emplean las plantas de beneficiado de pollo de engorde. Se realizó la búsqueda de la información teórica científica en las fuentes de información de: Scopus, ScienceDirect, ProQuest, Ebsco y Scielo; incluyendo estudios realizados entre los últimos 10 años como: artículos de investigación, artículos de revisión, revistas científicas, publicaciones académicas, archivos de libre acceso, obteniendo un total de 216 artículos, de estos se realizó un análisis cualitativo para determinar que artículos brindan respuesta a la pregunta de investigación obteniendo 61 artículos, de estos la gran mayoría hablan sobre el uso de aturdimiento eléctrico (ES) mediante baños de agua, y un número menor mencionan al aturdimiento con atmosfera controlada (CAS) o también conocida como atmosfera modificada (KAPS), los mismo que emplean mezclas de gases y la baja presión atmosférica (LAPS).

**Keywords**-- Técnicas de aturdimiento, plantas de sacrificio, beneficiado de pollo.

## I. INTRODUCCIÓN

En el siglo XIX surgieron varios organismos de bienestar animal, los mismos que han ido aumentando en el siglo XX, pero en realidad cuando se ha despertado un mayor interés respecto al tema del bienestar animal fue en el siglo XXI, el mismo que ha venido intensificándose [1]. La Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), indica que para lograr el bienestar de los animales se ha adaptado normas de bienestar con base científica, puesto que es clave para la sanidad animal que incluyen la producción, transporte y sacrificio de pollo de engorde [1]. Las organizaciones buscan establecer métodos de aturdimiento, insensibilización y sacrificio; con la finalidad de dar una muerte sin dolor y digna a los animales que se sacrifican, ante ello el 24 de setiembre de 2009 el Consejo de la Unión Europea Aprueba el Reglamento (CE) N° 1099/2009, en su Anexo N° 01 estipula cual es la lista de métodos de aturdimiento e insensibilización permitidos en los animales para su posterior sacrificio [2].

La Asociación Médica Veterinaria Estadounidense, ha emitido criterios para el aturdimiento de aves de corral, lo mismo que serían a través de inhalación de gas, dislocación cervical, sacrificio tradicional o manual, eléctrico, inyectables entre otros [3]. Considerando el bienestar animal, las técnicas aplicadas antes del sacrificio deben de producir una pérdida de conocimiento de manera instantánea [4]. Así mismo [5], nos dice que los métodos de sacrificio conllevan a un proceso que

se compone por dos fases, primero se realiza el aturdimiento, noqueo o insensibilización el mismo que produce la pérdida de conocimiento, sin miedo, ansiedad, dolor angustia, sufrimiento; y la siguiente fase es la muerte en si del animal.

Dentro de las técnicas de beneficiado tenemos el aturdimiento eléctrico, para el empleo de esta técnica el personal debe de estar capacitado, ya que, si el aturdimiento es insuficiente, es decir, el voltaje aplicado es demasiado bajo provoca que el ave aún sea sensible al dolor [6]. Por otro lado, cuando el aturdimiento es excesivo causa daños en la carne como son: hematomas, lesiones, huesos rotos, entre otras [7]. Lo que sería lo contrario con una aplicación de voltaje de aturdimiento moderado y correcto, el mismo que provoca una pérdida de conocimiento por 40 a 52 segundos, facilitando así los posteriores procesos como es el sacrificio en si del ave, el escaldado, desplume, y a la vez minimizado los daños en la carne [6].

Si bien es cierto que cada planta de beneficiado de pollo elije y define los procedimientos, métodos y técnicas más eficientes y adecuados para el aturdimiento de las aves [8]. Estos deben de cumplir con ciertos criterios como ser fáciles y seguros de usar, tener éxito en la primera aplicación y con el uso de un solo operador, permitir el movimiento dentro de la planta de sacrificio, los métodos de insensibilización que cumplen con estos criterios son: cervical mecánico, co<sub>2</sub>, eléctrico y el aturdimiento con perno cautivo [4], conocidos también como los posibles métodos de insensibilización más humanitarios.

Los índices de demanda de carne de aves de corral han ido aumentando rápidamente [9], se tiene conocimiento de que el pollo y los productos derivados de este, son las principales agentes que producen infección por *Campylobacter* en los seres humanos [10]. Las plantas de beneficiado de pollo es uno de los principales medios donde se generan estos tipos de infecciones, como es el proceso de sacrificio de las aves que están destinadas al consumo humano, esto ha despertado una gran preocupación por el bienestar animal sobre todo al momento de sacrificar ganado y aves de corral que están destinadas para el consumo [11].

Los métodos de sacrificio vienen siendo una preocupación a nivel de todo el mundo, ya que se debe de considerar el bienestar animal y así mismo se busca que la carne sea de buena calidad, evitando que sea dañada por factores intrínsecos y extrínsecos, como pueden ser los métodos de sacrificio empleados en las plantas de beneficiado [12]. Las organizaciones buscan determinar los mejores métodos de sacrificio Halal y no Halal [13]. Algunas industrias avícolas se han pronunciado indicando que desean experimentar nuevas alternativas de insensibilización para el sacrificio de sus aves, con la finalidad de buscar disminuir las pérdidas y al mismo

tiempo considerar el bienestar animal al momento de sacrificarlos [14].

Si consideramos el bienestar animal, podemos decir que el sacrificio es un punto clave que se debe de considerar y de esta manera buscar una mejor calidad y seguridad de la carne de pollos de engorde que está destinada para el consumo humano, el aturdimiento es el primer paso del proceso de sacrificio, por lo que, podemos decir que es de suma relevación para el cuidado del bienestar animal [15]. Por lo que los gobiernos y organizaciones de bienestar animal, recomienda hacer uso del método de insensibilización con gas, en reemplazo del método de aturdimiento eléctrico [5]. Puesto que se considera como el más humanitario al momento de realizar la insensibilización de las aves [16].

La Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), recalca que el bienestar es un punto clave de la sanidad animal por lo que, ha dispuesto diez normas con base científica referentes al bienestar animal, que incluyen la producción, transporte y sacrificio de pollo de engorde, así mismo la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO), especifica que la falta de legislación del bienestar en las organizaciones; provocaría que los empresarios de la industria avícola queden fuera de participar en el comercio internacional, en vez de permitirles tener éxito en este tipo de comercio [1]. La revisión sistemática, tiene como objetivo la recolección y obtención de información teórica científica, sobre los diferentes tipos de técnicas y métodos aplicados en el aturdimiento que se realiza en las plantas de beneficiado de pollo, las mismas que serán clasificadas, revisadas, analizadas, y procesadas; que permitan responder a la pregunta de investigación planteada que es: ¿Qué técnicas de aturdimientos son utilizados para el beneficiado de pollo?

