



**ENFERMEDAD DEL MÚSCULO VERDE EN POLLOS DE ENGORDE:
UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Cristhian Giovanni Huertas Avendaño

**TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO
DE MEDICINA VETERINARIA**

Director (a):

Dr. Fernando Favian Castro Castro M.V PhD

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
FACULTAD MEDICINA VETERINARIA
TRABAJO DE GRADO
POPAYÁN
2021**

Nota de aceptación

4.1



Firma director del trabajo

Fernando Favian Castro Castro



Mario Villarreal Benavides

Jurado



Harold Salazar Anaya

Jurado

Dedicatoria

A mi familia por ser el pilar de mi formación, especialmente a mis padres quienes me apoyaron a lo largo de mi carrera, a ellos con cariño y profundo agradecimiento les dedico este trabajo de grado.

Agradecimientos

Quiero agradecer a mis padres Giovanni y Liliana, por su apoyo y aliento constantes a lo largo de mi carrera, su comprensión y confianza en mis capacidades me permitieron culminar con éxito esta carrera. A mis hermanos Sofía y Santiago por su incondicionalidad. También a mi director de trabajo de grado el Doctor Fernando Favian Castro Castro por su interés y sus recomendaciones a lo largo de este proceso. Así mismo, quiero agradecer especialmente a la Universidad Antonio Nariño por permitirme formarme como profesional y crecer como persona. Igualmente, gracias a todos y cada uno de los docentes que me acompañaron en este proyecto de vida que algún día decidí empezar.

Tabla de Contenido

Pág.

RESUMEN.....	1
1	3
2	4
2.1	5
2.2	6
3	6
4	7
4.1	7
4.2	7
5	8
5.1	8
5.1.1	9
5.1.2	10
5.1.3	10
5.1.4	11
5.1.5	11
5.1.6	15
5.1.7	17
5.1.8	17

5.1.9	18
5.1.10	19
5.1.11	20
6	20
7	22
8	38
9	45
10	48
11	50
12	50
13	51
14	61

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1	8
<i>Taxonomía del Pollo de Engorde</i>	
Tabla 2	39
<i>Número de artículos nacionales e internacionales y su clasificación</i>	
Tabla 3	73
<i>Abreviaturas</i>	

Lista de figuras

Figura 1	9
<i>Miopatía pectoral profunda (DPM)</i>	
Figura 2	11
<i>Miopatía pectoral profunda en su fase inicial I</i>	
Figura 3	12
<i>Miopatía pectoral profunda fase II</i>	
Figura 4	12
<i>Miopatía Pectoral Profunda Fase III</i>	
Figura 5	13
<i>Lesiones microscópicas del músculo pectoral con DPM</i>	
Figura 6	13
<i>Tres muestras del Pectoral Menor con diferentes daños causados por la DPM</i>	
Figura 7	14
<i>Muestra microestructural del tejido normal y necrótico del pectoral a 5 h del tiempo post</i>	
Figura 8	15
<i>Estructura del músculo esquelético</i>	
Figura 9	38
<i>Número de artículos por año</i>	
Figura 10	42
<i>Estudios publicados a nivel nacional e internacional 2015-2021</i>	
Figura 11	43
<i>Distribución de estudios por país 2015-2021</i>	

1. RESUMEN

El objetivo de este estudio fue realizar una revisión bibliográfica sobre La Miopatía Pectoral Profunda (DPM) o enfermedad del músculo verde para ampliar el conocimiento que se tiene de esta patología en nuestro país durante el periodo 2015-2021. Se realizó una búsqueda bibliográfica en revistas de difusión científica como, Poultry Science entre otras, que se encuentran en bases de datos como, Ebsco, Science direct, Jstor, Dialnet. Se encontraron un total de 28 artículos publicados y 19 artículos que fueron excluidos de la revisión. Según los resultados que arrojó la investigación se determinó que en Colombia los trabajos publicados sobre el tema en particular son bastante escasos ya que en el periodo estudiado solo el (4%) del total corresponde a la producción nacional, mientras que (96%) corresponde a la producción extranjera. Se halló así mismo que los países de mayor producción científica relacionada con la (DPM) son: Estados Unidos, que cuenta con el (21%) del total, seguido de Italia, (17%), España, (9%), Brasil (8%) y Polonia, Rusia, Serbia, Irán, Israel, Finlandia y Rumania con un (4%) respectivamente. La mayoría de trabajos coinciden en que la (DPM) en pollos de engorde produce graves pérdidas económicas para la industria aviar y en que su aparición está asociada con el rápido crecimiento, la producción o selección intensiva de pollos de engorde y el progreso genético.

Palabras clave: Miopatía Pectoral Profunda, pollos de engorde, publicaciones científicas

ABSTRACT

The objective of this study was to carry out a bibliographic review on Deep Pectoral Myopathy (MPD) or Green Muscle Disease to expand the knowledge of this disease in our country during the period 2015-2021. A bibliographic search was carried out in scientific journals such as Poultry Science, among others, found in databases such as Ebsco, Science direct, Jstor, Dialnet. A total of 28 published articles and 19 articles were found that were excluded from the review. According to the results of the investigation, it was determined that in Colombia the works published on the subject in particular are quite scarce since in the period studied only (4%) of the total corresponds to national production, while (96%) corresponds to foreign production. It was also found that the countries with the highest scientific production related to the (DPM) are: the United States, which accounts for (21%) of the total, followed by Italy, (17%), Spain, (9%), Brazil (8%) and Poland, Russia, Serbia, Iran, Israel, Finland and Romania with (4%) respectively. Most studies agree that (DPM) in broilers produces serious economic losses for the poultry industry and that its appearance is associated with rapid growth, intensive production or selection of broilers and genetic progress.

Keywords: Deep Pectoral Myopathy, broilers, scientific publications

1 Introducción

La producción nacional de pollos de engorde en Colombia ha ido en aumento durante los últimos años, se estima que, en el año 2019, la producción alcanzó los 756.95 millones de pollos. (Avícola, 2020) Además, según la Federación Nacional de Avicultores (Fenavi) el consumo de pollo en Colombia también está en crecimiento constante, ya que el consumo per cápita en el año 2019, fue de 36,47 kilos, (Fenavi, 2020) de ahí que la avicultura sea uno de los renglones económicos más importantes del país.

Sin embargo, el mejoramiento genético de las aves en la industria avícola, con el objeto de generar mayor rentabilidad, ha ido aumentando enfermedades que le están representando pérdidas económicas a este sector como, por ejemplo, la miopatía pectoral profunda o la enfermedad del músculo verde, ya que la parte afectada necesariamente debe descartarse, afectando así negativamente la cadena productiva.

La miopatía pectoral profunda (Deep Pectoral Myopathy, DPM), es una enfermedad degenerativa de los músculos pectorales de las aves pesadas, como pavos o pollos de engorde que se crían principalmente en sistemas de producción intensiva. Esta patología provoca una reducción en la producción de carne, alteraciones en la calidad y afectaciones en las características organolépticas de la misma, lo que produce pérdidas económicas para el sector avícola.

Por ello, es necesario ampliar y actualizar el conocimiento que se tiene de la enfermedad. En este sentido la investigación que se pretende desarrollar tiene por objeto hacer una revisión literaria que permita conocer detalladamente La Miopatía Pectoral Profunda (DPM) y su repercusión en la industria avícola nacional e internacional, para que sirva de referente no solo a la academia, sino a la industria misma.

2 Planteamiento Del Problema

La proteína de pollo es uno de los productos más consumidos a nivel mundial y la pechuga uno de los más apetecidos por su valor nutricional (21,8 gramos de proteínas) y poca grasa (113 Kcal/100g). Además, la carne de pollo no contiene grasas trans y alrededor de la mitad de la grasa de la carne de pollo consiste en grasas monoinsaturadas deseables. (FAO, 2013) Sin embargo, es una parte de los pollos de engorde que puede llegar a sufrir afectaciones, a causa de patologías como La Miopatía Pectoral Profunda.

Esta es una enfermedad de importancia económica para el sector avícola ya que altera significativamente la producción de carne. Además, si tenemos en cuenta que Colombia se encuentra entre los 10 primeros productores a nivel latinoamericano, (Industria Avícola, 2020) se entiende aún más la importancia de esta enfermedad, ya que la competitividad en el mercado está regida entre otros factores, por la calidad, la cual depende de las condiciones del producto. Esto,

sumado a los altos costos de producción, la competencia con productos importados y los elevados precios de los insumos agrava aún más la situación. (Bohórquez, 2014)

En Estados Unidos, uno de los principales productores de pollos de engorde, se estima que el 0,5 % de estos músculos deben ser decomisados a causa de la DPM, lo que origina unas pérdidas económicas de unos 50 millones de dólares al año, unos 38 millones de euros. (Lien, et al. 2013) Así mismo se estima que para una planta que procesa semanalmente 1 millón de pollos de 3,1 a 3,6 kg, las pérdidas por DPM serían alrededor de una tonelada de pechugas decomisadas por semana lo que empeora aún más el panorama. (Avicultura, 2020).

En este sentido recopilar los conocimientos que se tienen hasta el momento sobre la DPM, es importante para entender cómo funciona la enfermedad, establecer cuáles son los factores que inciden en su aparición y las consecuencias que puede tener para la industria avícola y por ende prevenir su aparición.

2.1 Descripción del problema

El crecimiento, la calidad de la carne, el rendimiento y el nivel de productividad de la industria avícola, dependen en gran medida de la salud del animal. En el caso particular de los pollos de engorde, depende especialmente de las condiciones ambientales en que viven los animales, los factores genéticos y la nutrición que reciben., en el caso de la Enfermedad del Músculo Verde o Miopatía Pectoral Profunda DPM puede decirse que está intrínsecamente

relacionada con los factores mencionados, lo que la convierte en una enfermedad de importancia económica ya que le ocasiona pérdidas al sector avícola, puesto que la calidad del canal se ve afectado, disminuyendo así las utilidades de la empresa avícola y también trayendo consigo problemas medioambientales a causa de los decomisos. Es por ello que se hace necesario dar a conocer los estudios que analizan esta enfermedad, pues es poco conocida en nuestro país.

2.2 Planteamiento de la pregunta de investigación

¿Una revisión bibliográfica detallada acerca de La Miopatía Pectoral Profunda (DPM), podría ampliar y actualizar el conocimiento que hasta el momento se tiene acerca de esta enfermedad en nuestro país?

3 Justificación

Teniendo en cuenta que actualmente los estudios sobre la recopilación de fuentes que traten el tema de La Miopatía Pectoral Profunda (DPM) en nuestro país son escasos, es decir, que no existe todavía documentación bibliográfica suficiente, la investigación que se pretende realizar resulta novedosa, ya que permite enriquecer los conocimientos que se tienen sobre dicha patología. Además, resulta pertinente este tipo de estudio debido a la importancia económica que tiene esta enfermedad, por lo que urge que desde el campo de la medicina veterinaria se desarrollen este tipo de trabajos para no solo ampliar las perspectivas sobre la misma, si no contribuir a que se tome conciencia y se establezcan medidas que permitan disminuir su incidencia. En este sentido es preciso ampliar y profundizar en el conocimiento de la DPM.

Así mismo, podría decirse que esta investigación permitiría evaluar la calidad científica de los trabajos investigativos, establecer sus limitaciones e intereses y ante todo reconocer, valorar y resaltar los estudios de los investigadores nacionales y extranjeros. Igualmente es importante

para la academia misma, en el sentido de que puede tomarse como referente para actualizarse al respecto y que otros estudiosos interesados en el tema puedan seguir enriqueciendo este campo. Sin dejar de mencionar que ayudaría a que las entidades públicas y privadas de nuestro país, le apuesten a este tipo de investigación, que busca visibilizar las producciones científicas nacionales y extranjeras e igualmente establecer el estado en que se encuentran. Lo que podría evidenciar entre otros, el apoyo a la investigación por parte de las diferentes instituciones, los intereses por parte de los investigadores nacionales y extranjeros a la hora de desarrollar estudios sobre esta enfermedad, el número de publicaciones existentes en nuestro país y en el extranjero etc.

4 Objetivos

4.1 General

-Realizar una revisión bibliográfica sobre La Miopatía Pectoral Profunda (DPM), para ampliar el conocimiento que se tiene de esta enfermedad en nuestro país.

4.2 Específicos

- Describir la Miopatía Pectoral Profunda (DPM) en pollos de engorde.
- Determinar cómo la Miopatía Pectoral Profunda (DPM) afecta la industria avícola.
- Establecer los niveles de producción científica acerca de la Miopatía Pectoral Profunda (DPM), en nuestro país.
- Elaborar una base de datos del estado de la cuestión.
- Establecer medidas de prevención y recomendaciones para minimizar la Miopatía Pectoral Profunda (DPM).

5 Marco Teórico

5.1 Definición Pollo de Engorde

Los pollos de engorde son aves de producción pecuaria, machos y hembras que se ocupan para la producción de carne. Entre sus principales características se encuentran la gran velocidad de crecimiento, el apetito voraz, la alta conversión de alimento a carne, alto rendimiento de canal, buena conformación corpórea entre otros. La carne de estos animales es blanca, tierna, rica en proteínas, de piel mórvida y lisa, con poca grasa, esternón cartilaginoso, y flexible y de huesos fuertes. (Chicaiza, 2009) Su taxonomía puede observarse en la tabla 1.

Tabla 1

Taxonomía del Pollo de Engorde

Reino:	Animal
Phylum:	Cordados
Subphylum:	Vertebrados
Clase:	Aves
Orden:	Galliformes
Familia:	Phasianidae
Género:	Gallus
Especie:	<i>Gallus gallus Domesticus</i>
Línea genética:	Broiler, Inca entre otros.

Nota: Esta información fue recuperada de: Chicaiza. (2009). Evaluación de la alimentación de los pollos de engorde con subproductos de la industria galletera y panadera.

5.1.1 Definición Miopatía Pectoral Profunda

La miopatía pectoral profunda (Deep Pectoral Myopathy, DPM), más conocida como Enfermedad del Músculo Verde o Enfermedad de Oregón, es una enfermedad degenerativa de los músculos, se caracteriza por atrofia y necrosis de los solomillos, es decir, de los supracoracoideos o músculos pectorales menores. Las lesiones a menudo afectan a ambos solomillos y varían de color, evolucionando de una apariencia rosa hemorrágica a una decoloración gris verdosa. (Bilgili y Hess, 2008) Color característico de esta enfermedad y que puede verse en la figura 1.

Figura 1*Miopatía pectoral profunda (DPM)*

Nota. Adaptado de Muscle Growth and Poultry Meat Quality Issues. (p.4) por Petracci y Cavani, 2012, Nutrients.

5.1.2 Historia

La Miopatía Pectoral Profunda (DPM), también conocida como miopatía degenerativa, se describió por primera vez por parte de los investigadores Dickinson et al. (1968) y posteriormente fue estudiada más extensamente por otros estudiosos como, Harper y sus colaboradores en la Universidad Estatal de Oregón. (Siller, 1984) Es decir, que esta enfermedad tuvo sus primeros informes en Oregón / EE. UU y fue descrita por primera vez en granjas de pavos, encontrando en estas investigaciones que la enfermedad afectaba a hembras mayores de 10 meses de edad. Posteriormente, hacia 1990 también se observó en criaderos de pollos de engorde. (Freire, 2018)

Fue descrita por primera vez como una "miopatía degenerativa" que afecta el músculo supracoracoideo (pectoral menor o músculo pectoral profundo), la DPM se caracteriza por necrosis, textura seca, fibrosa, leñosa, color atípico y aspecto edematoso macroscópico. (Zampiga, 2020)

5.1.3 Características

La Miopatía Pectoral Profunda (DPM), se caracteriza por causar atrofia y necrosis en los músculos pectorales menores (solomillos), éstas, podría decirse son sus principales características. Esta condición surge cuando las fibras musculares sufren una deficiencia de oxígeno.

