

Perosis en pavos por deficiencia en la absorción de biotina y manganeso

Perosis in turkeys due to biotin deficiency

César A. Piscocoya^{1*}, Miguel García², Andrea M. Hernández³, Jozua R. Sandoval³

¹Departamento de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
Calle Juan XXIII s/n Lambayeque -Perú.

*e-mail: cpiscocoya@unprg.edu.pe¹

²Práctica privada.

³Facultad de Medicina Veterinaria

Resumen

Una de las razones más importantes que afecta la producción de aves y por ende el factor económico es la Perosis o condrodistrofia. Esta hace referencia a la separación entre el músculo gastrocnemio y su tendón, afectando generalmente aves en fase de inicio y destinadas al engorde, ocasionado cojera, engrosamiento de las patas, hinchazón en el corvejón y finalmente su incapacidad para caminar. Los objetivos del presente estudio fueron: explicar que la falta de absorción de biotina y manganeso originan condrodistrofia, también evaluar el tratamiento realizado, así como estimar la ganancia de peso vivo en pavos en fase de preinicio.

El estudio se realizó en la granja de aves Yencala, con una población de 400 pavos de los cuales el 10% presentó perosis, para lo cual se aplicó vía intramuscular 5 mcg de biotina por tres días consecutivos, las raciones alimenticias contenían los niveles adecuados de manganeso (1,150 mcg) y biotina (200 mcg por kg de ración) que satisfacen los requerimientos nutricionales en esta etapa, para analizar el presente caso clínico, se empleó una metodología experimental, obteniendo resultados positivos después de aplicación de esta vitamina, recuperándose un 50% de animales tratados, en relación de la ganancia de peso a los 28 días de edad hubo diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre los tratados recuperados (machos: 969 y hembras: 816g) y tratados

no recuperados (machos: 658 y hembras 507.5g), se concluye que hubo una deficiencia de mala absorción de biotina y manganeso, causando perosis en pavos en etapa de preinicio, además hubo diferencias significativas en la ganancia de peso entre aves tratadas recuperadas y tratadas no recuperadas..

Palabras clave: Perosis, pavos, biotina y manganeso

Abstract

One of the most important reasons that affects poultry production and therefore the economic factor is Perosis or chondrodystrophy. This refers to the separation between the gastrocnemius muscle and its tendon, generally affecting birds in the initial phase and destined for fattening, causing lameness, thickening of the legs, swelling in the hock and finally their inability to walk. The objectives of the present study were: to explain that the lack of absorption of biotin and manganese originate chondrodystrophy, also to evaluate the treatment carried out, as well as to estimate the live weight gain in turkeys in the pre-start phase.

The study was carried out at the Yencala poultry farm, with a population of 400 turkeys, of which 10% presented perosis, for which 5 mcg of biotin was applied intramuscularly for three consecutive days, the food rations contained adequate levels of

manganese (1,150 mcg) and biotin (200 mcg per kg of ration) that meet the nutritional requirements at this stage, to analyze the present clinical case, an experimental methodology was used, obtaining positive results after application of this vitamin, recovering 50 % of treated animals, in relation to weight gain at 28 days of age, there were highly significant differences ($p < 0.01$) between recovered treated animals (males: 969 and females: 816g) and non-recovered treated animals (males: 658 and females 507.5g), it is concluded that there was a deficiency of malabsorption of biotin and manganese, causing perosis in turkeys in the pre-start stage, in addition there were significant differences in the gain of weight between recovered treated birds and non-recovered treated birds.

Keywords: Perosis, turkeys, biotin and manganese

Introducción

La perosis, también conocida como condrodistrofia, ‘tendón deslizado’ o ‘raquitismo de manganeso’ (Vinu et al, 2022; Sakara *et al*, 2020; Vásquez, 2020), es una malformación, que en sus inicios fue sólo atribuida a una enfermedad relacionada con la deficiencia de manganeso (Medina, 2018; Leach, 1980), pero también se ha demostrado que hay otros nutrientes involucrados en su aparición cuando existe una deficiencia de estos, nos referimos a la colina, biotina y otra serie de vitaminas pertenecientes al complejo B, por ejemplo: (Yovera, 2018; Dutta, 2022, Greenacre, 2021) ácido nicotínico, piridoxina, ácido fólico y riboflavina, y zinc. (Warner, 2019; Zoidis *et al*, 2020; Ruiz, 2017). Otro factor que contribuye a la aparición de la perosis es cuando en la dieta, los niveles de calcio, sodio y fósforo son mayores en comparación con los del manganeso. (Saeeda, 2014; Cañarte, 2019) En cuanto a las razones que escapan de la responsabilidad de la dieta, encontramos al micoplasma y a la falta de

espacio en las granjas, ocasionando la falta de ejercicio para fortalecer sus músculos y sistema óseo. (Wideman, 2021)