## II. METODOLOGÍA

En la revisión sistemática, se siguieron los criterios establecidos en la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and MetaAnalyses), publicado en el año 2009, la misma que facilitó realizar una revisión sistemática transparente de toda la información que se había recolectando [17].

La finalidad de la declaración PRISMA, es facilitar la presentación de investigaciones de revisiones sistemáticas y meta-análisis a los autores. PRISMA, es una estrategia de estudio que tiene una gran fortaleza, ya que se puede aplicar para elaborar revisiones sistemáticas de diferentes tipos de investigación, especialmente evaluaciones de intervenciones, además a ello, puede ser útil para la evaluación crítica de las revisiones sistemáticas publicadas [18].

Para que la investigación tenga transparencia en el proceso de búsqueda y recolección de información teórica, a partir de la pregunta de investigación se definió palabras claves en inglés y español como: “Stunning Techniques”, “Chicken Processing Plants”, “Chicken Stunning”, “Processing”, “Chicken Processing”, “Stunning Processes”, “Bienestar animal”, “Aturdimiento de aves”, “Insensibilización de aves”, “Procesos

de sacrificio de pollos”, “Aturdimiento”, “Técnicas de aturdimiento”, “Pollo”, “Plantas de beneficio”. Para una obtención de resultados con mayor precisión se hizo uso de los operadores booleanos: (“Stunning Techniques” AND “Chicken Processing Plants”), (“Chicken Stunning” AND “Processing”), (“Chicken Processing” AND “Stunning Processes”), (“Bienestar animal” AND “Aturdimiento de aves”), (“Bienestar animal” AND “Insensibilización de aves”), (“Procesos de sacrificio de pollos” OR “Aturdimiento”), (“Técnicas de Aturdimiento” AND “Pollo”), (“Aturdimiento” AND “Pollo”), (“Plantas de beneficio” AND “Pollo”). Así mismo, para la búsqueda de la información teórica científica se empleó las bases de datos de: Scopus, ScienceDirect, ProQuest, Ebsco y Scielo. Las rutas específicas de búsqueda se describen a continuación:

**Scopus:** (“Chicken Stunning” and “Processing”) y (“Chicken Processing” AND “Stunning Processes”).

**ScienceDirect:** (“Stunning Techniques” AND “Chicken Processing Plants”) y (“Chicken Stunning” AND “Processing Plants”).

**ProQuest:** (“Bienestar animal” AND “Aturdimiento de aves”), (“Bienestar animal” AND “Insensibilización de aves”), (“Técnicas de Aturdimiento” AND “Pollo”) y (“Aturdimiento” AND “Pollo”).

**Ebsco:** (“Plantas de beneficio” AND “Pollo”) y (“Técnicas de Aturdimiento” AND “Pollo”).

**Scielo:** (“Procesos de sacrificio de pollos” OR “Aturdimiento”).

Para la inclusión de información teórica científica se consideró los estudios realizados entre los años 2012 y 2022, como: Artículos de investigación, artículos de revisión, revistas científicas, publicaciones académica y archivos de libre acceso, los mismos que han tenido relación con el tema y han respondido al objetivo de esta revisión sistemática, como la información sobre los tipos de técnicas de aturdimiento de pollos (aves de corral), insensibilización que se aplican en las plantas de beneficio, sacrificio de pollo y a la vez información relacionada a la contribución del bienestar de animales en el sector avícola.

Para lograr obtener información histórica científica adecuada y que permitiera responder la pregunta de la revisión sistemática, se aplicaron filtros que permitieran excluir estudios que estuvieran fuera del rango de tiempo establecido (10 últimos años), así como para libros, tesis de grados, periódicos, anuncios, entre otros, a la vez se excluyeron archivos que no tenían disponible el acceso abierto.

## III. RESULTADOS

La revisión sistemática literaria se consideró desde el año 2012 –2022, encontrándose 216 artículos, en el diagrama de flujo representado en la figura 1 se muestran los resultados obtenidos tras la revisión sistemática. La primera búsqueda presentó 216 registros. Después de excluir los duplicados quedaron 149 registros que, tras aplicarse los criterios de inclusión y exclusión durante la fase de cribado y posterior elegibilidad, quedaron reducidos a 61 estudios.

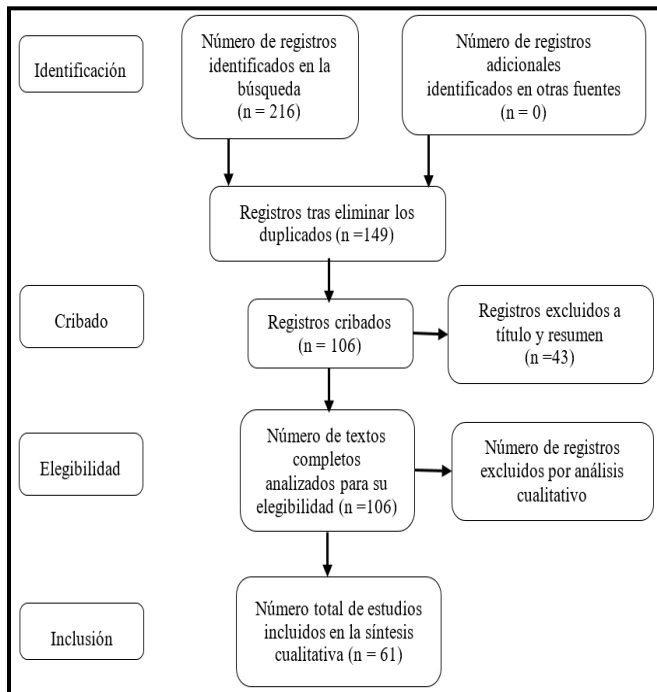


Fig. 1 Diagrama de flujo revisión sistemática

TABLA I  
CANTIDAD DE ARTÍCULOS QUE CUMPLEN CON LOS CRITERIOS

CRITERIO	CANTIDAD
CUMPLEN	61
NO CUMPLEN	155
<b>TOTAL</b>	<b>216</b>

De la tabla 1 podemos decir que: De los 216 artículos que se obtuvieron de las bases de datos seleccionadas, y luego de ser analizadas, revisadas, se determinó que 61 artículos cumplen con el criterio de selección respondiendo la pregunta de esta revisión sistemática, los mismos que representan el 28 % del total de artículos.