5.1.4 Síntomas

Esta enfermedad es generalmente asintomática y ocurre tradicionalmente en reproductores agotados como: pavos y pollos de engorde, en estos animales la incidencia puede ser mayor, sin embargo, también puede presentarse en animales jóvenes. (Freire, 2018)

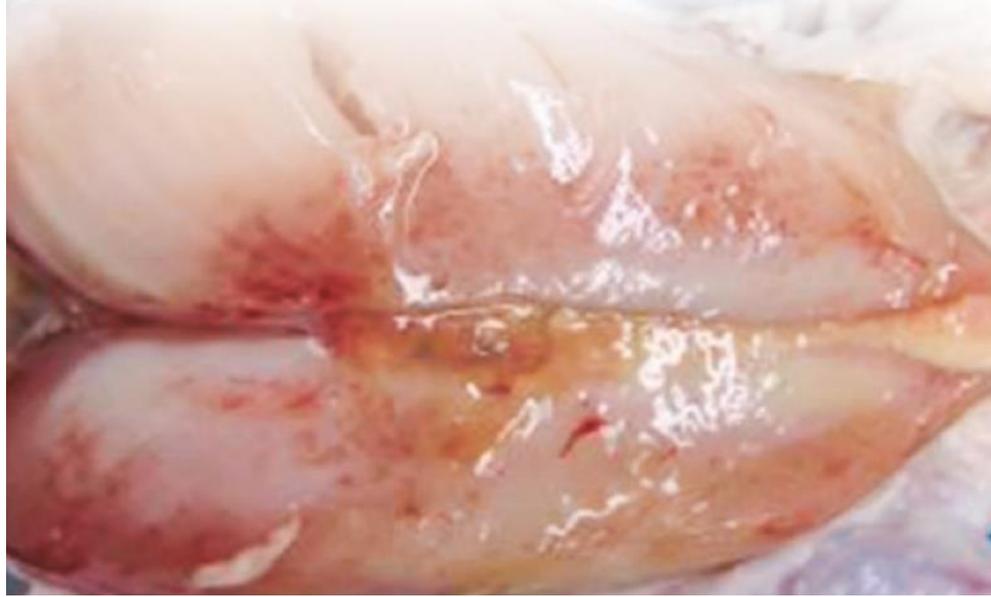
5.1.5 Histología

Histológicamente esta miopatía presenta necrosis, hialinización, hemorragia; en algunos casos la infiltración de células inflamatorias y la atrofia de los músculos, lesiones degenerativas multifocales confluentes que se convierten en áreas necróticas con una reacción inflamatoria acompañada de proliferación de tejido conectivo. (Alarcón, 2018)

El desarrollo de la enfermedad se puede dividir en tres categorías. La categoría 1 es una lesión inflamatoria aguda en la que el músculo pectoral menor aparece muy rojo y hemorrágico. La categoría 2 describe la fase en que la lesión del filete interior se define claramente y, en ocasiones, se halla rodeada de un anillo hemorrágico. La categoría 3 se refiere a la degeneración progresiva del tejido dañado que se torna de color verdoso. Aunque la incidencia de DPM es mayor en los broilers pesados, puede ocurrir a cualquier edad o peso, y depende de los sistemas de manejo y cría que se empleen. (Bilgili y Hess, 2008)

Figura 2

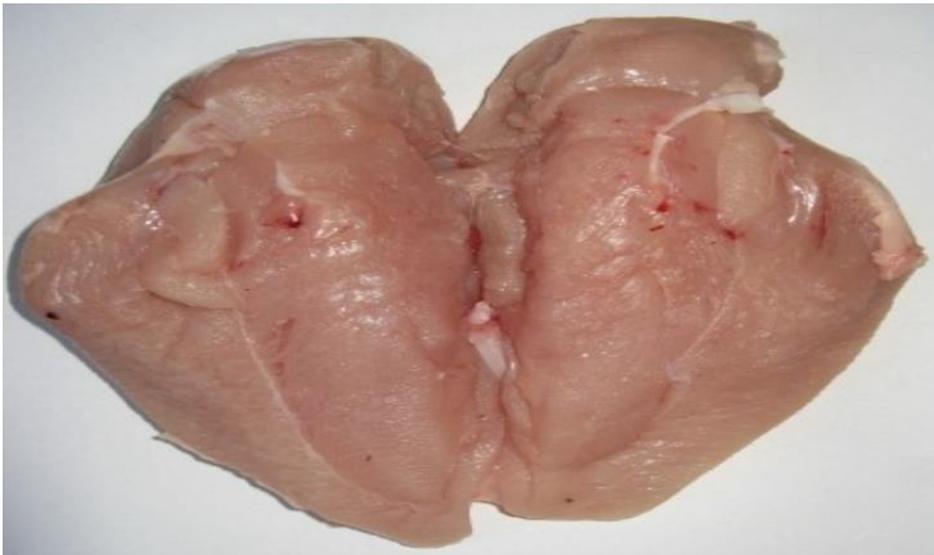
Miopatía pectoral profunda en su fase inicial I



Nota. Adaptado de *Miopatía pectoral superficial*. S. F. Bilgili, 2017, <https://avicultura.info/miopatias-en-pollos-de-engorde/>

Figura 3

Miopatía pectoral profunda fase II



Nota. Adaptado de Induction of dpm changes in broiler chickens and characteristics of myopathy symptoms. Kijowski J. y Kupińska E. 2012. <https://content.sciendo.com/view/journals/bvip/56/2/article-p217.xml?language=en>

Figura 4

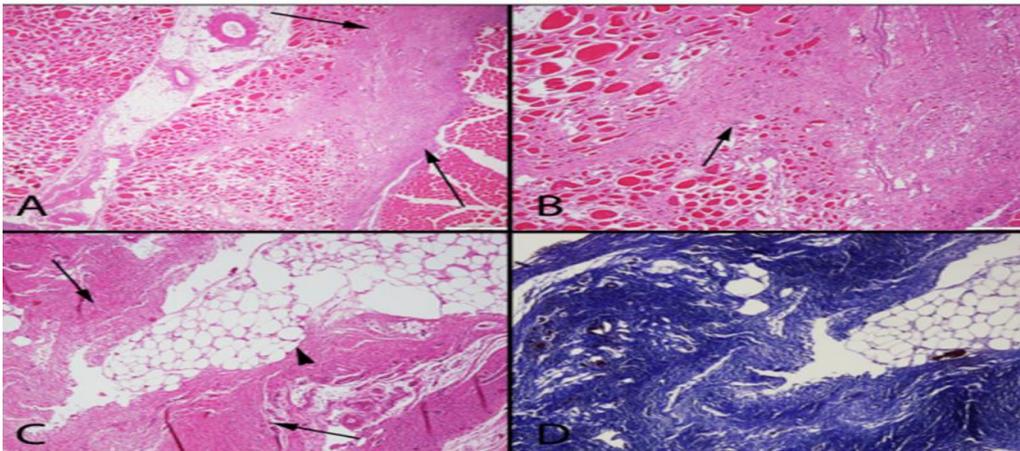
Miopatía Pectoral Profunda Fase III



Nota. Adaptado de Induction of dpm changes in broiler chickens and characteristics of myopathy symptoms. Kijowski J. y Kupińska E. 2012. <https://content.sciendo.com/view/journals/bvip/56/2/article-p217.xml?language=en>

Figura 5

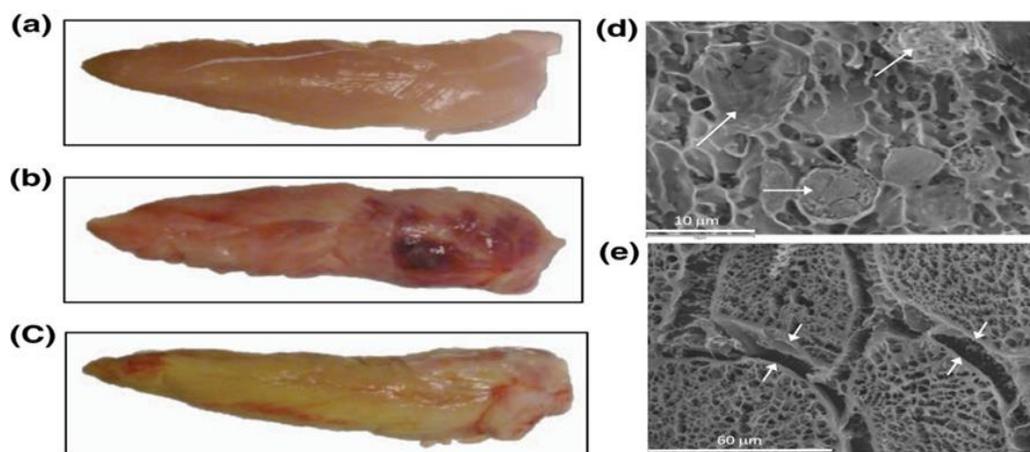
Lesiones microscópicas del músculo pectoral con DPM



Nota: (A) Numerosas células musculares degeneradas y tejido conectivo afectado, (B) mayor aumento del área lesionada, (C) lesiones antiguas y crónicas, las fibras musculares fueron reemplazadas por tejidos fibroadiposo, (D) formación de tejido fibroso en el músculo pectoral. Adaptado de, Pathological Examination of Deep Pectoral Myopathy in House Reared Broilers. Ozmen, Ozlen. 2017. http://vetdergikafkas.org/uploads/pdf/pdf_KVFD_2136.pdf

Figura 6

Tres muestras del Pectoral Menor con diferentes daños causados por la DPM

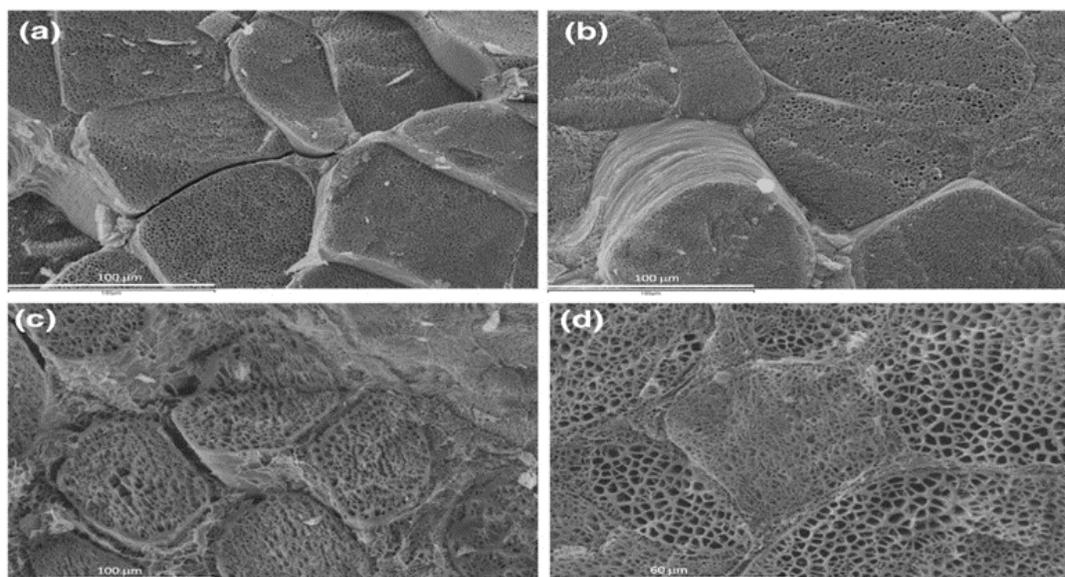


Nota: (a) Muestra Normal, (b) Muestra hemorrágica con hematomas y coágulos de sangre, (c) Muestra necrótica, (d) Micrografía de tejido hemorrágico, donde es posible observar la presencia de coágulos de sangre (detallados por flechas) y la degradación muscular, (e) Micrografía del Pectoral Menor necrótico, donde se aprecia la pérdida de la estructura celular y la inflamación endomisial (indicada por flechas). Adaptado de, Development of a methodology to categorize poultry meat affected by deep pectoral myopathy, Traffano et al. 2021.

<https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jfpp.15226>

Figura 7

Muestra microestructural del tejido normal y necrótico del pectoral a 5 h del tiempo post mórtem



Nota: (a) Pectoral menor normal con 5 hpm 500 ×; (b) Pectoral mayor normal con 5 hpm 500 ×; (c) Pectoral menor necrótico con 5 hpm 500 ×; y (d) Pectoral mayor necrótico con 5 hpm 1000 ×. Adaptado de, Development of a methodology to categorize poultry meat affected by deep pectoral myopathy, Traffano et al. 2021. <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jfpp.15226>

5.1.6 Aspectos Morfológicos

Los dos músculos pectorales en las especies aviares, el pectoral mayor (filete externo) y el pectoral menor (filete interno), trabajan en forma sinérgica para mover el ala hacia arriba y hacia abajo. Sin embargo, la anatomía de estos músculos es diferente de forma intrínseca, ya que el filete interno tiene un recubrimiento externo fuerte, compuesto de tejido conectivo fibroso y denso, y no es elástico. El músculo mayor o externo está rodeado, simplemente, de tejido conectivo suelto que se mueve fácilmente sobre la superficie del músculo a medida que cambia el perfil del músculo. La contracción de los músculos pectorales mayores y de los músculos pectorales menores es responsable de los movimientos descendentes y ascendentes de las alas, respectivamente. Durante la contracción, estos músculos se expanden con el aumento de la provisión de sangre (es decir, el bombeo muscular). (Antón et al. 2019)

Figura 8

Estructura del músculo esquelético

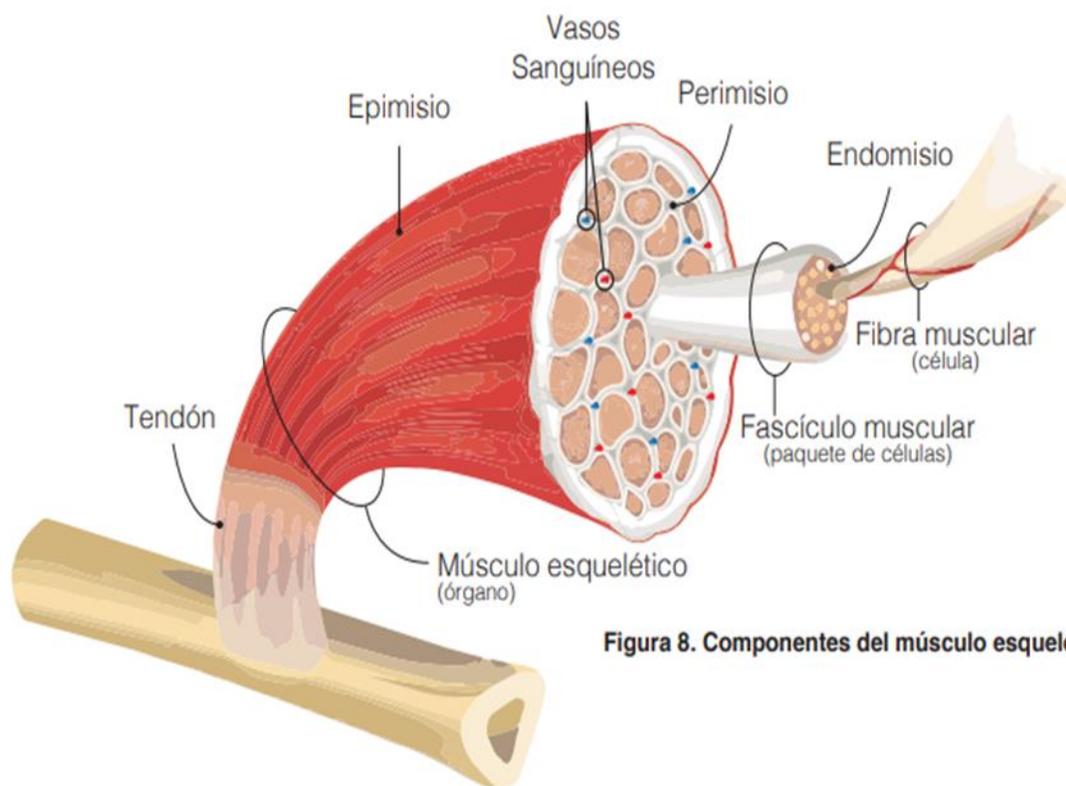


Figura 8. Componentes del músculo esquelético.