Desde el punto de vista etimológico, la palabra “condrodistofia” nace del griego: “Khondros” significa Cartílago, mientras que “dystrophia” significa mala nutrición, por lo que podemos entender o traducir en una falta o inadecuado desarrollo en una parte del organismo a causa de su alimentación. La perosis tiene una gran importancia económica en la industria avícola, pues al presentarse, sobre todo en pollos de engorde, ponedoras y pavos, tiende a afectar el bajo rendimiento de las aves, repercutiendo así en todo el proceso productivo.

La razón de ser un problema común en aves destinadas al engorde, es como consecuencia de su crecimiento y conversión alimenticia acelerados, sus patas no son capaces de desarrollarse y adecuarse a su peso. La mala nutrición tiene un rol importante en esta fase de engorde, ocasionando un crecimiento deficiente a falta de nutrientes esenciales como los mencionados anteriormente: biotina (en la cual nos enfocaremos un poco más debido a la dirección de esta investigación), manganeso, colina, ácido nicotínico, piridoxina y zinc. Una limitación de cualquiera de estos nutrientes en la ración origina un inadecuado desarrollo óseo, afectando las patas durante los primeros meses de vida y observándose cojera, posteriormente la pata se engruesa y el animal no es capaz de caminar con normalidad. (Criadeaves, 2019) Hay reportes que establecen que la ausencia de manganeso produce un acortamiento y alargamiento de las piernas y el tamaño de las alas se reduce, incluso se manifiesta que la deficiencia de este micromineral puede causar la muerte embrionaria tardía. (Horn, 2021)

Sus primeros síntomas aparecen como Petequias y una leve hinchazón alrededor de la articulación del corvejón. Los huesos de la pierna se desalinean y tuercen como reacción de un crecimiento tardío de los huesos largos y en consecuencia se produce el desplazamiento del tendón calcáneo. (González, 2020). Inicialmente se puede

notar problemas locomotores en el animal, las patas a nivel del corvejón pierden color y posteriormente se presenta una flexión rotacional, afectando la tibia o el fémur, suele estar acompañado del deslizamiento del tendón del gastrocnemio y alterando el desarrollo normal del cartílago de la placa de crecimiento. (Wideman, 2021; Priyanka 2018) A nivel femoral afecta la epífisis proximal, el cartílago y la placa de crecimiento, e incluso pudiendo llegar a separar el cartílago del hueso. (Martins, 2018)

La biotina o vitamina B7 pertenece al complejo B, mediante enlaces covalente se unen a polipéptidos, hormonas tiroideas y esteroides, teniendo una estrecha relación con la avidina, altos porcentajes de biotina en niños, se relaciona con altos niveles de 25 – hidroxil vitamina D y bajos niveles de hormona paratiroidea, detectándose una interferencia con la hormona estimulante de la tiroides (Öncül *et al.*, 2022); en humanos se encontró una disminución de la actividad motora por deficiencia de vitamina H, debido a la disminución de energía por alteración del metabolismo, asimismo en el sistema nervioso central altera la mielinización que origina daño cerebral (Munzuroğlu *et al.*, 2022).

Entonces, la biotina es una coenzima esencial para todos los organismos. La forma activa de esta vitamina está vinculada a enzimas de importancia metabólica, tales como: la biotina descarboxilasa y biotina carboxilasa. También es una enzima clave en procesos muy necesarios, como la síntesis de proteínas y ácidos grasos, la gluconeogénesis y el control de la producción de escleroproteínas. (Nareen *et al.*, 2019). La biotina, incluso, contribuye a otros procesos de gran relevancia como la regeneración de la piel, el crecimiento y el desarrollo óseo, aumentando la conversión alimenticia en animales y la reproducción. (McMahon, 2002). Sin embargo, aunque es necesaria, la coenzima biotina que se proporciona en las aves no puede sintetizarse, en condiciones fisiológicas, mediante la síntesis microbiana de la flora intestinal (Payne *et al.*, 1974).