TABLA II  
CANTIDAD DE ARTÍCULOS SEGÚN BUSCADOR

BUSCADOR	CANTIDAD
SCOPUS	8
SCIENCEDIRECT	174
PROQUEST	24
EBSCO	2
SCIELO	8
<b>TOTAL</b>	<b>216</b>

Según la tabla 2 podemos decir que: Los 216 artículos que se obtuvieron de las bases de datos seleccionadas están distribuidos de la siguiente manera: Scopus: 08 representa el 4%, ScienceDirect: 174 representa el 80%, ProQuest: 24 representa el 11%, Ebsco: 02 representa el 1%, y Scielo: 08 representa el 4%.

TABLA III  
CANTIDAD DE ARTÍCULOS POR AÑOS DE PUBLICACIÓN

AÑO	CANTIDAD
2012	28
2013	22
2014	24
2015	15
2016	29
2017	19
2018	11
2019	20
2020	20
2021	22
2022	6
<b>TOTAL</b>	<b>216</b>

De acuerdo a la tabla 3 podemos decir que: De los 216 artículos que se obtuvieron de las bases de datos seleccionadas, se evidencia mayor número de publicaciones en el año 2016 con un total de 29 artículos, y menor número de publicaciones en el año 2022 con un total de 06 artículos.

TABLA IV  
CANTIDAD DE ARTÍCULOS POR IDIOMA

IDIOMA	CANTIDAD
INGLES	184
ESPAÑOL	32
<b>TOTAL</b>	<b>216</b>

Considerando la tabla 4 podemos decir que: La mayoría de los artículos están publicados en el idioma inglés con un total de 184 artículos, y en el idioma español 32 artículos.

En la literatura revisada se encontraron dos (02) técnicas de aturdimiento humanitarios para el beneficiado de pollo. La primera técnica es el aturdimiento eléctrico (ES), la gran mayoría de las plantas de sacrificio de aves lo emplean para el desarrollo de sus actividades, generalmente es aplicada mediante baños de agua electrificada que puede ser con un bajo voltaje y alta frecuencia, con voltaje medio y baja frecuencia y con alto voltaje y una baja frecuencia, de estos el más recomendado es la aplicación de baños de agua electrificada con un bajo voltaje y una frecuencia alta, ya que provoca la inconsciencia instantánea antes de los pollos, permitiendo minimizar el dolor y sufrimiento asociados al sacrificio, por lo tanto, en esta técnica los efectos en la calidad de la carne dependen del voltaje y frecuencia en que sean aplicados. [19]; [20]; [16].

La segunda técnica es el aturdimiento por medio de atmosfera controlada (CAS) o también conocida como Atmosfera modificada (MASK), para el uso de esta técnica tenemos dos 2 métodos la primera que es a través de gases, el mismo que consiste en llegar a las aves a una cámara cerrada

que contiene un gas anestésico, para esto generalmente se utiliza el dióxido de carbono, nitrógeno o argón, que pueden ser aplicados solos o entre otras mezclas de gases, es por ello que este método se administra por medio de la anoxia cerebral. El segundo método es aplicando baja presión atmosférica (LAPS), este consiste en que las aves quedan inconscientes al reducir gradualmente la presión de aire, con el uso de una cámara sellada la misma que emplea una bomba de vacío, para reducir gradualmente la tensión de oxígeno en la atmosfera, con este método se consigue una anoxia gradual, de manera que al igual que el aturdimiento con gas, los efectos no son instantáneos. [21],[22]; [16]; [23]; [5]

La revisión de la literatura señala que las técnicas de sacrificio pueden ser aceptables siempre y cuando den como resultado signos mínimos de agitación y angustia, así mismo indica que en las plantas que se dedican al sacrificio de pollos de engorde, el aturdimiento eléctrico por baños de agua es actualmente el más utilizado, ya que, es más económico y conveniente, para su desarrollo solo es necesario un pequeño espacio y es fácilmente de adaptar el procesamiento en las plantas comerciales, la frecuencia y la forma de onda del aturdimiento son dos de los principales factores que influyen en los efectos del aturdimiento eléctrico y en la calidad final de la carne, el aturdimiento con atmosfera controlada tiene como objetivo de mejorar el bienestar de las aves de corral previo al sacrificio, aunque en la actualidad aún existen barreras para su uso y existen un gran debate sobre que mezclas de gases son más humanitarias, el aturdimiento como baja presión atmosférica, es un método novedoso y deslumbrante que viene siendo investigado e implementado en los últimos años, para esta técnica se emplea presiones atmosféricas bajas que están en el rango de 150 a 230 mm Hg. [23]; [24]; [20].

TABLA V  
RELACIÓN DE TÉCNICAS Y MÉTODOS EMPLEADOS PARA EL ATURDIMIENTO EN EL BENEFICIADO DE POLLO

Técnicas	Métodos empleados	Autor
Eléctrico (ES)	Baño de agua electrificada	(Ebbing et al., 2019)
		(L. Zhang et al., 2019)
		(Cemin et al., 2018)
		(T. Xing et al., 2020)
		(Cónsolo et al., 2020)
		(Erinle, Oladokun, MacIsaac, Rathgeber, & Adewole, 2022)
		(B. Zhang et al., 2022)
		(Zampiga, Soglia, Petracchi, Meluzzi, & Sirri, 2019)
		(Cho, Smit, He, Kopmels, & Beltranena, 2019)
		(Adewole, Oladokun, & Santin, 2021)
		(Y. Zhang et al., 2020)
		(Stefanello et al., 2022)
		(Hirai et al., 2019)
		(Stella, Tirloni, Bernardi, & Grilli, 2021)
		(Banaszak et al., 2020)
		(H.K. Zanu et al., 2020)