Nota: Adaptado de *Componentes del músculo esquelético*, Anton et al. 2019.
http://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Breast-Muscle-Myopathies-2019-ES.pdf

La expansión del músculo pectoral menor en tanto como un 25 % de volumen es problemática debido a que este músculo está dentro de un compartimento ajustado, entre el hueso (del esternón) y el filete de pechuga mayor. El recubrimiento fibroso rígido del músculo pectoral menor restringe el aumento del volumen muscular. Por lo tanto, cuando aumenta la presión intramuscular a niveles superiores que la presión sanguínea en circulación, se detiene la provisión de sangre que fluye dentro del músculo y, con la actividad muscular continua, se desarrolla rápidamente una deficiencia de oxígeno, lo cual causa la muerte anóxica (necrosis isquémica) de las fibras musculares. (Antón et al. 2019)

5.1.7 Causas

La lesión es causada por isquemia local, y estaría relacionada con el intenso mejoramiento genético de estas aves, en un intento de seleccionar animales con músculos pectorales bien desarrollados. La intensa selección genética de las cepas, debido a la necesidad económica de sacrificar aves en menor tiempo y con rápido aumento de peso, ha provocado comportamientos fisiológicos anormales, con daño al tejido muscular, como la miopatía pectoral profunda. (Badini et al, 2014) de ahí que esta patología sea considerada una enfermedad poligénica. Otros factores de riesgo estarían asociados al movimiento excesivo de los músculos de vuelo de estos animales (Bilgili y Hess, 2008) o también el caso contrario, se puede deber a la limitada actividad física de las aves en sistemas de cría intensiva, ya que no adquieren elasticidad, lo que evita la relajación de los tejidos. (Kaczmareck y Stangierski, 2009) Así mismo la deficiencia de selenio, y vitamina E, o ambos, es decir problemas nutricionales, podrían estar asociados a este tipo de miopatía, ya que tanto el selenio como la vitamina E funcionan como antioxidantes o precursores de antioxidantes y por lo tanto previenen algunos cambios patológicos, su deficiencia puede incidir en las afecciones del músculo pectoral ya que este es el sitio más común de miopatía nutricional en pollos. (Sihvo, 2019)

5.1.8 Genética

Si se tiene en cuenta que la carne de pollo es una de las más consumidas, representando una fuente económica de proteínas de alta calidad para el consumo humano, resulta evidente que, para satisfacer la creciente demanda, las empresas de cría prefieran seleccionar líneas genéticas con mayor potencial de crecimiento y proporción de músculo de la pechuga, es decir un músculo

pectoral más desarrollado. El cambio progresivo hacia productos más procesados ha enfatizado la necesidad de estándares más altos en la carne de aves de corral para mejorar sus características tecnológicas y propiedades funcionales (es decir, capacidad de retención de agua). Sin embargo, en el caso de los pollos de engorde, la intensa selección de los rasgos antes mencionados podría estar asociada con una mayor ocurrencia de miopatías y anomalías relacionadas con el crecimiento y, en consecuencia, con mayores tasas de degradación y reducción general de la carne. (Zampiga et al. 2020)

En este sentido podría decirse que las mejoras en la tasa de crecimiento y el tamaño del músculo de la pechuga y el rendimiento en los pollos de engorde, a través, de la selección genética intensiva y la mejora en la nutrición durante los últimos años han introducido anomalías graves que influyen en la calidad de la carne de pechuga. Las anomalías incluyen la miopatía del músculo pectoral profundo (DPM), la cual tiene graves implicaciones negativas para la industria de la carne de pollo, ya que se afecta la calidad nutricional, funcional, mecánica y sensorial de la misma. (Huang, 2018)

5.1.9 *Repercusión económica*

El pollo de engorde se ha convertido en la actualidad en un animal de producción notablemente eficiente, las ganancias diarias son significativas, debido a que el tiempo de comercialización es más corto y el rendimiento de la pechuga es notable. Sin embargo, a medida que ha aumentado la productividad, ha habido un aumento correspondiente en el desarrollo de miopatías musculares, entre ellas la miopatía del músculo pectoral profundo (DPM), una patología que le trae graves problemas económicos a la industria avícola.

Las preocupaciones sobre la calidad de la carne de aves de corral están asociadas con la enfermedad del músculo pectoral profundo que afecta la apariencia del producto, y una mayor incidencia de problemas relacionados con la escasa capacidad de la carne para retener agua durante el procesamiento y almacenamiento (condición similar a la PSE), así como dureza y cohesión relacionadas con la inmadurez del tejido conectivo intramuscular. Preocupaciones que se ven reflejadas al momento del descarte, pues la parte afectada debe retirarse, así esta enfermedad no representa un problema de salud pública, y si bien el resto de la canal aún puede ser apto para el consumo humano, el proceso de corte de la región provoca la destrucción de productos y promueve pérdidas económicas para la industria, principalmente porque afecta una parte de gran valor comercial de la canal, (Petraci y Cavani, 2012) pues la pechuga es el corte de mayor valor económico por ser una carne con alta cantidad de proteína y baja cantidad de grasa. (Baraldo et al. 2017)

Otro de los problemas radica en que, si los animales se comercializan enteros, serían los consumidores quienes detectaron la apariencia antiestética y la baja calidad de la carne. Lo que indiscutiblemente le traería mala imagen a la empresa comercializadora y por ende un efecto negativo en sus finanzas. (Traffano, 2017)

5.1.10 Métodos de detección

Los métodos tradicionales para detectar la miopatía del músculo pectoral profundo (DPM) se basan en el deshuesado y por observación. Igualmente se puede hacer uso de un

espectrofotómetro en línea que, complementado con las variaciones químicas, bioquímicas y estructurales, permite diferenciar un músculo no afectado del músculo afectado. (Alarcón, 2018)

Al respecto y teniendo en cuenta que en la actualidad los métodos para mejorar la calidad alimentaria, suelen ser costosos, tediosos y sus resultados pueden demorar más tiempo del previsto, la espectrofotometría se convierte en un método capaz de proporcionar información tanto, química, física como estructural de la parte afectada, es decir capaz de detectar las miopatías y en este sentido de controlar y garantizar la calidad de la carne.(Traffano, 2017) También se pueden usar técnicas basadas en la intensidad lumínica (Castellanos, 2017) o sensores que transmiten señales eléctricas. (Fito et al. 2017)

5.1.11 *Prevención*

Impedir el aleteo constante de las aves, evitar la comercialización de aves de gran peso, manejar una buena nutrición, restringir el pesaje de las aves, no coger las aves por las alas, evitar el ruido, y el transporte rápido o el estrés, entre otros factores que puedan controlar la incidencia del problema.(Ozmen, 2017)

6 Materiales y métodos

Tipo de investigación

El trabajo investigativo que se pretende desarrollar es de tipo descriptivo, con una importante contribución de la estadística (bibliometría descriptiva) para las unidades de análisis, que en este caso son los artículos científicos publicados.

Línea de investigación

Investigación bibliográfica en medicina veterinaria

Universo, Población y Muestra

Universo y población

Toda la producción científica publicada desde el 2015 hasta la actualidad, en portales web, bases de datos, y portales de difusión científica nacionales y extranjeros.

Muestra

Se recopilaron 28 trabajos investigativos publicados en revistas, portales web, bases de datos y portales de difusión de producción científica.

Métodos

Se llevará a cabo una búsqueda exhaustiva en revistas disponibles en la web, bases de datos y portales de difusión de la producción científica. Para la búsqueda de estudios se emplearán frases como “Green muscle disease in broiler chicken” y “Deep pectoral Myopathie in Broiler chicken” y “Miopatía Pectoral Profunda en Colombia”. Se priorizaron los trabajos que hayan sido publicados entre el año 2015 a 2021. Sin embargo, los artículos publicados años anteriores no

serán completamente excluidos, dado que algunos de ellos pueden ser importantes para exponer algunas perspectivas históricas de la enfermedad.

Análisis estadístico

Con la ayuda del programa Microsoft Excel 2019, los artículos, ensayos, reportes de casos, trabajos y tesis de grado, serán tabulados y sistematizados para así interpretar la información. Es decir, que se elaborarán tablas y figuras, que tengan en cuenta variables como: el número de artículos por año, el tipo de publicación o artículo, el año de publicación, la etiología, el origen geográfico y la institución (nombre de la revista, portal web, base de datos).

Criterios de Inclusión

Artículos, reportes de casos, ensayos, trabajos y tesis de grado sobre la Miopatía Pectoral Profunda (DPM) publicados entre los años 2015 a 2021 en portales web, revistas electrónicas y bases de datos.

Criterios de Exclusión

Noticias, fichas técnicas, blogs, estudios repetidos y publicaciones cuyo acceso este restringido o mediado por algún costo.

Una de las primeras investigaciones que se hicieron sobre la miopatía pectoral profunda (DPM), fue realizada por Dickinson et al. (1968) quienes fueron los primeros en informar acerca de una nueva enfermedad a la que denominaron “miopatía degenerativa de los pavos”, más precisamente una necrosis no infecciosa con afectación unilateral o bilateral inducida ya sea por trombos o hiperplasia. Esta investigación se desarrolló en granjas de pavos reproductores, en el Estado de Oregón, Estados Unidos, y permitió conocer algunas de las características más destacadas de la miopatía pectoral profunda y a su vez determinar que la enfermedad afectaba a hembras mayores de 10 meses de edad. Más adelante fue descrita por Harper y Col (1969), quienes señalaron que esta enfermedad involucra a ambos sexos y que era de aparente origen genético. Después Harper et al. (1975), en un estudio experimental comprobaron que la edad reproductiva de los pavos y la inseminación artificial no incidieron en la aparición de la enfermedad, así mismo, que la (DPM) podía estar presente en pavos jóvenes no maduros sexualmente. Más tarde esta enfermedad fue observada por Page y Fletcher (1975) en gallinas reproductoras de engorde y finalmente reportada en pollos de engorde jóvenes por Richardson et al. (1980).

La (DPM) se considera una enfermedad degenerativa, algunos estudios como el de Stancu et al. (2015), apuntan a que esta patología es un desafío para la industria del pollo, teniendo en cuenta que la enfermedad aparece como una sorpresa antes de la preparación, debido a que las lesiones no se ven a simple vista. Esta situación genera muchas quejas por parte de los consumidores, cuestión que afecta la productividad. Incluso, si no se pone en peligro la seguridad del consumidor, la carne cruda está comprometida organolépticamente y no es apta para el consumo. En este sentido el estudio tuvo por objeto, describir un caso de miopatía pectoral profunda en un pollo de engorde criado en condiciones de traspatio con el fin de ofrecer

información importante en el reconocimiento de la enfermedad. Se destaca de este trabajo, que ofrece datos importantes no solo para la industria, sino también para el consumidor. Se pudo determinar según la inspección visual realizada a nivel de la mama seccionada, que unas de las principales características de la enfermedad consisten: en unas modificaciones macroscópicas bilaterales de un color verdoso bien delimitado del músculo de la mama con consistencia ligeramente friable, aspecto quebradizo y seco. Además, el examen histopatológico mostró lesiones características que incluían fibras musculares necróticas e hialinizadas con degeneración discoide y reacción mesenquimal de frontera.

Al respecto cabe señalar un artículo más actual, como el desarrollado por Harikrishnan y Shaji (2020), el cual reportan un caso de carne de pollo de color verde en el mercado de carne de Nadakkavu, en el distrito de Calicut, en la India. Los autores señalan que el propietario de un establecimiento de compra-venta de carne sospechaba que la coloración verde en la carne se debía a un deterioro e informó al Departamento de Seguridad Alimentaria, Kozhikkode. Es decir que la presencia de la enfermedad era poco o nada conocida por parte de vendedores o consumidores. El caso fue remitido al Departamento de Ciencias Avícolas, Facultad de Veterinaria y Ciencias Animales Mannuthy. Tras la investigación, se comprobó que se trataba de una condición llamada la Enfermedad del Músculo Verde. Una patología que en este país apenas empieza a volverse común en la industria de pollos. De ahí que los autores señalan que es un desafío y que urgen prácticas de manejo que disminuyan o minimicen las afectaciones que trae esta patología, como la disminución del aleteo en la parvada.

Una revisión más actualizada, realizada por Kato et al. (2020), que tiene por objeto analizar los cambios bioquímicos y tecnológicos en aves de corral con anomalías pectorales y cómo esto afecta la calidad de la carne, destaca que junto a las nuevas posibilidades de crecimiento, han surgido miopatías entre las que destacan la DPM, una enfermedad que le causa un daño significativo a la industria, según esta revisión, los grupos de proteasas son determinantes para comprender qué puede estar ocurriendo en la actividad muscular y; en consecuencia, comprender el proceso de las miopatías de una manera más detallada, sin embargo, según los autores, la literatura consultada aún se queda corta, al momento de establecer el comportamiento de las proteínas y grupos de proteínas específicos en anomalías como la DPM. Puesto que, si bien algunos estudios han descrito la diferencia entre el contenido de proteínas y colágeno y la velocidad de degradación de las proteínas, aún no se ha avanzado en la manera en que, por ejemplo, las calpaínas, las caspasas pueden estar actuando sobre tejidos anómalos. En este sentido se destaca de esta revisión que analiza algunas hipótesis aún no reportadas en la literatura científica actual.

Al respecto, el trabajo de Ozmen (2017) realizado en Turquía, cuyo propósito fue investigar los hallazgos macroscópicos y microscópicos en una parvada de pollos de engorde criados en casa y con (DPM), determinó que luego de examinar los hallazgos patológicos de 12 pollos de engorde de 100-120 días con DPM y criados en galpones, las aves estaban clínicamente sanas, pero se detectaron hemorragias y decoloración verde en la masa del músculo pectoral durante la disección, igualmente que las muestras recolectadas de los músculos lesionados para un examen histopatológico, revelaron macroscópicamente necrosis, hialinización y hemorragia., en algunos casos hubo infiltración de células inflamatorias y atrofia de los músculos de la mama. Se observó que la infiltración de macrófagos, fue una de las características de las primeras etapas de las lesiones y se identificó el tejido fibroso y adiposo como una de las formas crónicas de la

enfermedad. Se pudo comprobar que la gravedad de la lesión estaba intrínsecamente relacionada con el peso corporal, es decir, las lesiones más difusas y severas se presentaron en los pollos más pesados. En este caso se detectó como principal causa de estas lesiones histopatológicas, la insuficiencia circulatoria. Estableciendo finalmente que estas anomalías le causan importantes pérdidas económicas a la industria de la carne de aves de corral.

El trabajo investigativo de revisión de Folegatti et al. (2015), se centró en estudiar la problemática de las lesiones de la musculatura pectoral o lesiones degenerativas de la pechuga del pollo, que afectan su aspecto y calidad. Encontrando según los estudios consultados que las Estrías Blancas, la Pechuga de madera y la Miopatía del pectoral profunda, son unas de las principales miopatías que afectan el pollo de engorde y que hay unos procesos implicados en estas enfermedades emergentes, como lo son la expresión de los genes implicados en: el calcio intracelular, la hipoxia y el estrés exudativo. Estos procesos generan alteraciones y variaciones en la fibra muscular, provocando las anomalías mencionadas. En el caso puntual de la (DPM, los trabajos coinciden en que su aparición está relacionada con las situaciones de crecimiento rápido de los pollos de engorde y que las lesiones se manifiestan de forma significativamente superior en machos, en las aves de mayor peso y en las de mayor edad.

Una investigación de Petracci et al. (2017), que fue desarrollada en Italia, se centró en realizar una revisión de los estudios más recientes que describen los impactos adversos que le generan las miopatías a la industria avícola, además de evaluar las consecuencias de la selección genética en los rasgos musculares. Este estudio determinó que la demanda de carne de ave a nivel mundial, ha obligado a la industria de pollos de engorde a mejoras progresivas en la selección genética para producir pollos de engorde de rápido crecimiento, induciendo la aparición de varias anomalías musculares, entre las que se encuentra la (DPM), una enfermedad que tiene varias

implicaciones para la calidad de los productos frescos y procesados, ya que la carne de pechuga que se ve afectada por esta enfermedad suele ser rechazada. Cuestión que, afecta negativamente las características nutricionales, tecnológicas, sensoriales y microbianas de la carne cruda y procesada. Según esta investigación la aparición de anomalías emergentes en la carne de la pechuga, está generando pérdidas económicas para la industria y si bien, la degradación de la carne, en gran medida se compensaba por las ganancias en las tasas de crecimiento cada vez más altas de las aves y un mayor rendimiento de carne de pechuga, las consecuencias que deja la enfermedad ya no son sostenibles para la industria avícola.

La investigación de De Almeida et al. (2020), y cuyo objetivo fue el de realizar una revisión de literatura científica para abordar las características cualitativas de las de las fibras musculares, químicas y morfológicas de la carne de las principales miopatías verificadas en la línea de sacrificio pollos de engorde en los últimos años, entre ellas la DPM, encontraron que gran parte de literatura consultada coincide en que esta enfermedad se presenta con mayor incidencia en pollos pesados, que en pollos ligeros, además histológicamente, muchos autores observan cambios necróticos degenerativos en las fibras, infiltración y células inflamatorias (macrófagos heterófilos y leucocitos) y sustitución de fibras musculares por tejido adiposo y fibroso. Sin dejar de mencionar que múltiples investigaciones asocian su ocurrencia, con el movimiento, tamaño excesivo del ala, edad, linaje genético, sexo (mayor incidencia en machos). Finalmente llegan a la conclusión de que la literatura científica sobre el particular sigue siendo escasa, pues, por ejemplo, la literatura en relación a su etiología es insuficiente, ya que el origen de esta enfermedad es de naturaleza multifactorial.