En un estudio, (Nareen *et al.*, 2019) los datos mostrados confirmaron que, en efecto, la biotina que fue suplementada a los animales tuvo un efecto favorable en el rendimiento del crecimiento. Estos resultados demostraron que la adición de biotina en el agua de los pollos destinados para engorde, había mejorado la ganancia de peso corporal y la tasa de conversión alimenticia. Pero, por otro lado, la biotina no tuvo ningún efecto sobre las características de la canal y el peso relativo de los órganos.

Por su parte, la enzima carboxilasa utiliza como cofactor a la biotina, para realizar funciones muy importantes en la célula, como síntesis de ácidos grasos, gluconeogénesis, y metabolismo de aminoácidos. La predisposición genética de biotinidasa puede dar lugar a la deficiencia de esta vitamina (Combs & McClung, 2022).

El uso de 6% de polvillo de arroz disminuye la incidencia de perosis (“enfermedad del corvejón y del tendón deslizado con huesos metatarsianos deformados”) en pollos de carne, debido a la cantidad de fibra detergente neutra originando una diferenciación significativa en la absorción del Mn, además evita la interacción con macrominerales (Ca y P) a nivel intestinal, recomendando 15 ppm con niveles de 1% Ca y 0.5% de P; siendo el Mn un cofactor muy importante para activar a la enzima galactosil – transferasa en la síntesis de sulfato de condroitina, proteoglicano esencial en la formación del cartílago epifisiario (Lilburn, 2021).

Además, el Mn interviene en el metabolismo de carbohidratos y lípidos, activando la piruvato carboxilasa, glucósido, piruvato, carboxilasa, glucósido transferasa, arginasa, glutamina sintetasa y superóxido dismutasa, la disminución de Mn en la dieta de 100 a 10 mg/kg de alimento alteró la digestibilidad de este elemento en el Íleon (Jankowski *et al.*, 2019), también las aves de corral tienen la dificultad de disponer Mn debido a la quelación con fitatos que están contenidos en los insumos de origen vegetal, el alto contenido de Ca y P en la dieta interfiere la absorción del Mn, se

sugiere que el requerimiento de este elemento en pollos de engorde debe ser 70 a 90 mg/kg de alimento, no llegando a satisfacer estas cantidades cuando se suministra torta de soya y maíz, debido que su aporte es inferior a las necesidades de las aves (5 a 15 mg/kg y 36 a 48 mg/kg respectivamente) (Noetzold et al., 2020)

Se debe tener en cuenta, que la colina no se sintetiza fácilmente en pollos, siendo primordial para sintetizar condrocitos y prevención de perosis, así como un buen crecimiento de los huesos y una buena formación de la articulación tibiometatarsiana y el deslizamiento del tendón del músculo gastrocnemio en los cóndilos de dicha articulación (Santiago et al., 2020), además es una vitamina de vital importancia para la prevención de la perosis y también para el crecimiento de las especies avícolas. Su requerimiento, para el caso de un crecimiento adecuado, fue cuando la dieta contenía 3467 kcal de EM/Kg, mientras que para el caso de protección contra la perosis fue mayor, a alrededor de 1900 ppm (Fritz et al., 1967).

En otro estudio, se demostró que la suplementación con esta vitamina al 0,4 % en la dieta de los pollos de engorde mejoró las características de su crecimiento (Ross *et al.*, 2013). Esta vitamina al clasificarse como una vitamina esencial para los pollitos de un día, suele añadirse a las dietas con el propósito de proporcionar al cuerpo un grupo metilo lábil, para así, asegurar la formación de creatina y metionina. (Saeed *et al.*, 2017). (Santiago *et al.*, 2020) refuerzan la idea de que el rendimiento, en cuanto al crecimiento presenta mejoras cuando los pollos destinados a engorde son alimentados con dietas de maíz y soya con niveles crecientes de cloruro de colina.

La deficiencia de colina se llega a notar normalmente en pollitos de 1 a 4 semanas de edad. Sin embargo, la producción de colina en los pollos tiende a aumentar en los

pollitos en crecimiento de más de 8 semanas de vida (Ross *et al.*, 2013).

El presente estudio tuvo los objetivos de explicar las posibles causas de condrodistrofia en pavos en fase de preinicio y evaluar el tratamiento realizado, mediante la ganancia de peso vivo.