Aplicación de electrodos de contacto		(Liermann, Frahm, Berk, & Dänicke, 2019)
		(Musigwa et al., 2021)
		(Pang et al., 2020)
		(Holy K. Zanu, Kheravii, Morgan, Bedford, & Swick, 2020)
		(Silva-Buzanello et al., 2018)
		(Marmion, Ferone, Whyte, & Scannell, 2021)
		(Bafundo, Duerr, McNaughton, & Johnson, 2021)
		(Tong Xing et al., 2017)
		(T. Xing et al., 2016)
		(Petracci, Sirri, Mazzoni, & Meluzzi, 2013)
		(Funaro et al., 2014)
		(Sanchez Brambila, Bowker, & Zhuang, 2016)
		(Lambooj, Reimert, Verhoeven, & Hindle, 2014)
		(Droval et al., 2012)
		(Intan Azura Shahdan, Regenstein, & Rahman, 2017)
		(I.A. Shahdan, Regenstein, Shahabuddin, & Rahman, 2016)
		(Siqueira et al., 2017)
		(Huang, Yang, Zhang, et al., 2017)
		(Girasole et al., 2016)
		(Sirri, Petracchi, Zampiga, & Meluzzi, 2017)
		(Zhuang, Bowker, & Samuel, 2014)
		(Sirri & Meluzzi, 2012)
		(Mustafa & Baurhoo, 2016)
		(Zhuang & Savage, 2012)
		(Prinz, Van Oijen, Ehinger, Bessei, & Coenen, 2012)
		(Thanissery, Kathariou, Siletzky, & Smith, 2012)
		(Schilling et al., 2015)
		(Tasoniero, Cullere, Cecchinato, Puolanne, & Dalle Zotte, 2016)
		(Huang et al., 2014)
		(Huang, Yang, Huang, et al., 2017)
		(de Jonge & van Trijp, 2013)
		(McKeegan et al., 2013)
		(Schilling et al., 2012)
(Ye et al., 2020)		
(Zulkifli et al., 2019)		
(M. S. Salwani et al., 2012)		
(Industria, 2017b)		
(Barajas, 2016a)		
(Barajas, 2016b)		
(Yan et al., 2019)		
(Martin et al., 2020)		
(Silva-Buzanello et al., 2018)		
(Marmion et al., 2021)		
(Turner et al., 2012)		
(Gerritzen et al., 2013)		
(Schilling et al., 2015)		
(Vizzier Thaxton et al., 2016)		
(de Jonge & van Trijp, 2013)		
(McKeegan et al., 2013)		
(Schilling et al., 2012)		
Atmósfera controlada (CAS)	Baja presión Atmosférica (LAPS)	(GAS)
		(Silva-Buzanello et al., 2018)
		(Marmion et al., 2021)
		(Turner et al., 2012)
		(Gerritzen et al., 2013)
		(Schilling et al., 2015)
		(Vizzier Thaxton et al., 2016)
		(de Jonge & van Trijp, 2013)
		(McKeegan et al., 2013)
		(Schilling et al., 2012)

	(M. s. Salwani et al., 2016)
	(Industria, 2017b)
	(Barajas, 2016b)

De acuerdo con la tabla 5 podemos decir que, de todos los artículos incluidos y que dan respuesta a la pregunta de investigación de la presente revisión sistemática literaria, la mayoría de los autores hablan sobre el uso y aplicación del aturdimiento eléctrico por medio de baño de agua electrificada en las plantas de sacrificio de pollos de engorde, y en un número menor nos dan a conocer el empleo de la técnica de aturdimiento con atmosfera controlada (CAS) o también conocida como atmosfera modificada (MASK), la misma que pueden ser aplicadas por medio de mezclas de gases, y por baja presión atmosférica (LAPS).

#### IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El autor [21] menciona que, el aturdimiento eléctrico es la técnica más utilizada en las plantas de sacrificio de aves. Así como, [69] indica que en las plantas de sacrificio de pollos de engorde realizan aturdimiento eléctrico a través de baño de agua solo en la cabeza. [16] opina que, el aturdimiento eléctrico mediante baño de agua y la aplicación de electrodos de contacto son más comunes y comerciales para lograr la pérdida de conocimiento de las aves, pero a su vez señala que, este puede ser remplazado por el método de aturdimiento con gas. Pero [73] dice que, la insensibilización de aves con gas es una técnica discrepada, ya que existe la preocupación de que las aves pueden sentir dolor, angustia, estrés al inhalar el gas, y esto estaría contravenido las leyes del bienestar y cuidado animal, por lo que sugiere el uso de otras técnicas.

El autor [23] y [21] señalan que, el uso de la técnica de aturdimiento de baja presión atmosférica (LAPS), tiene un enfoque humanitario y de mejora del bienestar de las aves de corral, así mismo, indica que esta se caracteriza por la reducción gradual del oxígeno en la atmosfera para lograr que las aves pierdan la conciencia. Al igual que [5], opina que esta técnica de aturdimiento tiene gran potencial para lograr reemplazar a otros sistemas de aturdimiento, como a los baños por agua eléctrica, [24] indica que, esta técnica es efectiva para el aturdimiento humanitario, ya que busca garantizar la calidad de la carne, en comparación con el empleo del aturdimiento eléctrico que puede generar desgarro, hematomas etc. en la piel de las aves, esto a consecuencia de la mala aplicación del nivel de voltaje y frecuencia.

A su vez [21] dice que, el aturdimiento con Atmosfera controlada (CAS) o también conocida como atmósfera modifica (MASK), implica realizar cambios controlados en la atmosfera que rodean a los pollos de engorde, con el uso de gases como CO<sub>2</sub>, nitrógeno o argón, buscando que las aves pierdan el conocimiento debido a la falta de oxígeno. [5] también opina que para el aturdimiento con esta técnica se emplean mezclas de gases hipéxicos y/o hipercápnicos. al igual que [16], señala que el aturdimiento con gas es una alternativa de remplazo para el aturdimiento eléctrico, puesto que este genera la

insensibilidad rápida con menos daños en la carne evitando hemorragias, huesos rotos, etc.

Después de realizar la búsqueda de 216 artículos en los buscadores de: Scopus, ScienceDirect, ProQuest, Ebsco y Scielo, se encontrado 2 tipos de técnicas de aturdimiento para pollos de engorde, el aturdimiento eléctrico (ES), el mismo que es aplicado mediante baño de agua y aplicación de electrodos de contacto, los mismos que dependen del nivel de voltaje y frecuencia que se aplica para lograr una insensibilización adecuada. La otra técnica de aturdimiento es mediante el uso de atmosfera controlada (CAS) o también conocida como atmosfera modificada (MASK), esta tiene dos (02) métodos de aplicación, que es por medio mezclas de gases como: El CO<sub>2</sub>, nitrógeno, argón entre otros, y también mediante la presión baja atmosférica (LAPS), la misma que consiste en la reducción gradual del oxígeno para lograr la pérdida de conocimiento de las aves de corral.

La mayoría de los autores hablan en sus investigaciones sobre el uso del aturdimiento eléctrico por lo que podemos decir que, es el más común y utilizado en las plantas de sacrificio de pollos de engorde, pero a su vez, otros autores señalan que debería ser remplazado por el aturdimiento con gas o por el aturdimiento con baja presión atmosférica, ya que, estas últimas tienen más presente el bienestar y cuidado animal, y, a la vez no ocasionan daños en la calidad de la carne de los pollos que está destinada para el consumo humano.