El estudio de Pajohi y Mohammadi (2016), se realizó de forma descriptiva para determinar la incidencia de la enfermedad del músculo verde (enfermedad de Oregon) en pollos de engorde

sacrificados del oeste de Irán. Encontrando que, de los cinco millones de pollos de engorde, objeto de estudio, casi 1.850 (0,033%) canales fueron diagnosticados con enfermedad del músculo verde. Así mismo que hubo relaciones significativas entre la edad, el peso y la aparición de la enfermedad del pollo ($P < 0,05$). Sin embargo, no se encontró relación entre la ración y la enfermedad. Los resultados indicaron que un buen programa de manejo podría controlar la aparición de la enfermedad y prevenir pérdidas económicas. Y que al no ser ningún agente viral o bacteriano el causante de esta enfermedad, no representa un problema para la salud pública.

Un artículo publicado en una revista de Israel de nombre Poultry and Fish (2016), señaló que la DPM se desarrolla en el músculo pectoral profundo, principalmente porque este músculo está rodeado por una fascia inelástica y el esternón, que no permiten que la masa muscular se hinche en respuesta a los cambios fisiológicos que ocurren cuando se ejercitan los músculos, como en el aleteo. Este estudio se desarrolló en una planta de Israel con Pollos de engorde de 45 días de raza Ross. Señala el trabajo que, si bien esta enfermedad es común en pavos y pollos de engorde, es una enfermedad que se está volviendo cada vez más común en aves en crecimiento de tipo carne, con una predisposición genética de las aves de pechugas grandes. Coincide con las investigaciones ya mencionadas en qué papel genético es un factor importante en su aparición, ya que su incidencia es mayor en Ross 508 en relación con las líneas Cobb 500 y en que las lesiones no perjudican la salud general de las aves y no representa un problema de salud pública, pero sí un problema para la industria.

Otro estudio similar al anterior, del investigador Maiorano (2017), y que fue realizado igualmente en Italia, estuvo dedicado a evaluar la manera en que la selección intensiva en la industria de los pollos de engorde los ha convertido en productores de carne más eficientes, también encontró, que si bien el crecimiento rápido de los animales, aumenta la productividad de

esta industria, también trae consigo afectaciones negativas, como la miopatía de los músculos pectorales menores (profundos), entre otras anomalías que aumentan la aparición de carne fresca de menor calidad para el mercado minorista y, en cierta medida, reducen los valores nutricionales, sensoriales y propiedades tecnológicas de la carne cruda utilizada para su posterior procesamiento. Estableciendo que la producción de carne puede verse limitada por las capacidades fisiológicas de los pollos de engorde, ya que los órganos internos, el sistema vascular y el esqueleto se limitan funcionalmente. Planteando en este sentido la necesidad de considerar un paso atrás en el proceso de selección e intentar reducir el alcance de estos problemas de calidad emergentes.

El trabajo de Velleman, (2015), permite entender un poco más la manera en que la DPM afecta el sistema muscular de las aves, según la autora, el crecimiento muscular ocurre en dos distintas fases: hiperplasia e hipertrofia. La hiperplasia ocurre embrionariamente y aumenta el número de células musculares, mientras que la hipertrofia después de la eclosión aumenta el tamaño de la fibra muscular. En el caso de las miopatías como la (DPM), esa acumulación de masa se ha basado en gran medida en la hipertrofia, o sea, aumento del diámetro de las fibras musculares, reducción de la conexión disponible en el espaciamiento de los tejidos y aumento de la degeneración de las miofibras, Un proceso degenerativo que se debe a la selección de aves y que suele ocurrir especialmente en aves de crecimiento rápido. Estos cambios, según Velleman, aumentan los procesos de degeneración y necrosis de las fibras musculares y limitan los mecanismos de reparación del músculo, que son mediados por la población de mioblastos adultos, lo que trae como resultado la aparición de miopatías.

Una publicación de Soglia et al. (2016), realizado en Italia y dedicado a evaluar el efecto de las anomalías que causan las miopatías como la DPM en los principales rasgos de composición, la oxidación de lípidos y proteínas y el estado fisicoquímico del agua evaluados por resonancia

magnética nuclear en el dominio del tiempo, reveló en los animales afectados por miopatías, un aumento ($P < .05$) en el contenido de humedad, grasa y colágeno junto con niveles reducidos de proteína y pigmentos hemo totales. Además de un aumento notable en la proporción y la movilidad de la fracción de agua extra-miofibrilar. Hallazgos que revelan los problemas tanto funcionales como de calidad que sufren las carnes crudas afectadas por miopatías en pollos de engorde.

Otro estudio realizado en Italia por Radaelli et al. (2017) tuvo como objetivo evaluar los cambios histológicos e inmunohistoquímicos a diferentes edades (14, 21, 28, 35 y 46 días) asociados a la ocurrencia de miopatías en las fibras musculares pectorales mayores de pollos pertenecientes a 2 líneas genéticas, de ambos sexos, alimentados ad libitum y con una tasa restringida durante el primer período de crecimiento (de 13 a 21 días), encontrando que la frecuencia de aves que mostraron miopatías como la (DPM) fue mayor en las aves que siempre se alimentaron ad libitum en comparación con las que se sometieron a una restricción de alimentación temprana, además que la presencia de miopatías aumentó significativamente con la edad del pollito y que variables como el genotipo (rendimiento estándar frente a alto rendimiento de pechuga) y el sexo (hembras frente a machos), no incidió significativamente en su aparición.

Un trabajo investigativo más reciente de Bailey et al. (2015), sobre la influencia de la genética en las miopatías del músculo de la mama en pollos de engorde y que tuvo por objetivo caracterizar la base genética de las miopatías encontradas en pollos de engorde y su relación con el peso corporal y el rendimiento de la pechuga, determinó que si bien los pollos de engorde comerciales y de alto rendimiento de raza pueden llegar a sufrir consecuencias indeseables, como la (DPM) entre otras miopatías, también la influencia genética moderada a baja, para el desarrollo de las miopatías se puede utilizar, a través, de una selección equilibrada, para reducir la incidencia de miopatía a largo plazo, es decir, que esas consecuencias negativas se pueden mitigar mediante

una selección equilibrada donde los rasgos de salud y bienestar se incluyen como criterios de selección, igualmente importantes a los que buscan mejorar el rendimiento. Cabe señalar que este estudio demostró que los efectos no genéticos también tienen una influencia mucho mayor en la variación de las miopatías y pueden llegar a ofrecer una oportunidad más exitosa a corto plazo.

El trabajo investigativo de Huang y Uk Anh (2018), consistió en analizar, a través, de una revisión bibliográfica, la etiología, los aspectos histológicos, fisiológicos y químicos de las miopatías en pollos de engorde, entre las que se encuentra la (DPM). Exponiendo que las miopatías emergentes son mucho más altas en las aves pesadas seleccionadas por la tasa de crecimiento rápido y el alto tamaño y rendimiento de la pechuga que en las aves en crecimiento. Así mismo, determinó que la heredabilidad y las correlaciones de los parámetros genéticos para la tasa de crecimiento, el rendimiento y el tamaño del pecho, con las anomalías, son más bajas, que las de los factores ambientales, que incluyen la densidad nutricional de la dieta, el manejo y la edad de las aves. Igualmente encontraron que si bien todas las anomalías (miopatías) son diferentes macroscópicamente, comparten muchas similitudes en las características histopatológicas y bioquímicas. Señalan también que la pérdida económica debida a las miopatías puede ser mayor, que el impacto causado por la pérdida de calidad por sí sola.

El trabajo de Jockic et al. (2018), tuvo por objetivo principal examinar las características estructurales y la incidencia de las diferentes etapas de la miopatía pectoral profunda (DPM) que fue inducida en pollos de engorde alimentados con una dieta suplementada con coenzima Q10 (CoQ10). Se evaluaron 288 pollitos de 1 día (Cobb 500) se dividieron por igual entre 8 grupos y se utilizó la misma dieta para todos, se escogieron 5 machos, 1 por cada grupo y éstos se sometieron a aleteo de alas alentado. Al final del experimento se realizó un análisis de los parámetros histológicos de los músculos pectorales profundos y los resultados mostraron que los animales

sometidos a aleteo alentado y que habían recibido el suplemento de CoQ10 tenían un estadio (DPM) promedio más bajo y una densidad de volumen de células musculares necróticas más bajas, es decir que se comprobó que las propiedades antioxidantes de la CoQ10 redujeron los efectos de DPM sobre la necrosis celular y el daño del tejido muscular, así como una mayor densidad de volumen de células musculares no necróticas. Permitiendo recomendar este suplemento en la nutrición de los pollos de engorde.

Un trabajo similar al anterior realizado por Yalcin et al. (2018) y dedicado a determinar la estructura muscular y la expresión génica en el músculo pectoral mayor (p. Mayor) de pollos de engorde en respuesta a la inducción de miopatía pectoral profunda, utilizó 160 pollos de engorde de crecimiento lento y rápido, de los cuales a 80 pollos se les animó a batir las alas cuando alcanzaron los 2800 g de peso corporal. Se les inspeccionó el músculo pectoral menor (p. Menor) de los pollos de engorde para detectar la presencia de DPM y p y se recolectaron muestras principales de pollos de engorde con o sin DPM. Se estudió el área y el número de fibras musculares, el número de capilares y las vías de señalización del desarrollo vascular (factor de crecimiento endotelial vascular A, VEGFA) y la regulación de la contracción muscular (actina alfa 1, ACTA1; miosina cinasa de cadena ligera 2, MYLK2 y gen transportador de ATPasa Ca^{+2} 1, ATP2A1) se estudiaron en la p. músculo mayor. Encontrando que la inducción de DPM aumentó el área de fibra del músculo principal con una mayor tasa en la cepa de crecimiento lento en comparación con la línea de crecimiento rápido. La inducción de DPM aumentó la expresión de ACTA1, VEGFA y ATP2A1 en el músculo principal de los pollos de engorde de ambas cepas; sin embargo, la expresión de MYLK2 se redujo. Concluyendo que los anteriores resultados son evidencia de cambios en la estructura muscular y las vías de expresión génica en p. músculo principal de pollos de engorde con DPM.

Un estudio parecido llevado a cabo en Carolina del Norte (Estados Unidos), por Córdova et al. (2018), sometió a 800 pollos de engorde de la línea Ross, a dietas a base de maíz o sorgo con o sin adición de la suplementación con ácido guanidinoacético (GAA) (600 g / ton), pudiendo comprobar que la suplementación con GAA mejoró el rendimiento vivo de los pollos de engorde criados hasta 50 días independientemente de la fuente de grano y aumentó el rendimiento de carne de pechuga en dietas a base de maíz y redujo la gravedad de las miopatías.

El artículo de Gratta et al. (2019), ejecutado en una granja avícola en Italia, también demostró que la restricción alimenticia sobre el rendimiento en vivo, o las estrategias nutricionales (densidad de lisina digestible) juegan un papel clave en el rendimiento final, el peso final y las tasas y grados de miopatías. Así mismo, descubrieron que la aparición de afectaciones asociadas a las miopatías disminuyó cuando se utilizó la tasa de reducción más alta (es decir, 75% de densidad de lisina digestible de 18 a 26 días de edad).; sin embargo y a diferencia de otros estudios, comprobaron que esta estrategia ejerce un control parcial de las miopatías, es decir, que tienden a seguir causando afectaciones en los animales.

Otra investigación desarrollada en Alabama (Estados Unidos), por Meloche et al. (2018) tuvo por objeto evaluar los efectos de la densidad de lisina digestible reducida, sobre las miopatías del pectoral en pollos de engorde a los 48 y 62 días de edad, encontraron que las reducciones de término en la densidad lisina, son efectivas en la reducción y en la severidad de miopatías, especialmente la DPM. Sin embargo, determinaron que la magnitud de la reducción de lisina, puede impactar el rendimiento en vivo y las características de procesamiento de los pollos de engorde. En este sentido recomiendan desarrollar más investigaciones sobre el mecanismo por el cual se pueda reducir la lisina para aliviar las miopatías, sin que ello afecte negativamente el desarrollo del rendimiento de la pechuga.

El trabajo investigativo realizado por Semenova et al. (2019), esta vez en Rusia, plantea que hay factores determinantes en la aparición de la (DPM) y por ende en la baja calidad de la carne, como lo son el estrés y la nutrición. Señalan que el estrés en los animales de granja, es la principal causa de miopatías y del deterioro de la calidad de la carne y que igualmente la nutrición juega un papel importante en su aparición. Subrayan que el estrés por calor o altas temperaturas, o por situaciones como el sacrificio (espontáneo o idiopático), causan un daño oxidativo de proteínas, que degenera en miopatías. En el caso de la nutrición, apuntan a que la deficiencia de selenio y vitamina E, son los causantes de miopatías, especialmente en aves o animales de granja, ya que en mamíferos es poco común debido a la ingesta de carne. En este sentido proponen implementar estrategias alimenticias que eviten dicha deficiencia.

El estudio de Sihvo (2019), hecho en Finlandia, también establece que la deficiencia de selenio, y vitamina E, están asociados en la aparición de (DPM), el investigador establece que tanto el selenio como la vitamina E funcionan como antioxidantes o precursores de antioxidantes y se complementan entre sí, ya que se ha demostrado que el selenio previene algunos cambios patológicos de la deficiencia de vitamina E. En este sentido recomienda que las empresas de cría de pollos de engorde utilicen niveles de selenio en la dieta de 0.30-0.35 mg y niveles de vitamina E de 50-80 UI por kg de dieta.

En cuanto a los métodos de detección, cabe destacar el trabajo de Traffano et al. (2018), el cual consistió en desarrollar un sistema de detección no destructivo, basado en la espectroscopia dieléctrica para detectar la (DPM) en aves de corral. Según los autores la industria no puede detectar la enfermedad cuando los animales son vendidos enteros, en este sentido el uso de la espectroscopia dieléctrica surge como una necesidad para dicha detección. Para su consecución se analizaron las partes sanas y las afectadas por (DPM). Se midió la permitividad en rangos de

radiofrecuencia y microondas en los diferentes tejidos: pectoral menor, pectoral mayor y piel, para caracterizarlos. Además, se midieron el contenido de proteínas, el contenido de iones y el pH. Con estos datos se desarrolló un sensor para medir la permitividad de la canal entera de pollo con piel. El aparato consta de dos sensores de placas planas conectados a un analizador de impedancia Agilent 4294A que midió la permitividad de 40 Hz a 1 MHz. Los resultados demostraron la viabilidad de la permitividad en rango de radiofrecuencia como posible técnica de identificación de pechugas de pollo afectadas por DPM.

Otro estudio desarrollado en Polonia, por Stangierski, (2019), tuvo por objetivo principal analizar el efecto que la miopatía pectoral profunda, tiene sobre las propiedades de los músculos de los pollos de engorde. Para dicho análisis se utilizaron muestras de músculos del pectoral menor de pollos de engorde Cobb 500 de 39 a 42 días de edad y también de los músculos pectorales principales con síntomas de DPM. Las técnicas instrumentales usadas para estudiar las muestras fueron: la calorimetría diferencial de barrido (DSC), la resonancia magnética nuclear (RMN) y el análisis de imágenes por computadora (con el Programa MultiScan v.13.01.). Se pudo comprobar que los resultados de todas las técnicas utilizadas en la investigación apuntaron a una ocurrencia de cambios desfavorables tanto en el pectoral mayor y músculos menores con DPM. Pudiéndose determinar que los músculos afectados por (DPM) influyen en sus propiedades funcionales y que los métodos utilizados se pueden implementar para identificar los cambios que presentan los músculos afectados por la enfermedad.

Uno de los principales referentes bibliográficos que se tuvo en cuenta al momento de iniciar con la revisión a nivel nacional, fue la de Alarcón (2018), una investigación que se centró en realizar un estudio sistemático de literatura científica para identificar los aspectos más significativos de las diferentes miopatías en pollos de engorde. Para su consecución el autor

consultó tres bases de datos y analizó 69 artículos publicados en un periodo comprendido entre el 2015 hasta el 2018 que trataran sobre el particular. Según esta investigación se determinó que las miopatías que más afectan al pollo de engorde, son la pechuga de madera y las estrías blancas, y además que son las que mayor impacto económico y organoléptico generan. Igualmente concluyó que las miopatías no representan un riesgo biológico para la salud pública.