Material y métodos

De una población de Cuatrocientos pavos bebe de la línea hybrid de 7 días de edad, el 10% presentó perosis, siendo afectado machos y hembras. La ración alimenticia fue un concentrado cuya presentación fue polvo, su composición nutricional se presenta en la tabla 1. El material biológico fueron los pavos en fase de inicio, los cuales presentaron problema de perosis y tratados con la siguiente fórmula:

Cianocobalamina B12	250 mcg
Hidroxocobalamina	300 mcg
Vitamina B15	125 mcg
Extracto de hígado	0.4%
Biotina	5 mcg

El volumen aplicado fue 0.1 ml por tres días consecutivos.

El método empleado fue empírico, se evaluó las aves que presentaron el problema y fueron tratadas las veinte aves, con la fórmula expuesta.

A los 28 días de edad fueron evaluados los pesos de los animales que se recuperaron igualmente de aquellas aves que fue irreversible la perosis, para lo cual se utilizó el Diseño Estadístico Completamente Aleatorio.

Tabla 1

Ración de preinicio para pavos de 1 a 28 días de edad

Insumos	%	Proteína						Fibra %	Lisina %	Metionina %	Treonina %
		total %	Ca %	P%	Na %	Cl %	Mn %				
Lactoproteico	15	5.67	0.117	0.117	0.03			0.2775	0.42	0.087	0.1695
Maíz molido	46	4.094	0.0138	0.1978	0.0092	0.0368	0.009016	2.3644	0.2162	0.092	0.1794
Torta de soya	33	15.18	0.1155	0.1947	0.0066	0.0165	0.0010428	1.4157	0.9471	0.2046	0.6006
Carbonato de calcio	3	0	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0
Fosfato dicálcico	0.83		0.2033								
			5								
Premezcla	0.2						0.026				
Lisina	0.2										
Metionina	0.2										
Sal común	0.35	0	0	0	0.13895	0.2086	0	0	0	0	0
Nutri q	0.2										
Colina	0.1										
Silicato de aluminio	0.2										
Sal mineral	0.5	0	0.125	0.085	0.009	0.014	0.0005	0	0	0	0
Cloruro de colina	0.1										
Probióticos	0.1										
Diclazuril	0.02										
Total, kg	100	24.944	1.7747	0.5945	0.19375	0.2759	0.0365588	4.0576	1.5833	0.3836	0.9495

Resultados

Figura 1

Condrodistrofia en pavos de diez días de edad



Figura 2

Condrodistrofia en pavos en fase de inicio



Condrodistrofia en pavos en fase de inicio

Figura 3

Condrodistrofia en pavos en fase de inicio



Figura 4

Condrodistrofia en pavos en fase de inicio



Figura 5



Figura 6

Pavos recuperados de Condrodistrofia en pavos en fase de inicio



Tabla 2

Promedio de ganancia de peso (g) de pavos tratados de condrodistrofia, en fase de inicio

	N	Media	Desv. Desviació n	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Pavos recuperados de perosis	10	969,00	32,042	10,133	946,079	991,921	910,00	1000,0
Pavos no recuperados de perosis	10	658,90	93,023	29,416	592,356	725,444	500,00	770,0
Total	20	813,95	172,890	38,659	733,035	894,865	500,00	1000,0

Nota: Elaboración propia

Tabla 3

Análisis de ganancia de peso (g) de pavos tratados de condrodistrofia, en fase de inicio

Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre tratamientos	480810,05	1	480810,050	99,342	,000
Dentro de tratamientos	87118,90	18	4839,939		
Total	567928,95	19			

Nota: Elaboración propia

Tabla 4

Promedio de ganancia de peso (g) de pavas tratadas de *condrodistrofia*, en fase de inicio

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Pavos recuperados de perosis	10	816,00	98,793	31,241	745,329	886,672	595,00	920,00
Pavos no recuperados de perosis	10	507,50	83,175	26,302	448,000	566,99	400,00	615,00
Total	20	661,75	181,509	40,587	576,801	746,699	400,00	920,00

Nota: elaboración propia

Tabla 5

Análisis de ganancia de peso (g) de pavas tratadas de condrodistrofia, en fase de inicio

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	475861,250	1	475861,250	57,064	,000
Dentro de grupos	150102,500	18	8339,028		
Total	625963,750	19			

Nota: elaboración propia

En la figura del 1 al 5 se presentan pavos con diferentes grados de perosis, y en la figura 6 también se exponen los pavos recuperados de perosis, ambos grupos fueron tratados con cianocobalamina B12 (250 mcg); hidroxocobalamina (300 mcg); Vitamina B15 (125 mcg) y extracto de hígado (0.4%).