Así mismo hay autores que discrepan del uso del gas para el aturdimiento previo al sacrificio de las aves puesto que, el uso de gases, genera angustia, estrés, dolor en las aves; por ende, el uso de gases para la insensibilización de pollos de engorde estaría contraviniendo con el bienestar y cuidado de las aves de corral.

#### REFERENCIAS

- [1] A. Industria, «Futuro del bienestar avícola: qué deben esperar los avicultores: Siguen variando mucho las posturas sobre el bienestar avícola de mercado a mercado, pero puede esperarse aún más uniformidad debido al creciente interés en el bienestar animal. - ProQuest», 2017. <https://www.proquest.bibliotecaupn.elogim.com/docview/2112515312/9BF71E94026E4F95PQ/1?accountid=36937> (accedido 24 de abril de 2022).
- [2] U. E. Consejo Europeo, «Reglamento (CE) no 1099/2009 del Consejo, de 24 de septiembre de 2009, relativo a la protección de los animales en el momento de la matanza Texto pertinente a efectos del EEE», p. 30, 2009, [En línea]. Disponible en: <https://www.boe.es/doue/2009/303/L00001-00030.pdf>
- [3] L. Jacobs *et al.*, «Animal welfare assessment of on-farm euthanasia methods for individual, heavy turkeys», *Poult. Sci.*, vol. 100, n.º 3, p. 100812, mar. 2021, doi: 10.1016/j.psj.2020.11.001.
- [4] R. S. Boyal, R. J. Buhr, C. E. Harris, L. Jacobs, y D. V. Bourassa, «Equipment and methods for poultry euthanasia by a single operator», *J. Appl. Poult. Res.*, vol. 29, n.º 4, pp. 1020-1032, dic. 2020, doi: 10.1016/j.japr.2020.09.010.
- [5] J. E. Martin, D. E. F. McKeegan, D. L. Magee, N. Armour, y D. G. Pritchard, «Pathological consequences of low atmospheric pressure stunning in broiler chickens», *Animal*, vol. 14, n.º 1, pp. 129-137, 2020, doi: 10.1017/S1751731119001411.
- [6] C. Ye, K. Yousaf, C. Qi, C. Liu, y K. Chen, «Broiler stunned state detection based on an improved fast region-based convolutional neural