Entre los estudios más recientes se encuentra el de Cavalcanti et al (2021), el cual fue desarrollado en un laboratorio de Alimentos Derivados de Animales de la ciudad de Sao Paulo (Brasil), con el objetivo de examinar la calidad de la carne de la pechuga de gallinas reproductoras de pavo de (385 días), que contarán con un peso medio de 12,5 kg, las cuales fueron criadas y sacrificadas en la región sur de Brasil. Esta investigación estableció que el pH de la carne aumentó con el grado de severidad DPM, es decir que los valores de pH más altos se presentaron en los animales que reportaron estar más afectados por la DPM, lo mismo se concluyó para la retención de agua, reportándose capacidades de (73,75% y 77,82%). Otro de los hallazgos concluyentes es que las variaciones en la calidad de la carne de pavo se presentan con mayor severidad en la edad de eliminación del animal. Estableciendo así mismo que una alternativa para evitar las pérdidas económicas estaría en el aprovechamiento de la carne afectada como, por ejemplo, la fabricación de productos procesados.

Otro estudio que, si bien está dedicado principalmente a las afectaciones de la patología conocida como “pechuga de madera” en pollos de engorde, también encuentra algunos hallazgos importantes acerca de la DPM y en cierta medida similares al estudio mencionado anteriormente, como por ejemplo, que las muestras que tenían un grado moderado de miopatía pectoral profunda, mostraron una mayor capacidad de retención de agua, determinándose así mismo que esto podría beneficiar la industria procesadora de carne de aves de corral, sin embargo también advierten

que la cocción en el proceso podría traer consigo la pérdida de proteínas de las pechugas de pollo afectadas por la miopatía. (Fortunato de Oliveira, 2021)

El trabajo de Doss Santos y Freitas (2021) desarrollado en Paraná Brasil, tuvo por finalidad implementar procesos de clasificación y seguimiento de miopatías en un matadero de aves de corral. Para ello realizan una clasificación y monitoreo de las miopatías, entre ellas la DPM. Encontrando algunos problemas en el proceso de control y calidad del producto. En este sentido sugieren algunas medidas de prevención que deben implementarse en el matadero para evitar problemas de calidad, entre ellas: orientar a los empleados de producción sobre los procedimientos de clasificación de productos, incrementar el número de empleados en la línea de clasificación de piezas, reducir la velocidad del enfriador, reducir la velocidad de la línea de sacrificio entre otras, con el fin de garantizar la inocuidad del producto.

Otro estudio realizado en Valencia (España) y dedicado a desarrollar una metodología científica basada en significativas ($p < .05$) variables y medidas (pH, coordenadas L * y a *) para determinar el nivel de daño en las pechugas de aves de corral afectado por DPM, utilizó 76 muestras (pectoral mayor y menor de 76 animales), a las que se les realizó un análisis microestructural y se estableció el tipo de alteraciones estructurales que presentó cada muestra. Encontrándose tres los daños más comunes causados por esta enfermedad: muestras normales, hemorrágicas con hematomas y coágulos de sangre, y tejidos necróticos, siendo la categoría 1 normal y la categoría 2 hemorragia, hematomas, sangre y necrosis. Hallándose igualmente que en los casos de Miopatía más severa se presentaron alteraciones en el Ph, el colágeno, en sí de las proteínas estructurales del pectoral mayor y menor.

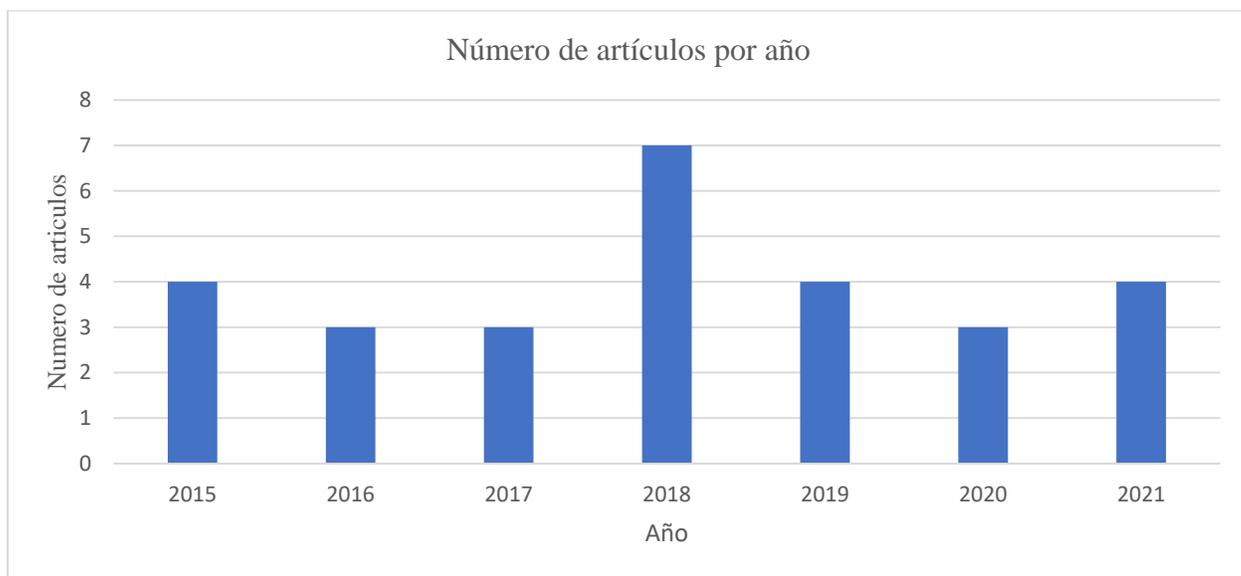
8 Resultados

Se encontraron 28 investigaciones publicadas en diferentes revistas científicas, entre 2015 y 2021, sobre la Miopatía Pectoral Profunda, es decir que en los últimos 7 años la producción sobre esta patología es relativamente baja, si se tiene en cuenta que estos resultados no reflejan el

impacto económico que tiene la (DPM) sobre la industria avícola, o sea que no hay una relación equilibrada entre el impacto económico de la enfermedad y el número de artículos publicados.

Figura 9

Número de artículos por año



Fuente: Propia del autor

Como se mencionaba anteriormente se encontraron 28 estudios en diferentes revistas científicas, entre 2015 y 2021, de ellos, 17 trabajos investigativos (60%) fueron originales, 7 trabajos (25%) fueron revisiones, 2 trabajos (7 %) fueron estudios de caso y los dos trabajos restantes (7%) fueron trabajos de grado. El número de los artículos, por revista y su clasificación por tipo de publicación: revisión, estudios de caso, trabajo de grado y original, se puede observar en la tabla 2.

Tabla 2

Número de artículos nacionales e internacionales y su clasificación

Revista	Total, Artículos	Nacionales	Internacionales	Tipo de publicación			
				Revisión	Estudio de caso	Trabajo de grado	Original
Biblioteca digital de Veterinaria Barcelona	1		1	x			
“King Michael I” de Rumania	1		1		x		
Avian Diseases	1		1	x			
Frontiers in Physiology	1		1				x
Poultry and Fish.	1		1				x
Food Research International	1		1				x
Revista Food Process	1		1				x
Comparative Clinical Pathology	1		1				x
Kafkas Üniversitesi Veteriner	2		1				x x
Poultry Quality Evaluation	1		1				x
Poultry Science	6		1				x x x x x x
Korean J Food Sci Anim Resour	1		1	x			
Revista Animal	1		1				x
Revista Getec	1		1				x
Repositorio Universidad Politecnica de Valencia	1		1			x	
Repositorio Universidad Cooperativa de Colombia	1	1	1			x	
Theory and practice of meat processing	1		1	x			

Universidad de Helsinki	1		1	X			
European Food Research and Technology	1		1				X
Research, Society and Development,	1		1	X			
Ciencia Rural, Santa Maria	1		1	X			
The pharma journal,	1		1		X		
(100%)	28 (%)	1 (3,5 %)	27 (96,42 %)	7 (25 %)	2 (7 %)	2 (7 %)	17 (60 %)

Fuente: Propia del autor

De acuerdo a la tabla 2 se puede observar que la revista “Poultry Science” cuenta con 6 artículos publicados sobre la Miopatía pectoral profunda (DPM) o que están relacionados con esta patología. Esto puede deberse a que se trata de una revista de renombre internacional, además, porque es una de las principales fuentes autorizadas para publicar información avícola e investigaciones de gran rigor científico, en su mayoría relacionadas con las aves de corral. Al respecto cabe anotar que los 6 artículos publicados en esta revista son originales, es decir, que cumplen con los criterios de calidad y el rigor científico-metodológico exigidos por la revista. E igualmente porque siguen normas estrictas y aceptadas por la comunidad científica internacional, Según la UNESCO la finalidad principal de un artículo científico es comunicar los resultados de investigaciones, ideas y debates de una manera clara, concisa y fidedigna. (CIDUNAE, 2018). Así mismo cabe resaltar que esta revista es de acceso abierto sin cargos de suscripción, lo que significa que los autores que publican aquí pueden hacer que su investigación sea accesible de forma

inmediata, permanente y gratuita en todo el mundo, conservando los derechos de autor de su trabajo. (Poultry Science Association, 2020)

Igualmente puede observarse que, de los 28 artículos, 17 o sea el (60 %) son artículos originales, es decir que fueron los de mayor publicación, esto puede deberse a la inclinación de los diferentes grupos de investigación, en que las producciones científicas sean rigurosas, denotando también un marcado interés por generar conocimiento serio, fidedigno y válido, en este caso particular sobre la Miopatía Pectoral Profunda. En los estudios de revisión se encontraron 7 publicaciones, que representan el (25%), 2 estudios de caso y 2 trabajos de grado que representan el (14%). Estos resultados indican un interés por identificar, evaluar y sintetizar la producción científica producida por investigadores, académicos y profesionales.

A continuación, pueden observarse los artículos publicados a nivel nacional e internacional, entre el 2015 y el 2021.

Figura 10

Estudios publicados a nivel nacional e internacional 2015-2021



Fuente: Propia del autor

La baja producción científica (4 %) a nivel nacional puede deberse a la falta de una cultura de la investigación y la publicación, al respecto podría decirse que si bien pueden existir investigaciones científicas, hay barreras que podrían estar impidiendo la publicación de las mismas; cabe señalar que la falta de interés por parte de los grupos de investigación o de los investigadores en la Miopatía Pectoral Profunda como enfermedad de importancia económica, también estaría relacionado con la baja producción, sin dejar de mencionar que la falta de financiación para la investigación de la (DPM), también estaría jugando un papel importante en los resultados que arroja la investigación, puesto que muchas veces los recursos de las entidades públicas y privadas son escasos, y más aún si son para la investigación de una enfermedad que no representa un problema de salud pública.

Esto impide la generación de trabajos que pretendan plantear mecanismos de prevención, soluciones, o manejo adecuado de la (DPM) acordes al contexto colombiano. En ese

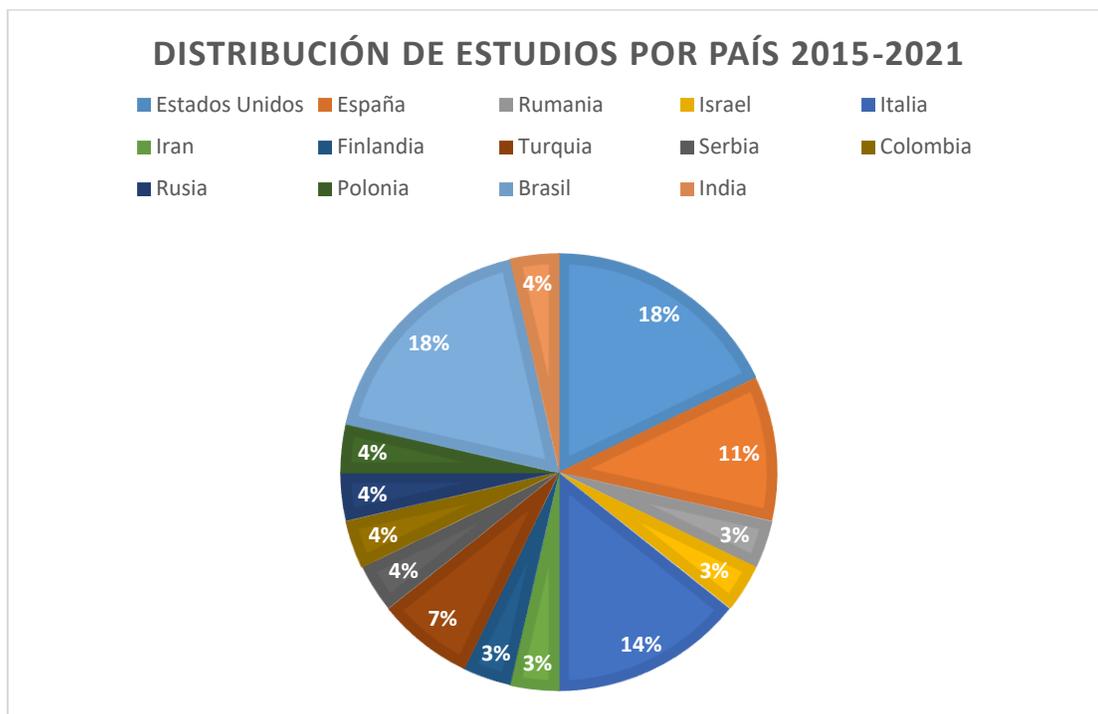
sentido es necesario evaluar la generación de estudios investigativos sobre la (DPM) y su difusión a nivel nacional, para garantizar su crecimiento y su publicación en revistas científicas.

La alta producción científica (96%) a nivel internacional o en otros países extranjeros se debe precisamente a lo contrario, es decir, a una mayor cultura de la investigación y la publicación, y a un interés generalizado en las miopatías como la (DPM). Lo que podría estar indicando que no existen muchas barreras o limitantes que impidan la financiación, por ejemplo, o la difusión de este tipo de estudios.

A continuación, puede observarse la distribución geográfica de las publicaciones. Figura 11.

Figura 11

Distribución de estudios por país 2015-2021



Fuente: Propia del autor

En lo que respecta a la distribución geográfica, la gráfica anterior permite establecer que los Estados Unidos y Brasil cuentan con 5 estudios investigativos cada uno, que representan el

(35%) del total, es decir, que son unos de los países que más artículos publicados tienen en el periodo estudiado. Estos resultados podrían deberse a que los Estados Unidos de América es el mayor productor mundial de carne avícola, con el 18% de la producción mundial (FAO, 2020). Teniendo en cuenta que la (DPM) es una enfermedad que le causa pérdidas económicas a esta industria, es comprensible que se hagan investigaciones con el objeto de no solo de describir la enfermedad, sino también de buscar soluciones que garanticen el bienestar animal, planteen posibles soluciones a la enfermedad y evitan las pérdidas que provoca. Seguidamente están los países pertenecientes a la Unión Europea como: Italia, (14%), España, (11 %), y Polonia, Finlandia y Rumania con un (4%), estos resultados pueden deberse a que los países miembros de la U.E son los mayores productores de carne a nivel mundial. Para el 2019 la U.E ocupaba el cuarto lugar a nivel mundial en materia de productividad y el tercer lugar en consumo de carne de pollo. (BCR, 2019).

Así mismo puede notarse que los estudios publicados en nuestro país son muy inferiores a los reportados por los demás países. A nivel latinoamericano, Brasil reporta el (18 %) mientras que Colombia el 4% del total. Lo cual podría deberse a que Brasil es el tercer país productor de pollo a nivel mundial. (FAO, 2020), lo que de alguna manera podría incidir en los intereses por parte de los investigadores y en las instituciones que se encargan de financiar los estudios. La producción científica en Colombia es muy inferior a la de los países comparados y eso estaría relacionado con una subestimación del problema que representa la (DPM) para la industria avícola nacional.

9 Discusión

Las investigaciones o literatura científica durante los últimos años en materia de prevención, son escasas, si se tiene en cuenta que la DPM es una enfermedad de importancia económica, por lo tanto, quedan en evidencia algunos vacíos al respecto. En este sentido urge que se desarrollen más estudios que brinden alternativas para minimizar los efectos de la DPM y a su vez mitigar las pérdidas económicas derivadas de las expropiaciones de canales o por rechazo de los consumidores. El poco número de publicaciones también podría estar asociado a los intereses de los grupos de investigación de las diferentes instituciones, los cuales pueden tener centrada su atención en las enfermedades conocidas como patologías emergentes, como la pechuga de madera, por ejemplo.