En la tabla 2, se observa el peso promedio de pavos tratados y recuperados (969 g) y el peso de pavos tratados y no recuperados (658.9g), existiendo diferencias significativas ($p < 0.01$) como se muestra en la tabla 3.

En la tabla 4, también se exponen los promedios de los pesos de pavas tratadas y recuperadas (816g) y pavas tratadas sin responder al tratamiento (507.50g), existiendo diferencias estadísticas ($p < 0.01$), como se muestra en la tabla 5.

Discusión

En las figuras del 1 al 5, se observa un grupo de pavos en fase de inicio, afectados de condrodistrofia y en la figura 6, se nota el cambio en su postura y su recuperación de esta deficiencia después de ser tratadas por tres días consecutivos con una fórmula al 0.1ml, conteniendo: cianocobalamina B12 (250 mcg); hidroxocobalamina (300 mcg); Vitamina B15 (125 mcg) y extracto de hígado (0.4%) y biotina 5 mcg existiendo una recuperación de 50% de los casos presentados, tanto en machos como hembras;

A los 28 días se evaluó el peso de las aves en la fase de inicio (tablas 2 y 4), se observan los pesos promedios de pavos recuperados de perosis (machos: 969 y hembras: 658g) y de pavos no recuperados (machos: 658 y hembras: 507g) 658, 9 g. siendo una de las causas de la falta de crecimiento y conversión alimenticia es la deficiencia de biotina (McMahon, 2002).

Por otro lado (Nareen *et al.*, 2019), demostraron que existe un efecto positivo al añadir biotina en el agua de los bebederos, incrementando la ganancia de peso y conversión alimenticia, debido que esta

vitamina actúa como un cofactor enzimático, activando a la enzima carboxilasa, para dar origen a la síntesis de ácidos grasos, gluconeogénesis y metabolismo de aminoácidos (Combs & McClung, 2022), esta acción se ve complementada por el manganeso que actúa como cofactor inorgánico, haciendo más eficiente a la enzima galactosil – transferasa, permitiendo la formación del cartílago epifisiario mediante la síntesis de condroitina proteoglicano (Lilburn, 2021), su deficiencia afecta al cartílago separándolo del hueso. (Martins, 2018)

Como se puede observar que los niveles de Mn en la ración fue 0.036% que satisface los requerimientos de pavos en etapa de preinicio, sin embargo existen varios factores que originan la deficiencia de este elemento químico, así tenemos, la alteración de los porcentajes de calcio y fósforo van a interactuar con el manganeso (Mn) y no permite su absorción, por la formación de quelados causando perosis (Noetzold *et al.*, 2020); una de las formas de evitar la formación de quelados entre el manganeso, calcio y fósforo es utilizando 6% de polvillo de arroz en la ración, facilitando la absorción del manganeso al aportar fibra detergente neutra (Ross *et al.*, 2013); además la alimentación de pavos utiliza insumos alimenticios maíz y soya cuyo aporte de Mn es deficiente, asimismo las infecciones intestinales originan mala absorción de manganeso (Dutta, 2022).

En este caso clínico los aportes alimenticios por la ración suministrada contenían: manganeso 1,150 mcg y biotina 200 mcg por kg de ración que satisfacen los requerimientos nutricionales: Mn (60 ppm) biotina (200 ppb), luego de aplicar 5 mcg de biotina vía intramuscular por tres días consecutivos hubo una respuesta positiva en el 50% de las aves afectadas, demostrando que hubo deficiencia de biotina y manganeso por falta de absorción.

Conclusiones

La causa de perosis en pavos en la fase de inicio fue por una deficiente absorción de biotina y manganeso a nivel del tracto digestivo.

La aplicación de biotina en dosis de 5 mcg por tres días consecutivos tuvo un efecto positivo en la recuperación del 50% de las aves tratadas.