- network algorithm», *Poult. Sci.*, vol. 99, n.º 1, pp. 637-646, ene. 2020, doi: 10.3382/ps/pez564.
- [7] D. V. Bourassa, B. C. Bowker, H. Zhuang, K. M. Wilson, C. E. Harris, y R. J. Buhr, «Impact of alternative electrical stunning parameters on the ability of broilers to recover consciousness and meat quality», *Poult. Sci.*, vol. 96, n.º 9, pp. 3495-3501, sep. 2017, doi: 10.3382/ps/pex120.
- [8] A. Barajas, «Bienestar avícola en la captura, transporte y sacrificio: Con varios capítulos relacionados con la actividad avícola, se lanzó en Colombia la tercera edición del libro que es texto de formación en bienestar animal para veterinarios y zootecnistas en 16 países de la región. - ProQuest», 2016. <https://www.proquest.bibliotecaupn.elogim.com/docview/2112516774/11F13E84AC634C86PQ1?accountid=36937> (accedido 24 de abril de 2022).
- [9] M. Petracci, F. Soglia, M. Madruga, L. Carvalho, E. Ida, y M. Estévez, «Wooden-Breast, White Striping, and Spaghetti Meat: Causes, Consequences and Consumer Perception of Emerging Broiler Meat Abnormalities: Emerging broiler meat abnormalities...», *Compr. Rev. Food Saf.*, vol. 18, n.º 2, pp. 565-583, mar. 2019, doi: 10.1111/1541-4337.12431.
- [10] R. J. Atterbury, A. M. Gigante, D. Tinker, M. Howell, y V. M. Allen, «An improved cleaning system to reduce microbial contamination of poultry transport crates in the United Kingdom», *J. Appl. Microbiol.*, vol. 128, n.º 6, pp. 1776-1784, jun. 2020, doi: 10.1111/jam.14576.
- [11] T. Dzieciolowski, S. Boqvist, J. Rydén, y I. Hansson, «Cleaning and disinfection of transport crates for poultry – comparison of four treatments at slaughter plant», *Poult. Sci.*, vol. 101, n.º 1, p. 101521, ene. 2022, doi: 10.1016/j.psj.2021.101521.
- [12] C. Bonnet, Z. Bouamra-Mechemache, V. Réquillart, y N. Treich, «Viewpoint: Regulating meat consumption to improve health, the environment and animal welfare», *Food Policy*, vol. 97, p. 101847, dic. 2020, doi: 10.1016/j.foodpol.2020.101847.
- [13] N. S. M. Ali, A. R. Zabidi, M. N. A. Manap, S. M. S. N. S. Zahari, y N. Yahaya, «Effect of different slaughtering methods on metabolites of broiler chickens using Ultra High-Performance Liquid Chromatography-Time of Flight-Mass Spectrometry (UHPLC-TOF-MS)», *Food Res.*, vol. 4, n.º S1, pp. 133-138, feb. 2020, doi: 10.26656/fr.2017.4(S1).S06.
- [14] A. Watteyn, L. Jacobs, B. Ampe, C. P. H. Moons, A. Garmyn, y F. A. M. Tuytens, «Killing individual poultry on-farm—a survey among veterinarians and farmers», *Poult. Sci.*, vol. 99, n.º 9, pp. 4132-4140, sep. 2020, doi: 10.1016/j.psj.2020.05.042.
- [15] M. s. Salwani, K. d. Adeyemi, S. a. Sarah, J. Vejjayan, I. Zulkifli, y A. q. Sazili, «Skeletal muscle proteome and meat quality of broiler chickens subjected to gas stunning prior slaughter or slaughtered without stunning: Proteoma del músculo esquelético y calidad de la carne de pollos de engorde sujetos a aturdimiento por gas previo a la matanza o bien matados sin aturdimiento.», *CyTA J. Food*, vol. 14, n.º 3, pp. 375-381, ago. 2016, doi: 10.1080/19476337.2015.1112838.
- [16] R. A. da Silva-Buzanello *et al.*, «Physicochemical and biochemical parameters of chicken breast meat influenced by stunning methods», *Poult. Sci.*, vol. 97, n.º 11, pp. 3786-3792, nov. 2018, doi: 10.3382/ps/pey281.
- [17] J. M. P. Andreu, «Revisión sistemática sobre la evaluación de propuestas de gamificación en siete disciplinas educativas», *Teoría Educ. Rev. Interuniv.*, vol. 34, n.º 1, Art. n.º 1, 2022, doi: 10.14201/teri.27153.
- [18] D. Moher, A. Liberati, J. Tetzlaff, D. G. Altman, y for the PRISMA Group, «Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement», *BMJ*, vol. 339, n.º jul21 1, pp. b2535-b2535, jul. 2009, doi: 10.1136/bmj.b2535.
- [19] J. C. Huang, M. Huang, J. Yang, P. Wang, X. L. Xu, y G. H. Zhou, «The effects of electrical stunning methods on broiler meat quality: Effect on stress, glycolysis, water distribution, and myofibrillar ultrastructures», *Poult. Sci.*, vol. 93, n.º 8, pp. 2087-2095, ago. 2014, doi: 10.3382/ps.2013-03248.
- [20] J. C. Huang *et al.*, «Effect of electrical stunning frequency on meat quality, plasma parameters, and protein solubility of broilers», *Poult. Sci.*, vol. 96, n.º 8, pp. 2986-2991, ago. 2017, doi: 10.3382/ps/pex050.
- [21] M. S. Salwani, A. Q. Sazili, I. Zulkifli, y Z. Nizam, «Effects of Head-Only Electrical Stunning on the Physico-Chemical Characteristics and Desmin Degradation of Broiler Breast Muscles at Different Time Postmortem», *J. Anim. Vet. Adv.*, vol. 11, n.º 14, pp. 2409-2416, dic. 2012, doi: 10.3923/javaa.2012.2409.2416.
- [22] M. A. Gerritzen, H. G. M. Reimert, V. A. Hindle, M. T. W. Verhoeven, y W. B. Veerkamp, «Multistage carbon dioxide gas stunning of broilers», *Poult. Sci.*, vol. 92, n.º 1, pp. 41-50, ene. 2013, doi: 10.3382/ps.2012-02551.
- [23] D. E. F. McKeegan, D. A. Sandercock, y M. A. Gerritzen, «Physiological responses to low atmospheric pressure stunning and the implications for welfare», *Poult. Sci.*, vol. 92, n.º 4, pp. 858-868, abr. 2013, doi: 10.3382/ps.2012-02749.
- [24] M. W. Schilling, V. Radhakrishnan, Y. Vizzier-Thaxton, K. Christensen, J. B. Williams, y P. Joseph, «Sensory quality of broiler breast meat influenced by low atmospheric pressure stunning, deboning time and cooking methods», *Poult. Sci.*, vol. 94, n.º 6, pp. 1379-1388, jun. 2015, doi: 10.3382/ps/pev099.
- [25] M. A. Ebbing *et al.*, «An investigation on iron sources fed to broiler breeder hens and the corresponding color of laid eggshells on the performance of the resulting progeny», *J. Appl. Poult. Res.*, vol. 28, n.º 1, pp. 184-193, mar. 2019, doi: 10.3382/japr/pfy064.
- [26] L. Zhang, J. L. Li, X. F. Wang, X. D. Zhu, F. Gao, y G. H. Zhou, «Attenuating effects of guanidinoacetic acid on preslaughter transport-induced muscle energy expenditure and rapid glycolysis of broilers», *Poult. Sci.*, vol. 98, n.º 8, pp. 3223-3232, ago. 2019, doi: 10.3382/ps/pez052.
- [27] H. S. Cemin, S. L. Vieira, C. Stefanello, L. Kindlein, T. Z. Ferreira, y A. K. Fireman, «Broiler responses to increasing selenium supplementation using Zn-L-selenomethionine with special attention to breast myopathies», *Poult. Sci.*, vol. 97, n.º 5, pp. 1832-1840, may 2018, doi: 10.3382/ps/pey001.
- [28] T. Xing *et al.*, «Characteristics and incidence of broiler chicken wooden breast meat under commercial conditions in China», *Poult. Sci.*, vol. 99, n.º 1, pp. 620-628, ene. 2020, doi: 10.3382/ps/pez560.
- [29] N. R. B. Cônsolo *et al.*, «Characterization of chicken muscle disorders through metabolomics, pathway analysis, and water relaxometry: a pilot study», *Poult. Sci.*, vol. 99, n.º 11, pp. 6247-6257, nov. 2020, doi: 10.1016/j.psj.2020.06.066.
- [30] T. J. Erinle, S. Oladokun, J. MacIsaac, B. Rathgeber, y D. Adewole, «Dietary grape pomace – effects on growth performance, intestinal health, blood parameters, and breast muscle myopathies of broiler chickens», *Poult. Sci.*, vol. 101, n.º 1, p. 101519, ene. 2022, doi: 10.1016/j.psj.2021.101519.
- [31] B. Zhang *et al.*, «Dietary guanidineacetic acid supplementation ameliorated meat quality and regulated muscle metabolism of broilers subjected to pre-slaughter transport stress by metabolomics analysis», *Poult. Sci.*, vol. 101, n.º 4, p. 101739, abr. 2022, doi: 10.1016/j.psj.2022.101739.
- [32] M. Zampiga, F. Soglia, M. Petracci, A. Meluzzi, y F. Sirri, «Effect of different arginine-to-lysine ratios in broiler chicken diets on the occurrence of breast myopathies and meat quality attributes», *Poult. Sci.*, vol. 98, n.º 6, pp. 2691-2697, jun. 2019, doi: 10.3382/ps/pey608.
- [33] M. Cho, M. N. Smit, L. He, F. C. Kopmels, y E. Beltranena, «Effect of Feeding Zero- or High-Tannin Faba Bean Cultivars and Dehulling on Growth Performance, Carcass Traits and Yield of Saleable Cuts of Broiler Chickens», *J. Appl. Poult. Res.*, vol. 28, n.º 4, pp. 1305-1323, dic. 2019, doi: 10.3382/japr/pfz099.
- [34] D. I. Adewole, S. Oladokun, y E. Santin, «Effect of organic acids—essential oils blend and oat fiber combination on broiler chicken growth performance, blood parameters, and intestinal health», *Anim. Nutr.*, vol. 7, n.º 4, pp. 1039-1051, dic. 2021, doi: 10.1016/j.aninu.2021.02.001.
- [35] Y. Zhang, P. Wang, X. Xu, T. Xia, Z. Li, y T. Zhao, «Effect of wooden breast myopathy on water-holding capacity and rheological and gelling properties of chicken broiler breast batters», *Poult. Sci.*,