Este trabajo concuerda con el de Kato et al. (2020), en que los grupos de investigación de países como Italia, EEUU, Brasil, y Finlandia, son los que más han desarrollado y liderado trabajos investigativos para describir este tipo de miopatías, y a pesar de que aún son muy escasos los estudios sobre el particular, en especial en los últimos años, se resalta que muchos de ellos traten de entender por qué sucede, cómo sucede, y propongan alternativas que permitan prevenir, contrarrestar o eliminar los efectos negativos que traen consigo estas anomalías.

En lo que respecta con la distribución geográfica, se apreció que los artículos se originaron, principalmente, en regiones de Norte América, Europa y Asia. Tal es el caso de Estados Unidos, Italia, España, Finlandia, Turquía e Israel. Mientras que los artículos originados en Latinoamérica, tal es el caso de Brasil, fueron muy pocos. Una de las posibles razones que podría explicar el menor número de artículos publicados originarios de Latinoamérica con relación a los demás continentes, radicaría en que Europa, por ejemplo, es la segunda región con mayor exportación de pollo fresco/congelado, lo cual representa más de un cuarto del total mundial.

Un hallazgo importante son las pocas investigaciones (por no decir nulas), a nivel nacional. Esto podría deberse a que la DPM no representa un problema de salud pública, en este sentido el interés de académicos e investigadores podría estar centrado en otros temas que representen un problema de bienestar animal y salud pública, es decir, que mientras no sea un riesgo para la salud humana no se le concederá la importancia que tiene.

Respecto a los artículos de origen extranjero puede decirse que la gran mayoría se encontraron en bases de datos como: EBSCO, Science Direct, JSTOR, Dialnet. Unas de las bases de datos de texto completo multidisciplinar, más reconocidas a nivel mundial y las más populares entre los investigadores.

Las investigaciones científicas que se encontraron, van en diferentes direcciones, sin embargo, la mayoría tiene el objetivo de desarrollar análisis que eviten la aparición de la enfermedad, de ahí que algunas de ellas, por ejemplo, recomienden reconsiderar la manera en que la industria está manejando el tema de la selección genética o la selección intensiva. Así mismo se encontraron estudios similares entre sí que se centraron en la prevención de la DPM por medio del desarrollo de alimentos, sustancias o dietas que de alguna manera evitan la aparición de la enfermedad o la controlen.

En lo que respecta al análisis de los estudios, se pudo determinar que la mayoría de trabajos coinciden en que la DPM en pollos de engorde produce graves pérdidas económicas para la industria aviar. Igualmente, la gran parte de ellos concluyen en que su aparición está asociada con el rápido crecimiento, la producción o selección intensiva de pollos de engorde, en sí al progreso genético, ya que esto provoca una isquemia que obstruye las arterias craneales y pectorales resultando en una pérdida del suministro de sangre que conduce a unas lesiones

necróticas, aunque cabe anotar que buena parte de estos estudios también mencionan como posibles causas el aleteo, el estrés o el nerviosismo de los animales.

Al respecto muchas de las investigaciones objeto de estudio estiman indispensable que la industria empiece a tomar en cuenta aspectos como, la genética y su fuerte impacto en la calidad del producto, en este caso la pechuga que se ofrecerá al consumidor, ya que actualmente según estos trabajos las miopatías como la DPM están generando un impacto negativo en dicha calidad, afectando así notablemente el mercado de la carne de pollo, en este sentido el sentir de la mayoría de los investigadores versa sobre nuevas alternativas que permitan disminuir la incidencia de la enfermedad e igualmente la necesidad de seguir desarrollando estudios que llenen los vacíos que sobre esta miopatía aún se tienen.

Además, concuerdan en que hasta la actualidad no se ha desarrollado una cura para esta patología, y que no representa un problema de salud pública, ni un problema para la salud del animal.

En cuanto a los artículos excluidos de la presente revisión (Anexo 3), puede decirse que países como Estados Unidos o países de Europa, han sido los que más han venido desarrollando investigaciones sobre la DPM.

Este es el primer trabajo que analiza los artículos publicados que tratan sobre la Miopatía Pectoral Profunda (DPM), a nivel regional, estableciendo que hay un desequilibrio entre los indicadores a nivel nacional e internacional.

10 Conclusiones

La Miopatía Pectoral Profunda es una enfermedad de importancia económica en nuestro país, sin embargo, es de los temas menos estudiados.

La mayoría de estudios coinciden en que la genética del pollo de engorde moderno, es una de las causantes de la enfermedad.

También están de acuerdo en que la alimentación y la nutrición que reciben los pollos de engorde incide en la presencia de la enfermedad.

Así mismo coinciden en que el peso y la edad de las aves está relacionado con la aparición de la DPM.

Gran parte de los trabajos concuerdan en que la calidad de la carne se ve afectada por esta enfermedad, y por esto el producto no puede ser comercializado entero, lo que le genera grandes pérdidas económicas al sector.

Para prevenir la aparición de la enfermedad algunas de las investigaciones referenciadas tuvieron por objetivo de estudiar el efecto de diferentes dosis de selenio y vitamina E, o proponer suplementos nutricionales basados en maíz o sorgo sobre el rendimiento en vivo.

Otros de los estudios se concentraron en describir la enfermedad y sus características patológicas e histológicas y un número reducido a proponer mecanismos de detección como la Espectrofotometría y la Resonancia Magnética.

La búsqueda, recolección de datos e información científica sobre la DPM, facilita el acceso a la información recolectada, especialmente para quienes estén interesados en la investigación sobre esta enfermedad, ya que podrán localizar la documentación disponible *on line*, encontrar información resumida, ahorrar tiempo y se podrá principalmente sentar las bases sobre las que se podrían desarrollar nuevas investigaciones sobre la Miopatía Pectoral Profunda en nuestro país.

11 Recomendaciones

Es importante que se realicen más estudios sobre la miopatía pectoral profunda en pollos de engorde, especialmente a nivel nacional.

Si bien la DPM no es un problema para la salud pública, se recomienda desarrollar análisis que ahonden en el tema de las pérdidas económicas reales que esta enfermedad le genera a la industria nacional.

Es importante que se desarrollen más estudios sobre la DPM y su impacto organoléptico, como también investigaciones sobre el aspecto nutricional de los pollos de engorde.

También se recomienda realizar trabajos sobre dietas suplementarias que podrían ayudar a prevenir la aparición de la enfermedad.

Desde la academia se debe procurar despertar entre los investigadores y estudiantes más interés por esta enfermedad.

12 Prevención

Para prevenir la aparición de la Miopatía Pectoral Profunda en pollos de engorde se pueden tomar las siguientes medidas:

- Evitar el aleteo excesivo en las aves y no estresar o asustar a los animales
- Impedir el exceso de personal en los lugares donde están los animales, para evitar que se pongan nerviosos.
- Controlar el ruido dentro o cerca del lugar donde reposan las aves.
- Evitar la presencia de otros animales dentro de las instalaciones donde están los pollos.
- Evitar el exceso de iluminación dentro de la nave donde permanecen las aves.
- Procurar que la captura del animal se haga de una manera segura, para evitar el aleteo excesivo.
- Escoger personal capacitado y vehículos aptos para el transporte y procurar el paso de aire durante el viaje.
- Evitar que las aves permanezcan más de 6 horas dentro de los contenedores.
- Procurarse agua constante en la nave y durante el transporte para evitar deshidratación.
- Evitar las dietas concentradas y el exceso de vitaminas.

13 Bibliografía

Alarcón Vargas, Arley Duban. (2018). Miopatías en el Pollo de Engorde; Revisión Sistemática de Literatura. (Trabajo de grado, Universidad Cooperativa de Colombia).

https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/12053/1/2018_miopatias_pollo_engorde.pdf

Anton, P., Avendaño, S., Bailey, R., Bilgili, S., Canela, L., Corzo, A., Fancher, B., French, N., Nicholson, D., Pearson, D., Rossi, L., Thomson, A y Thomson, S. (2019). Miopatías del músculo de la pechuga (BMM). Aviagen. http://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Breast-Muscle-Myopathies-2019-ES.pdf

Avicultura. (2020). Claves de manejo para prevenir la enfermedad del músculo verde en pollos de engorde. <https://avicultura.com/claves-de-manejo-para-prevenir-la-enfermedad-del-musculo-verde-en-pollos-de-engorde/>

Badini Vieira, T., de Oliveira Almeida, D., Martínez,, Franco, R., Leal, C. y Tortelli, R. (2014). Aspectos anatomopatológicos da miopatia peitoral profunda em frangos de corte abatidos sob inspeção sanitária. *Revista Brasileira de Ciencia Veterinária*, 13 (3), pp, 144-146. <https://periodicos.uff.br/rbcv/article/view/7153/5435>

Baraldo del Cerro, J., de Almeida Filho, R. (2017). Miopatías pectorales en líneas de pollo modernas. (Trabajo de grado, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires).

<https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1447/Barraldo%20de%20Cerro%2C%20Juan.PDF?sequence=1&isAllowed=y>

Bailey, R. A., Souza, E., y Avendano, S. (2015). Characterising the Influence of Genetics on Breast Muscle Myopathies in Broiler Chickens. *Frontiers in physiology*, 11, 1041. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.01041>

BCR. Con fuerte aumento de la demanda china, la carne aviar marca récords de producción y comercio global. (2019). <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/con-fuerte>

Bilgili, S.F. y Hess, J. (2008). Enfermedad del Músculo Verde: pautas para disminuir su incidencia en los lotes de broilers. *Revista Rosch Tess*. 08 (48), pp, 1-18. <https://docplayer.es/23484918-Ross-tech-08-48-enfermedad-del-musculo-verde-pautas-para-disminuir-su-incidencia-en-los-lotes-de-broilers-marzo-2008.html>

Bohórquez Arévalo, V.D. (2014). Perspectiva de la producción avícola en Colombia. (Trabajo de grado, Universidad Militar Nueva Granada). <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/12149/AVICULTURA.pdf;jsessionid=2FE72A4D9BA2DDA833040C2CA1E87E5C?sequence=1>

Castellanos Calderón, O. E. (2017). Técnica para la detección de miopatía de pectoral profunda. *Magazine aviNews América Latina*. <https://avicultura.info/tecnica-la-deteccion-miopatia-pectoral-profundo/>

Chicaiza, O. D. (2009). Evaluación de la alimentación de los pollos de engorde con subproductos de la industria panadera y galletera. (Proyecto de grado, Escuela Politécnica Nacional de Quito). <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1865/1/CD-2440.pdf>

Cavalcanti, É. N. F., Giampietro-Ganeco, A., Mello, J. L., Fidelis, H. A., Oliveira, R. F., Pereira, M. R., ... & Borba, H. (2021). Breast meat quality of turkey breeder hens at disposal age affected by deep pectoral myopathy. *Poultry Science*, 101259. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579121002935>

CIDUNAE. Artículos originales. Definición y función del artículo científico original. (2018).

http://www.unae.edu.py/educacion/images/recursos/6_articulos_originales_CIDUNAE.pdf

Córdova, Noboa, H. A., Oviedo, Rondón, E. O., Sarsour, A. H., Barnes, J., Ferzola, P., Rademacher-Heilshorn, M., y Braun, U. (2018). Performance, meat quality, and pectoral myopathies of broilers fed either corn or sorghum based diets supplemented with guanidinoacetic acid. *Poultry Science*, 97(7), 2479-2493.

<https://doi.org/10.3382/ps/pey096>

De Almeida Assunção, A. S., Garcia, R. G., Komiyama, C. M., & Martins, R. A. (2020). Anormalidades musculares emergentes no músculo Pectoralis major de frangos de corte-revisão. *Research, Society and Development*, 9(3), 1-19.

<https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/2775/2095>

Dickinson EM., Stevens JO., Helfer DH (1968) A degenerative myopathy in turkeys. *Proceedings 17th. Western Poultry Disease Conference* 7.

Dos Santos, D. D. A., Ribeiro, L. F. (2021). Classificação e Monitoramento De Miopatias Em Carcaças De Frango Em Abatedouro. *Revista GeTeC*, 10(29).

<http://www.fucamp.edu.br/editora/index.php/getec/article/view/2405>

Fao. Producción y productos avícolas. (2020). <http://www.fao.org/poultry-production-products/production/es/#:~:text=Los%20Estados%20Unidos%20de%20Am%C3%A9rica,y%20la%20Federaci%C3%B3n%20de%20Rusia>.

Fenavi. (2020). Estadísticas del sector. Consumo per cápita.

<https://fenavi.org/informacion-estadistica/>

Fito, P., Colon, R., Castro, M., Herrero, V., Monzó, J. M., Traffano, M. V. y Tebar Á. (2017). Aparato y método de detección de daño producido por la miopatía del pectoral

profundo en aves. W P O I P C T. 10, pp, 1-23.

<https://patentimages.storage.googleapis.com/a7/45/ed/5d9ff4a816af47/WO2017125633A1.pdf>

Folegatti, E., Martínez, A. Ricardo. (2015). Degeneraciones musculares y calidad de pechuga de pollo. DSM Nutritional Products. https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/2679_12.%20folegatti.pdf

Freire Cavalcanti, Érika Nayara. (2018). Qualidade da carne de peito de matrizes de Peru em idade de descarte acometidas pela miopatia peitoral profunda. (Trabajo de grado, Universidad estatal Paulista). https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/157056/cavalcanti_enf_me_jabo.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Gratta, F., Birolo, M., Sacchetto, R., Radaelli, G., Xiccato, G., Ballarin, C., ... & Trocino, A. (2019). Effect of feed restriction timing on live performance, breast myopathy occurrence, and muscle fiber degeneration in 2 broiler chicken genetic lines. *Poultry science*, 98(11), 5465-5476. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119457519>

Harikrishnan, S., y Shaji, V. S. (2020). Incidence of green coloured broiler meat from a market in Calicut district of Kerala. *The pharma journal*, 9 (9), 57-58. <http://www.thepharmajournal.com/archives/2020/vol9issue9S/PartB/S-9-9-24-998.pdf>

Harper, J. A., Bernier, P. E., Stevens, J. O., & Dickinson, E. M. (1969, January). Degenerative myopathy in domestic turkey. In *Poultry Science*. 48 (5), pp. 1816.

Harper JA, Bernier PE, Helfer DH, Schmitz JA. Miopatía degenerativa del músculo pectoral profundo en el pavo. *El diario de la herencia*. 1975 noviembre-diciembre; 66 (6): 362-366. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.jhered.a108648>

Huang, X. y Ahn, Du. (2018). The Incidence of Muscle Abnormalities in Broiler Breast Meat - A Review. *Korean J Food Sci Anim Resour*. 38 (5), 835–850. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2018.e2>

Industria Avícola. (2020). Evolución de la producción nacional de pollos de engorde 2015-2019, millones de pollos. <https://www.industriaavicola-digital.com/industriaavicola/april2020/MobilePagedArticle.action?articleId=1573915#articleId1573915>

Industria Avícola. (2020). Productores líderes de pollos de engorde 2019. <https://www.industriaavicola-digital.com/industriaavicola/april2020/MobilePagedArticle.action?articleId=1573918#articleId1573918>

Jojkic, Z., Stojanovic, S., Zikic, D., Bjedov, S., Milosevic, V., Miler, M., y Uscebrka, G. (2018). Jojkic, Z., Stojanovic, S., Zikic, D., Bjedov, S., Milosevic, V., Miler, M., y Uscebrka, G. Determination of the Stages of Deep Pectoral Myopathy Induced in Broilers Fed with Supplemental Coenzyme Q10. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 24(6), 859–865. <https://doi-org.banrep.basesdedatosezproxy.com/10.9775/kvfd.2018.20103>

Kaczmarek, Anna y Stangierski, Jerzy (2009). Occurrence and characteristics of chicken breast muscles with DPM symptoms. *Medycyna weterynaryjna* 65(7):466-471.

https://www.researchgate.net/publication/257431186_Occurrence_and_characteristics_of_chicken_breast_muscles_with_DPM_symptoms

Kato, T., Seixas, T. S., Dias, L. F., Coró, F. A. G., & Pedrão, M. R. (2020). Biochemical and technological view of broiler chicken meat with pectoral. *Ciencia rural*, 50(11), 11. <https://www.scielo.br/pdf/cr/v50n11/1678-4596-cr-50-11-e20190991.pdf>

Kijowski, J., y Kupińska, E. (2012). Induction of DPM changes in broiler chickens and characteristics of myopathy symptoms. *Journal of Veterinary Research*, 56(2), 217-223. <https://sciendo.com/pdf/10.2478/v10213-012-0039-8>

Lien, R.; Bilgili, S.F y Hess. J.B. (2013). La "Enfermedad del músculo Verde" en los pollos. *Revista Selecciones Avícolas*, 55 (9): 20-21. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4854785>

Maiorano, G. (2017). Meat defects and emergent muscle myopathies in broiler chickens: Implications for the modern poultry industry. *Sci Ann Pol Soc Anim Prod*, 13, 43-51. <http://rn.ptz.icm.edu.pl/wp-content/uploads/2017/03/Maiorano-ang..pdf>

Meloche, K. J., Fancher, B. I., Emmerson, D. A., Bilgili, S. F., y Dozier III, W. A. (2018). Effects of reduced digestible lysine density on myopathies of the Pectoralis major muscles in broiler chickens at 48 and 62 days of age. *Poultry science*, 97(9), 3311-3324. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119308788>

Oliveira, R. F. D., Mello, J. L. M. D., Ferrari, F. B., Souza, R. A. D., Pereira, M. R., Cavalcanti, E. N. F., ... & Borba, H. (2021). Effect of Aging on the Quality of Breast Meat from Broilers Affected by Wooden Breast Myopathy. *Animals*, 11(7), 1960. <https://www.mdpi.com/2076-2615/11/7/1960>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2013).