Hubo una diferencia significativa ($p < 0.01$) en la ganancia de peso de las aves tratadas que respondieron al tratamiento y aves que no respondieron al tratamiento respectivamente, así en machos (969 y 658 g), en hembras (816 y 507.5g)

Referencias

Cañarte, L. B. (2019). Uso de minerales orgánicos en la alimentación de pollos de engorde. universidad técnica de babahoyo. Retrieved October, 2022, from <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6875/e-utb-faciag-ing%20agrop-000060.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Combs, Jr., Gerald F., & McClung, J. P. (2022). Chapter 14—Biotin. En Jr. Combs Gerald F. & J. P. McClung (Eds.), *The Vitamins (Sixth Edition)* (pp. 415-434). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90473-5.00013-6>

Criadeaves. (2019, noviembre 7). Perosis en Aves (Condrodistrofia en Pollos, Gallinas, Pavos). Cría de Aves. from <https://criadeaves.com/gallos-finis/perosis-en-aves/>

Dutta, R. B. C. (2022, Junio). Cojera en las aves domésticas: factores predisponentes. *Selecciones Avícolas*. Retrieved October 10, 2022, from <https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2022/6/SA-2022-06-032-selecciones-avicolas.pdf>

Fritz, J., Talmadge, R., & Boehne, W. (1967, Noviembre). The Chick's Response to Choline and its Application to an Assay for Choline in Feedstuffs. *Sciencedirect*. Retrieved October, 2022, from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119339367?via%3Dihub>

González Molina, C. (2020). Nutrición en aves ornamentales. from <https://repositori.udl.cat/handle/10459.1/70471>

Greenacre, C. (2021, Mayo). *Musculoskeletal Diseases*. Biblioteca en línea Wiley. Retrieved October, 2022, from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/9781119511816.ch14>

Horn, R. M. (2021). Microminerais para matrizes de frango de corte. from <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/248667>

Jankowski, J., Ognik, K., Stepniowska, A., Zduńczyk, Z., & Kozłowski, K. (2019). The effect of the source and dose of manganese on the performance, digestibility and distribution of selected minerals, redox, and immune status of turkeys. *Poultry Science*, 98(3), 1379-1389. <https://doi.org/10.3382/ps/pey467>

Leach, R. M. (1980). Estado actual de los problemas de debilidad de patas en los broilers. *Selecciones avícolas*, 22(9), 0321-324. from <https://core.ac.uk/download/pdf/33161704.pdf>

Lilburn, M. S. (2021). Centennial Review: Trace mineral research with an emphasis on manganese Dedicated to Dr. Roland M. Leach, Jr. *Poultry Science*, 100(8), 101222. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101222>

Martins, J. M. da S. (2018). Suplementação de glicosaminoglicanos na ração de frangos de corte. from <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/9629>

McMahon, R. J. (2002, Julio). Biotin in metabolism and molecular biology. *Annual Reviews*. Retrieved October 0, 2022, from <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.nutr.22.121101.112819>

Medina, D. (2018). TRABAJO DE PASANTÍA EN GRANJA AVÍCOLA Presentado al programa de Medicina Veterinaria adscrito a la Facultad de Ciencias Agrar. Universidad de Pamplona. Retrieved October 10, 2022, from http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/733/1/Medina_2018_TG.pdf

Munzuroğlu, M., Danişman, B., Akçay, G., Yelli, İ., Aslan, M., & Derin, N. (2022). Effects

of biotin deficiency on short term memory: The role of glutamate, glutamic acid, dopamine and protein kinase A. *Brain Research*, 1792, 148031. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2022.148031>

Nareen, A., Shawkat, A., Sleman, M., & Kurdman, S. (2019, Octubre). Effects of different levels of dietary biotin on the performance, apparent digestibility and carcass characteristics of broilers. *Journal of University of Duhok*. Retrieved Octubre, 2022, from <https://journal.uod.ac/index.php/uodjournal/article/view/646/490>

Noetzold, T. L., Vieira, S. L., Favero, A., Horn, R. M., Silva, C. M., & Martins, G. B. (2020). Manganese requirements of broiler breeder hens. *Poultry Science*, 99(11), 5814-5826. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.06.085>

Öncül, Ü., Eminoğlu, F. T., Köse, E., Doğan, Ö., Özsu, E., & Aycan, Z. (2022). Serum biotin interference: A troublemaker in hormone immunoassays. *Clinical Biochemistry*, 99, 97-102. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2021.10.011>

Payne, C., Gilchrist, P., Pearson, J. A., & Hemsley, L. A. (1974, Septiembre). Involvement of biotin in the fatty liver and kidney syndrome of broilers. *PubMed*. Retrieved October, 2022, from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4421961/>