- vol. 99, n.º 7, pp. 3742-3751, jul. 2020, doi: 10.1016/j.psj.2020.03.032.
- [36] C. Stefanello *et al.*, «Effects of a proprietary blend of Quillaja and Yucca on growth performance, nutrient digestibility, and intestinal measurements of broilers», *J. Appl. Poult. Res.*, vol. 31, n.º 2, p. 100251, jun. 2022, doi: 10.1016/j.japr.2022.100251.
- [37] R. A. Hirai, L. Mejia, C. Coto, J. Caldas, C. D. McDaniel, y K. G. S. Wamsley, «Evaluating the Response of Cobb MV × Cobb 500 Broilers to Varying Amino Acid Density Regimens for a Small Bird Program», *J. Appl. Poult. Res.*, vol. 28, n.º 4, pp. 943-962, dic. 2019, doi: 10.3382/japr/pfz055.
- [38] S. Stella, E. Tirloni, C. Bernardi, y G. Grilli, «Evaluation of effect of chilling steps during slaughtering on the *Campylobacter* sp. counts on broiler carcasses», *Poult. Sci.*, vol. 100, n.º 3, p. 100866, mar. 2021, doi: 10.1016/j.psj.2020.11.043.
- [39] M. Banaszak *et al.*, «Impact of aluminosilicates on productivity, carcass traits, meat quality, and jejunum morphology of broiler chickens», *Poult. Sci.*, vol. 99, n.º 12, pp. 7169-7177, dic. 2020, doi: 10.1016/j.psj.2020.08.073.
- [40] H. K. Zanu *et al.*, «Influence of meat and bone meal, phytase, and antibiotics on broiler chickens challenged with subclinical necrotic enteritis: 2. intestinal permeability, organ weights, hematology, intestinal morphology, and jejunal gene expression», *Poult. Sci.*, vol. 99, n.º 5, pp. 2581-2594, may 2020, doi: 10.1016/j.psj.2019.12.049.
- [41] W. Liermann, J. Frahm, A. Berk, y S. Dänicke, «Investigations of relationships between alterations of the gastrointestinal tract caused by feeding variously processed feedstuffs and blood and immunological traits of broilers», *Poult. Sci.*, vol. 98, n.º 1, pp. 306-318, ene. 2019, doi: 10.3382/ps/pey347.
- [42] S. Musigwa, N. Morgan, R. A. Swick, P. Cozannet, S. K. Kheravii, y S.-B. Wu, «Multi-carbohydrase enzymes improve feed energy in broiler diets containing standard or low crude protein», *Anim. Nutr.*, vol. 7, n.º 2, pp. 496-505, jun. 2021, doi: 10.1016/j.aninu.2020.08.008.
- [43] B. Pang *et al.*, «Muscle water properties in raw intact broiler breast fillets with the woody breast condition», *Poult. Sci.*, vol. 99, n.º 9, pp. 4626-4633, sep. 2020, doi: 10.1016/j.psj.2020.05.031.
- [44] H. K. Zanu, S. K. Kheravii, N. K. Morgan, M. R. Bedford, y R. A. Swick, «Over-processed meat and bone meal and phytase effects on broilers challenged with subclinical necrotic enteritis: Part 2. Inositol phosphate esters hydrolysis, intestinal permeability, hematology, jejunal gene expression and intestinal morphology», *Anim. Nutr.*, vol. 6, n.º 4, pp. 488-498, dic. 2020, doi: 10.1016/j.aninu.2020.03.006.
- [45] M. Marmion, M. T. Ferone, P. Whyte, y A. G. M. Scannell, «The changing microbiome of poultry meat: from farm to fridge», *Food Microbiol.*, vol. 99, p. 103823, oct. 2021, doi: 10.1016/j.fm.2021.103823.
- [46] K. W. Bafundo, I. Duerr, J. L. McNaughton, y A. B. Johnson, «The effects of a quillaja and yucca combination on performance and carcass traits of coccidia-vaccinated broilers exposed to an enteric disease challenge», *Poult. Sci.*, vol. 100, n.º 10, p. 101391, oct. 2021, doi: 10.1016/j.psj.2021.101391.
- [47] T. Xing *et al.*, «A comparative study of functional properties of normal and wooden breast broiler chicken meat with NaCl addition», *Poult. Sci.*, vol. 96, n.º 9, pp. 3473-3481, sep. 2017, doi: 10.3382/ps/pex116.
- [48] T. Xing *et al.*, «A comparative study of heat shock protein 70 in normal and PSE (pale, soft, exudative)-like muscle from broiler chickens», *Poult. Sci.*, vol. 95, n.º 10, pp. 2391-2396, oct. 2016, doi: 10.3382/ps/pew181.
- [49] M. Petracci, F. Sirri, M. Mazzoni, y A. Meluzzi, «Comparison of breast muscle traits and meat quality characteristics in 2 commercial chicken hybrids», *Poult. Sci.*, vol. 92, n.º 9, pp. 2438-2447, sep. 2013, doi: 10.3382/ps.2013-03087.
- [50] A. Funaro, V. Cardenia, M. Petracci, S. Rimini, M. T. Rodriguez-Estrada, y C. Cavani, «Comparison of meat quality characteristics and oxidative stability between conventional and free-range chickens», *Poult. Sci.*, vol. 93, n.º 6, pp. 1511-1522, jun. 2014, doi: 10.3382/ps.2013-03486.
- [51] G. Sanchez Brambila, B. C. Bowker, y H. Zhuang, «Comparison of sensory texture attributes of broiler breast fillets with different degrees of white striping», *Poult. Sci.*, vol. 95, n.º 10, pp. 2472-2476, oct. 2016, doi: 10.3382/ps/pew165.
- [52] E. Lambooi, H. G. M. Reimert, M. T. W. Verhoeven, y V. A. Hindle, «Cone restraining and head-only electrical stunning in broilers: Effects on physiological responses and meat quality», *Poult. Sci.*, vol. 93, n.º 3, pp. 512-518, mar. 2014, doi: 10.3382/ps.2013-03318.
- [53] A. A. Droval, V. T. Benassi, A. Rossa, S. H. Prudencio, F. G. Paião, y M. Shimokomaki, «Consumer attitudes and preferences regarding pale, soft, and exudative broiler breast meat», *J. Appl. Poult. Res.*, vol. 21, n.º 3, pp. 502-507, sep. 2012, doi: 10.3382/japr.2011-00392.
- [54] I. A. Shahdan, J. M. Regenstein, y M. T. Rahman, «Critical limits for the control points for halal poultry slaughter», *Poult. Sci.*, vol. 96, n.º 6, pp. 1970-1981, jun. 2017, doi: 10.3382/ps/pew427.
- [55] I. A. Shahdan, J. M. Regenstein, A. S. M. Shahabuddin, y M. T. Rahman, «Developing control points for halal slaughtering of poultry», *Poult. Sci.*, vol. 95, n.º 7, pp. 1680-1692, jul. 2016, doi: 10.3382/ps/pew092.
- [56] T. S. Siqueira, T. D. Borges, R. M. M. Rocha, P. T. Figueira, F. B. Luciano, y R. E. F. Macedo, «Effect of electrical stunning frequency and current waveform in poultry welfare and meat quality», *Poult. Sci.*, vol. 96, n.º 8, pp. 2956-2964, ago. 2017, doi: 10.3382/ps/pex046.
- [57] M. Girasole, R. Marrone, A. Anastasio, A. Chianese, R. Mercogliano, y M. L. Cortesi, «Effect of electrical water bath stunning on physical reflexes of broilers: evaluation of stunning efficacy under field conditions», *Poult. Sci.*, vol. 95, n.º 5, pp. 1205-1210, may 2016, doi: 10.3382/ps/pew017.
- [58] F. Sirri, M. Petracci, M. Zampiga, y A. Meluzzi, «Effect of EU electrical stunning conditions on breast meat quality of broiler chickens», *Poult. Sci.*, vol. 96, n.º 8, pp. 3000-3004, ago. 2017, doi: 10.3382/ps/pex048.
- [59] H. Zhuang, B. Bowker, y D. Samuel, «Effect of postmortem aging on marination performance of broiler breast pectoralis major categorized by color lightness», *Poult. Sci.*, vol. 93, n.º 12, pp. 3123-3129, dic. 2014, doi: 10.3382/ps.2013-03650.
- [60] F. Sirri y A. Meluzzi, «Effect of sequential feeding on nitrogen excretion, productivity, and meat quality of broiler chickens», *Poult. Sci.*, vol. 91, n.º 2, pp. 316-321, feb. 2012, doi: 10.3382/ps.2011-01649.
- [61] A. F. Mustafa y B. Baurhoo, «Effects of feeding dried broccoli floret residues on performance, ileal and total digestive tract nutrient digestibility, and selected microbial populations in broiler chickens», *J. Appl. Poult. Res.*, vol. 25, n.º 4, pp. 561-570, dic. 2016, doi: 10.3382/japr/pfw038.
- [62] H. Zhuang y E. M. Savage, «Effects of fillet weight on sensory descriptive flavor and texture profiles of broiler breast meat», *Poult. Sci.*, vol. 91, n.º 7, pp. 1695-1702, jul. 2012, doi: 10.3382/ps.2011-01884.
- [63] S. Prinz, G. Van Oijen, F. Ehinger, W. Bessei, y A. Coenen, «Electrical waterbath stunning: Influence of different waveform and voltage settings on the induction of unconsciousness and death in male and female broiler chickens», *Poult. Sci.*, vol. 91, n.º 4, pp. 998-1008, abr. 2012, doi: 10.3382/ps.2009-00137.
- [64] R. Thanissery, S. Kathariou, R. M. Siletzky, y D. P. Smith, «Microbiology of prechill carcasses from medium- and fast-growing pastured broiler chicken strains», *J. Appl. Poult. Res.*, vol. 21, n.º 3, pp. 623-629, sep. 2012, doi: 10.3382/japr.2012-00548.
- [65] G. Tasoniero, M. Cullere, M. Cecchinato, E. Puolanne, y A. Dalle Zotte, «Technological quality, mineral profile, and sensory attributes of broiler chicken breasts affected by White Striping and Wooden Breast myopathies», *Poult. Sci.*, vol. 95, n.º 11, pp. 2707-2714, nov. 2016, doi: 10.3382/ps/pew215.
- [66] J. C. Huang, J. Yang, M. Huang, K. J. Chen, X. L. Xu, y G. H. Zhou, «The effects of electrical stunning voltage on meat quality, plasma parameters, and protein solubility of broiler breast meat», *Poult. Sci.*, vol. 96, n.º 3, pp. 764-769, mar. 2017, doi: 10.3382/ps/pew335.
- [67] J. de Jonge y H. C. M. van Trijp, «The impact of broiler production system practices on consumer perceptions of animal welfare», *Poult.*