Revisión del desarrollo avícola. <http://www.fao.org/3/a-i3531s.pdf>

Ozmen, O. (2017). Pathological Examination of Deep Pectoral Myopathy in House Reared Broilers. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 23(5), 831–834. <https://doi-org.banrep.basesdedatosezproxy.com/10.9775/kvfd.2017.17989>

Page, R.K. and O.J. Fletcher. 1975. Myopathy of the deep pectoral muscle in broiler breeder hens. *Avian Dis.* 19:814-821. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1200952/>

Pajohi-alamoti, m., Khaledian, s. & Mohammadi, m. Study of green muscle disease in some condemned broiler chicken from Iran. *Comp Clin Pathol* 25, 1193–1196 (2016). <https://doi.org/10.1007/s00580-016-2327-9>

Petracci, M y Cavani, C. (2012). Muscle growth and poultry meat quality issues. *Nutrients*, 4(1), 1–12. <https://doi.org/10.3390/nu4010001>

Petracci, M., Soglia, F., & Berri, C. (2017). Muscle metabolism and meat quality abnormalities. In *Poultry Quality Evaluation* (pp. 51-75). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100763-1.00003-9>

Poultry and Fish. (2016). Deep Pectoral Myopathy in Broilers in Israel – A Case Report *Israel Journal of Veterinary Medicine*, 71(1), 72–76. <http://search.ebscohost.com.banrep.basesdedatosezproxy.com/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=115594063&site=ehost-live>.

Radaelli G, Piccirillo A, Birolo M, Bertotto D, Gratta F, Ballarin C, Vascellari M, Xiccato G, Trocino A. (2017). Effect of age on the occurrence of muscle fiber degeneration associated with myopathies in broiler chickens submitted to feed restriction. *Poult Sci.* 96(2) 309-319. <https://doi.org/10.3382/ps/pew270>

Richardson, J.A., J. Burgener, R.W. Winterfield and A.S. Dhillon. 1980. Deep pectoral myopathy in seven-week-old broiler chickens. *Avian Dis.* 24:1054-1059.

<https://www.jstor.org/stable/1589983>

Soglia, F., Laghi, L., Canonico, L., Cavani, C., y Petracchi, M. (2016). Functional property issues in broiler breast meat related to emerging muscle abnormalities. *Food Research International*, 89, 1071-1076.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996916301892>

Stancu, A., Olariu-Jurca, I., Olariu-Jurca, A., Claudia Sala, A. M., Pentea, M., & Imre, K. (2015). Deep pectoral myopathy (Green muscle disease) in a household reared and slaughtered broiler chicken-A case study. *Lucrari Stin Med Vet*, 48(1), 183-187.

<https://www.usab->

[tm.ro/utilizatori/medicinaveterinara/file/simpozion%202015/VOL_%20XLVIII-1_2015_Complete.pdf#page=179](https://www.usab-tm.ro/utilizatori/medicinaveterinara/file/simpozion%202015/VOL_%20XLVIII-1_2015_Complete.pdf#page=179)

Stangierski, J., Tomaszewska-Gras, J., Baranowska, H. M., Krzywdzińska-Bartkowiak, M., & Konieczny, P. (2019). The effect of deep pectoral myopathy on the properties of broiler chicken muscles characterised by selected instrumental techniques. *European Food Research and Technology*, 245(2), 459-467.

<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00217-018-3177-2.pdf>

Semenova, A. A., Kuznetsova, T. G., Nasonova, V. V., Nekrasov, R. V., y Bogolyubova, N. V. (2019). Myopathy as a destabilizing factor of meat quality formation. *Theory and practice of meat processing*, 4(3), 24-31.

<https://www.meatjournal.ru/jour/article/view/121/189>

Siller, Walter G. (1984). Deep Pectoral Myopathy: A Penalty of Successful Selection for Muscle Growth. Agricultural and Food Research Council, Poultry Research Centre. (64), 1591-1595. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119469241>

Sihvo, H. K. (2019). Pathology of Wooden Breast Myopathy in Broiler Chickens. Master's thesis, University of Helsinki, Helsinki.

Traffano Schiffo, MV. (2017). Espectrofotometría de baja frecuencia aplicada a sistemas alimentarios (Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia) <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/90441>

Traffano-Schiffo, M. V., Chuquizuta, T., Castro-Giraldez, M., & Fito, P. J. (2021). Development of a methodology to categorize poultry meat affected by deep pectoral myopathy. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(3), e15226. <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jfpp.15226>

Velleman, S. (2015). Relationship of Skeletal Muscle Development and Growth to Breast Muscle Myopathies: A Review. *Avian Diseases*, 59(4), 525-531. <https://www-jstor-org.banrep.basesdedatosezproxy.com/stable/26431569>

Yalcin, S., Şahin, K., Tuzcu, M., Bilgen, G. Ü. L. D. E. H. E. N., Özkan, S. E. Z. E. N., Izzetoğlu, G. T., & Işık, R. (2019). Muscle structure and gene expression in pectoralis major muscle in response to deep pectoral myopathy induction in fast-and slow-growing commercial broilers. *British poultry science*, 60(3), 195-201. <https://doi.org/10.1080/00071668.2018.1430351>

Zampiga Marco, S. F., Baldi G., Petracchi M., Strasburg G. M., Sirri F. (2020). Muscle Abnormalities and Meat Quality Consequences in Modern Turkey Hybrids. *Frontiers in Physiology*, 11:554, <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00554>

14 Anexos

Anexo 1. Base de datos de la presente revisión 2015-2021

Título original	Autor (es)	País y/o ciudad	Año	Objetivo	Palabras clave	Revista, base de datos, Institución.	Tipo de artículo
-----------------	------------	-----------------	-----	----------	----------------	--------------------------------------	------------------

Degeneraciones musculares y calidad de pechuga de pollo.	Folegatti, Elisa; Martínez, Alesón y Sanz, Ricardo	España	2015	Estudiar la problemática actual de las lesiones de la musculatura pectoral, lesiones degenerativas de la pechuga del pollo, que afectan a su aspecto y calidad.	Miopatías, pollos de engorde.	Biblioteca digital de Veterinaria Universidad Autónoma de Barcelona	Revisión
The Role of Lymph Nodes Pathological Lesions in Assessing the Evolution of Respiratory prrs Syndrome.	Stancu, A., Olariu, Jurca, I., Olariu, Jurca, A., Pentea, M., y Fluerasu, L.	Rumanía	2015	Describir un caso de miopatía pectoral profunda en un pollo de engorde, criado en condiciones de traspatio para ofrecer información importante en el reconocimiento de la enfermedad especialmente para el consumidor.	Miopatía, pectoral en pollos de engorde	Revista científica de Veterinaria de la Universidad de Ciencias Agrícolas y Medicina Veterinaria "King Michael I" de Rumania	Estudio de caso
Relationship of Skeletal Muscle Development and Growth to Breast Muscle Myopathies: A Review	Velleman, Sandra.	Estados Unidos	2015	Analizar la manera en que las miopatías en pollos de engorde, generan cambios en los mecanismos de crecimiento muscular y en el desarrollo celular del músculo de la pechuga	Miopatías, broilers, sistema muscular.	Base de datos: BioOne Revista Avian Diseases	Revisión
Characterising the Influence of Genetics on Breast Muscle Myopathies in Broiler Chickens.	Bailey, R. A., Souza, E., y Avendano, S.	Tennessee (Estados Unidos)	2015	Establecer una relación entre la base genética de todas las miopatías del músculo de la pechuga y el peso corporal y el rendimiento de la pechuga.	Pollo de engorde, músculo de la pechuga, calidad de la carne, miopatía, heredabilidad, genética, reproducción	Base de datos: Medline. Revista Frontiers in Physiology	Original
Deep Pectoral Myopathy in Broilers in Israel – A Case Report	Sin autor	Israel	2016	Describir las características patológicas de una miopatía bilateral de los músculos pectorales profundos en pollos de engorde.	Miopatía pectoral profunda, Broilers, Raza Roos,	Base de datos: Ebscohost. Revista: Israel Journal of Veterinary Medicine., Poultry and Fish.	Original
Functional property issues in broiler breast meat related to emerging muscle abnormalities	Soglia, F., Laghi, L., Canonico, L., Cavani, C., y Petracci, M	Italia	2016	Evaluar el efecto de las anomalías provocados por las miopatías sobre los principales rasgos de composición, oxidación de lípidos y proteínas y el estado fisicoquímico del agua evaluado por	Miopatías, Composición, Oxidación y Estado hídrico	Base de datos: sciencedirect Revista: Food Research International	Original

				resonancia magnética nuclear.			
Study of green muscle disease in some condemned broiler chicken from Iran	Pajohi-alamoti, m., Khaledian, s. y Mohammadi, m.	Irán	2016	Determinar la incidencia de la enfermedad del músculo verde (enfermedad de Oregón) en pollos de engorde sacrificados del oeste de Irán	Enfermedad del músculo verde, Pollos de engorde, Irán	Base de datos Springer link Revista: Comparative Clinical Pathology	Original
Effect of age on the occurrence of muscle fiber degeneration associated with myopathies in broiler chickens submitted to feed restriction.	Radaelli G, Piccirillo A, Birolo M, Bertotto D, Gratta F, Ballarin C, Vascellari M, Xiccato G, Trocino A	Italia	2017	Evaluar los cambios histológicos e inmunohistoquímicos a diferentes edades (14, 21, 28, 35 y 46 d) asociados a la ocurrencia de miopatías en las fibras musculares pectorales mayores de pollos pertenecientes a 2 líneas genéticas, de ambos sexos, alimentados ad libitum y con una tasa restringida durante el primer período de crecimiento (de 13 a 21 d de edad)	Miopatías, género, genotipo, histología, poptosis	Base de datos: sciencedirect Revista: Poultry Science	Original
Pathological Examination of Deep Pectoral Myopathy in House Reared Broilers.	Ozmen, O.	Turquía	2017	Investigar los hallazgos macroscópicos y microscópicos en una parvada de pollos de engorde criados en casa con DPM.	Miopatía pectoral profunda (DPM), patología, pollos de engorde	Base de datos: Ebscohost. Revista: Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi	Original
Muscle Metabolism and Meat Quality Abnormalities	Petracci, M., Soglia, F., & Berri, C.	Italia	2017	Evaluar las consecuencias de la selección genética en los rasgos musculares y describir la relevancia y los efectos de las principales anomalías de la mama, en las características nutricionales, tecnológicas y sensoriales de la carne.	Crecimiento muscular metabolismo muscular anomalías calidad de la carne PSEDFD miopatía pectoral profunda rayas blancas pechugas de madera carne de espagueti	Base de datos: sciencedirect Revista Poultry Quality Evaluation	Original
Muscle structure and gene expression in <i>pectoralis major</i> muscle in response to deep pectoral myopathy induction in fast- and slow-growing	Yalcin S, Şahin K, Tuzcu M, Bilgen G, Özkan S, Izzetoğlu GT, Işik R	Turquía	2018	Determinar la estructura muscular y la expresión génica en el músculo pectoral mayor (p. mayor) de pollos de engorde en respuesta a la inducción de la	Pollo de engorde, miopatía pectoral profunda, fibra, gen de expresión, músculo	Revista: British Poultry Science	Original

commercial broilers				miopatía pectoral profunda (DPM).			
The Incidence of Muscle Abnormalities in Broiler Breast Meat - A Review.	Huang, X. y Ahn, Du.	Iowa Estados Unidos	2018	Analizar las características histopatológicas y los cambios bioquímicos en los músculos de la mama con énfasis en las anomalías emergentes.	pollos de engorde, anomalías musculares, características histopatológicas, cambios bioquímicos, calidad de la carne	Base de datos Medline Revista: Korean J Food Sci Anim Resour.	Revisión
Determination of the Stages of Deep Pectoral Myopathy Induced in Broilers Fed with Supplemental Coenzyme Q10	Jojkic, Z., Stojanovic, S., Zikic, D., Bjedov, S., Milosevic, V., Miler, M., y Uscebrka, G.	Serbia	2018	Examinar las características estructurales y la incidencia de las diferentes etapas de la miopatía pectoral profunda (DPM) que fue inducida en pollos de engorde. alimentados con una dieta <i>suplementada</i> con coenzima Q10 (CoQ10).	Miopatía pectoral profunda, coenzima Q	Base de datos: Ebscohost. Revista: Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi	Original
Performance, meat quality, and pectoral myopathies of broilers fed either corn or sorghum based diets supplemented with guanidinoacetic acid	Córdova, Noboa, H. A., Oviedo, Rondón, E. O., Sarsour, A. H., Barnes, J., Ferzola, P., Rademacher-Heilshorn, M., y Braun, U.	Carolina del norte (Estados Unidos)	2018	Evaluar los efectos de la suplementación con GAA en dietas basadas en maíz o sorgo sobre el rendimiento en vivo, los rendimientos en canal y troceado, la calidad de la carne y las miopatías pectorales.	Ácido guanidinoacético, maíz, sorgo, Broiler,	Base de datos: Sciencedirect Revista: Poultry Science	Original
Effects of reduced digestible lysine density on myopathies of the Pectoralis major muscles in broiler chickens at 48 and 62 days of age	Meloche, K. J., Fancher, B. I., Emmerson, D. A., Bilgili, S. F., y Dozier III, W. A.	Alabama (Estados Unidos)	2018	Evaluar la manera en que el control cuantitativo de la ingesta de nutrientes puede disminuir la incidencia de miopatías.	Miopatías, Broilers, Lisina.	Base de datos: Sciencedirect Revista: Poultry Science	Original
Espectrofotometría de baja frecuencia aplicada a sistemas alimentarios	Traffano Schiffo, MV.	Valencia (España)	2018	Desarrollar una herramienta espectrofotométrica de monitorización y tratamiento para la optimización de procesos productivos pueden suponer un gran avance para la industria agroalimentaria.	Espectrofotometría, Resonancia Magnética Nuclear, encapsulación, deshidratación Osmótica, Miopatía del Pectoral Profundo.	Universidad Politécnica de Valencia	Tesis doctoral
Miopatías en el Pollo de Engorde; Revisión Sistemática de Literatura.	Alarcón Vargas, Arley Duban	Bucaramanga (Colombia)	2018	Realizar una revisión sistemática de literatura para conocer las diferentes miopatías en el pollo	Incidencia, músculo, salud pública, selección genética.	Universidad Cooperativa de Colombia	Trabajo de grado