Priyanka, S. S., Chaudhary, R.N., Niwas, R., Arora, N., & Yadav, P. (2018). Surgical Correction of Perosis/Slipped Tendon in a White Pekin Duck- Case Report. *ResearchGate*. Retrieved October 10, 2022, from https://www.researchgate.net/profile/Ram-Niwas-4/publication/329920510_Surgical_Correction_of_PerosisSlipped_Tendon_in_a_White_Pekin_Duck-_Case_Report/links/5d66add792851c70c4c

5ec83/Surgical-Correction-of-Perosis-Slipped-Tendon-in-a-White-Pekin-Duck-Case-R

Ruiz Sepa, J. P. (2017). Utilización de diferentes niveles de vitaminas hidrosolubles suministrado en el agua de bebida en aves de postura [Bachelor Thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/7170>

Saeeda, A.N. (2014). Impact of different levels of manganese and ascorbic acid on the growth performance of broiler chicks. *International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering*. Retrieved Octubre, 2022, from <http://www.ipcbee.com/vol64/001-CEBCE2014-2-002.pdf>

Saeed, M., Alagawany, M., Asif Arain, M., El-Hack, M. E., & Dhama, K. (2017, Octubre). Beneficial impacts of choline in animal and human with special reference to its role against fatty liver syndrome. *ResearchGate*. Retrieved Octubre, 2022, from https://www.researchgate.net/profile/Muhammad-Saeed-17/publication/321105590_beneficial_impacts_of_choline_in_animal_and_human_with_special_reference_to_its_role_against_fatty_liver_syndrome/links/5a0d91170f7e9b9e33ab528f/beneficial-impacts-of-choline-in-a

Sakara, V., Melnyk, A. Y., Sakhniuk, V. V., Bakhur, T. I., Bohatko, L. M., & Samorai, M. M. (2020, Octubre 30). Changes in protein and mineral metabolism in broiler chickens with perosis. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. Retrieved October 10, 2022, from <https://cyberleninka.ru/article/n/changes-in-protein-and-mineral-metabolism-in-broiler-chickens-with-perosis/viewer>

Santiago, G. S., Vieira, S. L., Stefanello, C., Simões, C. T., Kindlein, L., Maria, D. D., & Ibaíro, P. (2020). Dietary choline affects field performance and broiler leg deviations. *Livestock Science*, 240, 104127. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104127>

Vásquez, J. (2020, Enero). Expresión génica y proteica en el intestino de *Drosophila melanogaster* crecidas en una dieta deficiente de manganeso. Repositorio CINVESTAV. Retrieved October, 2022, from <https://repositorio.cinvestav.mx/bitstream/handle/cinvestav/3460/SSIT0016631.pdf?sequence=1>

<https://journals.tubitak.gov.tr/veterinary/vol44/iss2/21/>

Vinu, D., Yamuna, N. P. K., Hansa, C.H., & Sindhu, O. K. (2022, Julio 10). therapeutic management of perosis in a white silkie – a case report. ResearchGate. Retrieved Octubre, 2022, from https://www.researchgate.net/profile/Vinu-David/publication/362745576_therapeutic_management_of_perosis_in_a_white_silkie_-_a_case_report/links/6303ab1be3c7de4c34766d4b/therapeutic-management-of-perosis-in-a-white-silkie-a-case-report.pdf

Warner, K. (2019, Septiembre). Manual of Backyard Poultry Medicine and Surgery. BSAVA Library. Retrieved Octubre 10, 2022, from <https://www.bsavalibrary.com/content/chapter/10.22233/9781910443194.chap20?crawler=true>

Wideman, R. (2021). Claudicación en pollos de engorde. Los Avicultores y su Entorno. from <https://bmeditores.mx/wp-content/uploads/2021/12/LA-6-DIC-21-ENE-22.pdf>

Yovera, m. N. (2018). Rendimiento de pollos de carne con un suplemento vitamínico-mineral en la dieta según el período de crianza. Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Retrieved October 10, 2022, from <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/3838/BC-tes-tmp-2656.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Zoidis, E., Athanasio, C. P., Demiris, N., & Danezis, G. (2020). Effects of selenium and zinc supplementation on cadmium toxicity in broilers. *tubitak Academic Journals*. Retrieved October, 2022, from