- Sci.*, vol. 92, n.º 12, pp. 3080-3095, dic. 2013, doi: 10.3382/ps.2013-03334.
- [68] M. W. Schilling *et al.*, «The effects of low atmosphere stunning and deboning time on broiler breast meat quality», *Poult. Sci.*, vol. 91, n.º 12, pp. 3214-3222, dic. 2012, doi: 10.3382/ps.2012-02266.
- [69] I. Zulkifli *et al.*, «Effect of shackling, electrical stunning and halal slaughtering method on stress-linked hormones in broilers», *South Afr. J. Anim. Sci.*, vol. 49, n.º 3, p. 598, jun. 2019, doi: 10.4314/sajas.v49i3.20.
- [70] A. Industria, «Pollo premium: un cambio de paradigma: El mercado se bifurca entre pollos convencionales y pollos con valor agregado de crecimiento más lento; en Latinoamérica esta bifurcación representa una oportunidad de mercado nicho - ProQuest», 2017. <https://www.proquest.bibliotecaupn.elogim.com/docview/2112515285/59C0189D9E1D4FAFPQ/3?accountid=36937> (accedido 24 de abril de 2022).
- [71] A. Barajas, «Avances en bienestar animal en la avicultura colombiana: En los últimos años, el sector avícola colombiano pasó de cierta prevención inicial a considerar el bienestar animal como una variable más de la productividad. - ProQuest», 2016. <https://www.proquest.bibliotecaupn.elogim.com/docview/2112514406/11F13E84AC634C86PQ/2?accountid=36937> (accedido 24 de abril de 2022).
- [72] L. Yan *et al.*, «Effects of phytonutrients on growth performance, antioxidative status, and energy utilization of broilers fed low energy diets», *Anim. Nutr.*, vol. 5, n.º 3, pp. 270-277, sep. 2019, doi: 10.1016/j.aninu.2019.03.004.
- [73] P. V. Turner *et al.*, «Mass depopulation of laying hens in whole barns with liquid carbon dioxide: Evaluation of welfare impact», *Poult. Sci.*, vol. 91, n.º 7, pp. 1558-1568, jul. 2012, doi: 10.3382/ps.2012-02139.
- [74] Y. Vizzier Thaxton *et al.*, «Symposium: Animal welfare challenges for today and tomorrow», *Poult. Sci.*, vol. 95, n.º 9, pp. 2198-2207, sep. 2016, doi: 10.3382/ps/pew099.