				de engorde, las atribuciones de su causa y las alteraciones que genera la enfermedad			
Effect of feed restriction timing on live performance, breast myopathy occurrence, and muscle fiber degeneration in 2 broiler chicken genetic lines	Gratta, F., Birolo, M., Sacchetto, R., Radaelli, G., Xiccato, G., Ballarin, C y Trocino, A.	Padova (Italia)	2019	Evaluar si la alimentación de pollos de engorde ad libitum o en una tasa restringida durante el crecimiento temprano (13 a 23 D de edad) o tardío (27 a 37 D de edad) puede afectar el rendimiento, el sacrificio y las características de la canal, la carne, su calidad y tasas de miopatías en pollos machos pertenecientes a 2 líneas genéticas diferentes.	calidad de la carne, degeneración de las fibras musculares, factor de crecimiento, miopatías	Base de datos: Sciencedirect Revista: Poultry Science	Original
Myopathy as a destabilizing factor of meat quality formation	Semenova, A. A., Kuznetsova, T. G., Nasonova, V. V., Nekrasov, R. V., y Bogolyubova, N. V.	Rusia	2019	Realizar una revisión sobre miopatías de aves de corral, y examinar la relación entre el rápido crecimiento del tejido muscular en cerdos híbridos, pollos de engorde y pavos, y la alta frecuencia de detección de miopatías.	calidad de la carne, cerdo, carne de ave, tejido muscular, miopatía, lesiones de fibras musculares, estrés, miopatía nutricional, selenio, vitamina E	Revista: Theory and practice of meat processing	Revisión
Pathology of Wooden Breast Myopathy in Broiler Chickens.	Sihvo, H. K.	Helsinki (Finlandia)	2019	Describe la morfología crónica de la pechuga de madera y otras miopatías.	Patología veterinaria, miopatías, pechuga de madera	Universidad de Helsinki	Revisión
The effect of deep pectoral myopathy on the properties of broiler chicken muscles characterised by selected instrumental techniques	Stangierski, J., Tomaszewska-Gras, J., Baranowska, H. M., Krzywdzińska-Bartkowiak, M., & Konieczny, P	Polonia	2019	Analizar el efecto que la miopatía pectoral profunda, tiene sobre las propiedades de los músculos de los pollos de engorde, a través, de técnicas instrumentales seleccionadas.	Músculo de la pechuga de pollo, Miopatía pectoral profunda, Análisis de imágenes por computadora, Escaneo diferencial Calorimetría, Resonancia magnética nuclear de campo bajo.	Revista European Food Research and Technology	Original
Anormalidades musculares emergentes no músculo Pectoralis major de frangos de corte-revisão.	De Almeida Assunção, A. S., Garcia, R. G., Komiyama, C. M., y Martins, R. A.	Brasil	2020	Estudiar las características cualitativas de las fibras musculares cármicas, químicas y morfológicas de las principales miopatías verificadas en la línea de sacrificio de pollos	Colágeno; Histología; Lesiones musculares; Miopatía	Base de datos: Jstor Revista: Research, Society and Development,	Revisión

				de engorde en los últimos años.			
Biochemical and technological view of broiler chicken meat with pectoral	Talita Kato, Talita Sborchia Seixas, Lucia Felicidade Dias, Fabio Augusto García Coró, Mayka Reghiany Pedrão	Brasil	2020	Analizar los cambios bioquímicos y tecnológicos en las aves de corral con anomalías pectorales, y cómo esto afecta la calidad de la carne.	Miopatías, proteasas, oxidación, calidad de la carne	Base de datos: Dialnet Revista: Ciencia Rural, Santa María	Revisión
Incidence of green coloured broiler meat from a market	Harikrishnan, S., y Shaji, V. S.	India	2020	Reportar la incidencia de carne de pollo de color verde en el mercado de carne Nadakkavu.	Enfermedad del músculo verde, necrosis, atrofia	Revista: The pharma journal,	Reporte de caso.
Breast meat quality of turkey breeder hens at disposal age affected by deep pectoral myopathy	Erika Nayara Freire Cavalcanti, Aline Giampietro-Ganeco, Juliana L.M. Mello, Heloisa A. Fidelis, Rodrigo F. Oliveira, Mateus R. Pereira, Erick A. Villegas-Cayllahua, Rodrigo A. Souza, Pedro A. Souza, Hirasilva Borba	Brasil	2021	Examinar la calidad de la carne de la pechuga de gallinas reproductoras de pavo	Músculo verde, enfermedad de Oregon, músculo pectoral menor, pectoral profundo miopatía	Revista: Poultry Science	Original
Effect of Aging on the Quality of Breast Meat from Broilers Affected by Wooden Breast Myopathy	Rodrigo Fortunato de Oliveira, Juliana Lolli Malagoli de Mello, Fábio Borba Ferrari, Rodrigo Alves de Souza, Mateus Roberto Pereira, Erika Nayara Freire Cavalcanti, Erick Alonso Villegas-Cayllahua, Heloisa de Almeida Fidelis, Aline Giampietro-Ganeco, Maísa Santos Fávero, Pedro Alves de Souza y Hirasilva Borba	Brasil	2021	Evaluar los efectos del envejecimiento sobre la calidad de la carne de pechuga de pollos de engorde afectado por la pechuga de madera.	Composición química; carne de pechuga de pollo; calidad de la carne; anomalías musculares; miodegeneración; músculo pectoral mayor; blandura; sensibilidad	Revista: Animals	Original

Development of a methodology to categorize poultry meat affected by deep pectoral myopathy	Maria Victoria Traffano-Schiffio ¹ , Tony Chuquizuta, Marta Castro-Giraldez, Pedro J. Fito	España	2021	Desarrollar una metodología científica para determinar el nivel de daño en las pechugas de aves de corral afectado por DPM.	DPM, pollos de engorde, hemorragias, coágulos de sangre y necrosis	Revista: Food Process Preservation	Original
Classificação e monitoramento de Miopatias em carcaças de frango em abatedouro	Duane de Almeida dos Santos y Laryssa Freitas Ribeiro	Brasil	2021	Implementar procesos de clasificación y seguimiento de miopatías en un matadero de aves de corral,	Miopatía dorsal, Miopatía pectoral, Pecho leñoso, Rayas blancas.	Revista: Getec	Original

Fuente: propia del autor

Anexo 2. Base de datos de la presente revisión, con una perspectiva histórica

A degenerative myopathy in turkeys.	Dickinson EM, Stephens JO, Heiler D.	Oregón (Estados Unidos)	1968	Describir y caracterizar la miopatía degenerativa del músculo pectoral en pavos	miopatía degenerativa, pavos, Oregón	Revista: Proceedings of 17th Western Poultry Disease Conference	Original
Degenerative myopathy in the domestic turkey	J.A. Harper, E. Bernier, J.O. Stevens, E.M. Dickinson	Oregón (Estados Unidos)	1969	Describir la Miopatía degenerativa del músculo pectoral en pavos	Miopatía degenerativa, pavo doméstico, tejido necrótico	Revista: In Poultry Science	Original
Degenerative myopathy of the deep pectoral muscle in the turkey.	Harper JA, Bernier PE, Helfer DH, J A Schmitz	Oregón (Estados Unidos)	1975	Describir la Miopatía degenerativa del músculo pectoral en pavos	Miopatía degenerativa, pavo doméstico, tejido necrótico	Revista: Journal of Heredity	Original
Myopathy of the Deep Pectoral Muscle in Broiler Breeder Hens	Page, R. K., y Fletcher, O. J.	Georgia (Estados Unidos)	1975	Describir la miopatía pectoral profunda, en de 5 bandadas de gallinas reproductoras de engorde.	Miopatía pectoral profunda, gallinas reproductoras, vitamina E y Selenio	Base de datos: Jstor Revista: Avian Diseases	Original
Deep pectoral myopathy in seven-week-	Richardson, J.A., J. Burgener, R.W.	Indiana (Estados Unidos)	1980	Informar sobre la incidencia,	Miopatía pectoral profunda,	Base de datos: Jstor	Reporte de caso

old broiler chickens	Winterfield and A.S. Dhillon			así como la apariencia macroscópica y microscópica de la miopatía pectoral profunda en una bandada de pollos de engorde de 7 semanas de edad	pollos de engorde,	Revista: Avian Diseases	
----------------------	------------------------------	--	--	--	--------------------	-------------------------	--

Anexo 3 Base de datos de los artículos excluidos en esta revisión

Título original	Autor (es)	País y/o ciudad	Año	Objetivo	Palabras clave	Revista, base de datos, Institución.	Tipo de Publicación
Impact of genetic selection on skeletal muscle in meat-type poultry.	Santiago, H. L	Virginia Estados Unidos	2001	Describir brevemente la relación entre el progreso genético en pollos y su incidencia en el sistema muscular esquelético de	Progreso genético, miopatía pectoral profunda, degeneración muscular.	Polytechnic Institute	Resumen
Incidence of deep pectoral myopathy in broiler chickens.	Bianchi, M., Betti, M., Manfreda, G., Petracci, M., Spignoli, S., & Taffetani, L.	Italia	2004	Determinar la incidencia de miopatía pectoral profunda (DPM) en pollos de engorde criados en condiciones intensivas	pollos de engorde, miopatía pectoral profunda, selección intensiva	Atti della Società Italiana delle Scienze Veterinarie (Italy).	Original
Deep Pectoral Myopathy (DPM) in broiler chickens	Georgopoulou, I., Bougiouklis, P., Iordanidis, P., y Lekkas, S.	Grecia	2005	Describir la miopatía muscular profunda, en canales de pollos de engorde de 7-8 semanas de varios	Miopatía; pollos de engorde; histopatología	Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society	Original

				regiones del país			
Genetic selection in turkeys and broilers and their impact on health conditions	Hafez, H. M., & Hauck, R	Berlín Alemania	2005	Describir la manera en que la selección genética afecta la salud de los animales	Progreso genético, salud y bienestar animal	European Poultry Genetics Symposium, Dubrovnik, Croatia	Ensayo
Dietary tryptophan need of broiler males from forty-two to fifty-six days of age.	Corzo, A., Moran Jr, E. T., Hoehler, D., & Lemmell, A.	Estados Unidos	2005	Estudiar las necesidades de triptófano de pollos de engorde machos de 42 a 56 días de edad	Requerimiento de aminoácidos triptófano en canal de pollos de engorde	Poultry Science	Original
The occurrence of deep pectoral myopathy in roaster chickens	Bianchi, M., Petracci, M., Franchini, A., & Cavani, C.	Italia	2006	Determinar la incidencia de miopatía pectoral profunda (DPM) en pollos machos criados en condiciones intensivas, procesados a diferentes edades (de 47 a 65 días de edad), y pertenecientes a 2 genotipos comerciales (Ross 508 y Cobb 500)	Pollo miopatía pectoral profunda genotipo	Poultry science,	Original
Dietary lysine needs of late-developing heavy broilers.	Corzo, A., Dozier 3rd, W. A., y Kidd, M. T.	Estados Unidos	2006	Examinar la suplementación con Lys desde un nivel deficiente hasta un nivel excesivo para pollos de engorde de alto rendimiento entre 42 y 56 días de edad.	Aminoácidos rendimiento de mama parrilla lisina	Poultry Science	Original

Degenerative myopathy of the supracoracoideus (DMS) in turkeys and broiler chickens, Review.	Song, H. J., Lee, M. W., Ryu, K. S., y Jang, H. K.	Korea	2008	Evaluar la incidencia de la DPM en pollos comerciales de engorde	Miopatía pectoral profunda (DPM); Miopatía degenerativa; Aves en crecimiento de tipo carne (pavos, pollos de engorde); Enfermedad del músculo verde	Korean Journal of Veterinary Service	Original
Green muscle disease. Reducing the incidence in broiler flock.	Bilgili, S. F., y Hess, J	Estados Unidos	2008	Describir la DPM	Miopatía pectoral profunda, pollos de engorde, incidencia	Ross Tech	Artículo técnico
Deep pectoral myopathy in broiler chickens.	Kijowski, J., y Konstańczak, M. A. Ł. G. O. R. Z. A. T. A.	Polonia	2009	Examinar los síntomas de DPM en la parte centro-occidental de Polonia, y analizar la influencia de factores, como la edad y peso de las aves, que pueden afectar la frecuencia de la anomalía	Pollo de engorde, miopatía pectoral profunda, músculos, patología, color, textura.	Bull. Vet. Inst. Pulawy	Original
Deep pectoral myopathy: prevalence in 7 weeks old broiler chickens in Bulgaria	Dinev, I., & Kanakov, D.	Bulgaria	2011	Investigar la prevalencia de DPM (miopatía pectoral profunda) en pollos de engorde jóvenes según su peso vivo durante la inspección del sacrificio.	Miopatía pectoral profunda, pollos de engorde, Bulgaria, histología, reacción inflamatoria aguda, músculo necrosis	Revue de Médecine Vétérinaire	Original
Induction of deep pectoral myopathy in broiler chickens via encouraged wing flapping	Lien, R. J., Bilgili, S. F., Hess, J. B., & Joiner, K. S.	Alabama Estados Unidos	2012	Investigar el uso de una técnica simple y estandarizada de aleteo para inducir DPM en pollos de engorde	Pollos de engorde, miopatía pectoral profunda, estimulación de el aleteo de las alas	Journal of Applied Poultry Research	Original

<p>Avian infectious bronchitis and deep pectoral myopathy—A case control study</p>	<p>Almeida, D. O., Tortelly, R., Nascimento, E. R., Chagas, M. A., Khan, M. I., & Pereira, V. L. A</p>	<p>Brasil</p>	<p>2012</p>	<p>Estudiar la relación entre la miopatía pectoral profunda y el IBV mediante la descripción de lesiones traqueales y musculares y la comparación de la frecuencia de detección del IBV mediante PCR con transcripción inversa (RT) en muestras de amígdalas cecales, traqueales y musculares de pollos de engorde con y sin miopatía.</p>	<p>bronquitis infecciosa miopatía pectoral profunda reacción en cadena de la polimerasa con transcripción inversa</p>	<p>Poultry science</p>	<p>Original</p>
<p>Induction of DPM changes in broiler chickens and characteristics of myopathy symptoms.</p>	<p>Kijowski, J., y Kupańska, E.</p>	<p>Polonia</p>	<p>2012</p>	<p>Verificar o confirmar la hipótesis de que DPM de los músculos pectorales menores en pollos de engorde mantenidos bajo un manejo estándar en Polonia pueden haber sido inducidas por aleteo forzado de alas en aves experimentales</p>	<p>pollos de engorde, miopatía pectoral profunda, estrés, aleteo.</p>	<p>Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy</p>	<p>Original</p>
<p>Vacunas intramusculares. Miopatía pectoral, miopatía pectoral postvacunal.</p>	<p>Bernardo Mejía Arango.</p>	<p>Colombia</p>	<p>2012</p>	<p>Establecer la frecuencia de afecciones de los músculos de la pechuga conocidos como miopatía pectoral y su</p>	<p>Miopatía pectoral profunda, Vacunaciones vía intramuscular, gallinas ponedoras.</p>	<p>Patología aviar</p>	<p>Original</p>

				relación con las vacunaciones vía intramuscular			
Muscle growth and poultry meat quality issues.	Petracci, M., & Cavani, C.	Italia	2012	Realizar una descripción general de estudios recientes que se centran en la relación entre el crecimiento muscular y los problemas de calidad de la carne en las aves de corral.	aves de corral; desarrollo muscular; calidad de la carne	Nutrients	Revisión
Miopatía peitoral profunda como causa de condenação em abatedouro de aves/deep pectoral myopathy as causa mortis in poultry abattoir	Paschoal, E. C., & dos Santos, J. M. G.	Brasil	2013	Describir aspectos de la miopatía peitoral profunda en pollos de engorde con el fin de Facilitar el diagnóstico de la enfermedad por parte del Servicio de Inspección.	Pollos de engorde; Calidad de sacrificio; Selección genética; Síndrome del músculo verde.	Revista em Agronegócio e Meio Ambiente	Original
Paradigm of deep pectoral myopathy in broiler chickens	Kijowski, J., Kupińska, E., Stangierski, J., Tomaszewska-Gras, J., y Szablewski, T.	Polonia	2014	Identificar los factores que pueden resultar en una mejor gestión de la explotación y constituir la base del sistema de prevención de DPM	Pollo, miopatía, etiología, inducción, prevención.	World's Poultry Science Journal	Original

Deep pectoral myopathy in broiler chickens	Nowak, J., & Połtowicz, K	Polonia	2014	Describir brevemente la Miopatía Pectoral Profunda	músculo de la pechuga, pollos de engorde, composición de la canal, de color, rebaños, tasa de crecimiento, agricultura intensiva, producción intensiva.	Wiadomości Zootechniczne	Resumen
Incidence and degree of severity of deep pectoral myopathy in commercial genotypes of broilers.	Santiago-Anadón, H. L., Torres, J. C., & Orama, J. A.	Puerto Rico	2014	Determinar la incidencia de la DPM y su gravedad en genotipos comerciales	Genotipo y género en la incidencia de DPM, Ross 308 y Cobb 500	Journal of Agriculture of the University	Original

Tabla 3

Abreviaturas

Abreviación	Término
GAA	Ácido Guanidinoacético
ACTA1	Miosina Cinasa de Cadena Ligera 2
DPM	Miopatía Pectoral Profunda
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

FENAVI	Federación Nacional de Avicultores
MYLK2	Miosina Cinasa de Cadena Ligera 2
P. MAYOR	Pectoral Mayor
P. MENOR	Pectoral Menor
PSD	Pálida, Suave y Exudativa
RMN	Resonancia Magnética Nuclear
VEGFA	Factor de crecimiento endotelial vascular A