

Suplementación de zinc en la dieta de Pollos de engorde en la UFPSO

Zinc supplementation in the diet of Broiler chickens at UFPSO

Recibido: 28 de julio de 2022

Aprobado: 2 de diciembre de 2022

Forma de citar: M. Meza quintero, C. L. García Quintero, "Suplementación de zinc en la dieta de pollos de engorde de la UFPSO", *Mundo Fesc*, vol. 12, no. S4, pp. 88-100, 2022. <https://doi.org/10.61799/2216-0388.1359>

Myriam Meza-Quintero*



mmezaq@ufpso.edu.co

Magister, mmezaq@ufpso.edu.co

Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña
Ocaña, Colombia

Carmen Liceth García-Quintero



clgarciaq@ufpso.edu.co

Magister, clgarciaq@ufpso.edu.co

Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña
Ocaña, Colombia

***Autor para correspondencia:**

mmezaq@ufpso.edu.co



Suplementación de zinc en la dieta de Pollos de engorde en la UFPSO

Resumen

La avicultura a nivel mundial, viene creciendo a pasos agigantados, buscando cada día un mayor desarrollo y nivel de producción, llevando a establecer nuevas alternativas nutricionales, que les permitan a las aves expresar todo su potencial genético, haciéndolas más productivas y rentables para el productor. Los micro minerales son importantes en la nutrición aviar puesto que intervienen en un gran número de procesos metabólicos; siendo el zinc uno de los oligoelementos indispensables en la alimentación de pollo de engorde, ya que es importante en la realización de su desarrollo fisiológico, como obtener un adecuado crecimiento, buena salud, buena fertilidad e incubabilidad, desarrollo de tejidos como plumas y huesos, de igual forma la regulación del consumo; esto llevan a presentar investigaciones como esta; donde el objetivo fue evaluar tres niveles de zinc en la ración de aves de engorde; utilizando una metodología descriptiva, con un método experimental, enfoque cuantitativo y diseño transversal; la población objeto de estudio fue de 240 aves de engorde de la línea Ross, distribuidas en tres tratamientos (20, 40 y 80 ppm de zinc) y un grupo control (0 ppm de zinc), es decir 60 aves por grupo, conformando 24 unidades experimentales, cada una de 10 aves, por tanto, se contó con seis replicas por grupo experimental. Se empleo un diseño completamente al azar; toda la información obtenida se almacenó en bases de datos, realizando análisis estadísticos para cada variable y haciendo uso del paquete estadístico IBM SPSS VER statistical package. Los resultados evaluados permitieron determinar que para la mayoría de los parámetros productivos variables (cantidad de alimento consumido, masa corporal, ganancia de masa corporal, conversión alimenticia, uniformidad, mortalidad, peso en canal y rendimiento de la pechuga) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes tratamientos utilizados (Valor P > 0.05), excepto para los parámetros, conversión alimenticia, rendimiento en canal y rendimiento en pechuga, donde se evidencio que al suministrar 40 ppm de zinc en la dieta, estos mejoran considerablemente.

Palabras clave: Micro mineral, nutrición avícola, parámetros productivos, requerimientos nutricionales.

Zinc supplementation in the diet of Broiler chickens at UFPSO

Abstract

Poultry farming worldwide has been growing by leaps and bounds, seeking every day a greater development and level of production, leading to the establishment of new nutritional alternatives, which allow birds to express their full genetic potential, making them more productive and profitable for the producer. Microminerals are important in avian nutrition since they are involved in a large number of metabolic processes; zinc being one of the essential trace elements in broiler feed, since it is important in the realization of its physiological development, such as obtaining adequate growth, good health, good fertility and hatchability, development of tissues such as feathers and bones, in the same way, the regulation of consumption; This leads to research like this one; where the objective was to evaluate three levels of zinc in the ration of broiler birds; using a descriptive methodology, with an experimental method, quantitative approach and cross-sectional design; the study population was 240 broilers of the Ross line, distributed in three treatments (20, 40 and 80 ppm of zinc) and a control group (0 ppm of zinc), that is, 60 birds per group, forming 24 experimental units, each of 10 birds, therefore, there were six replicates per experimental group. A completely random design was used; all the information obtained was stored in databases, performing statistical analyses for each variable and making use of the IBM SPSS VER statistical package. The results evaluated allowed us to determine that for most of the variable productive parameters (amount of feed consumed, body mass, body mass gain, feed conversion, uniformity, mortality, carcass weight and breast yield) no statistically significant differences were found between the different treatments used (P -value > 0.05), except for the parameters, feed conversion, carcass yield and breast yield, where it was evidenced that when 40 ppm of zinc was supplied in the diet, they improved considerably.

Keywords: Micro mineral, poultry nutrition, production parameters, nutritional requirements.

Introducción

En la alimentación animal, es indispensable el uso de fuentes minerales, los cuales cumplen importantes funciones metabólicas; dentro de ellos existen 15 elementos esenciales, conformados por macro y micro minerales, dependiendo de los requerimientos de estos por el organismo. [1], [2].

Los oligoelemento o micro minerales, son considerados como cofactores enzimáticos, los cuales intervienen en el normal funcionamiento de los sistemas respiratorio e inmunológico, así mismo en el normal desarrollo del ave. Dentro de los oligoelementos más utilizados en la nutrición de las aves están el hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn), manganeso (Mn), yodo (I) y selenio (Se). [3], [4], [5].

A pesar que los minerales son requeridos en pequeñas proporciones por el organismo animal, juegan un papel fundamental en el funcionamiento del mismo, puesto que hacen parte de funciones vitales garantizando el bienestar y la productividad de los animales. [6], [7].

Los minerales cumplen diferentes funciones en los animales, haciendo parte de todos los tejidos y órganos del cuerpo, los cuales necesitan que estos estén presentes para la realización de sus funciones. [8], [9].

La importancia del zinc en la alimentación de las aves, se debe a que es un oligoelemento que actúa como un cofactor enzimático, el cual participa en la síntesis de carbohidratos y proteínas, de igual forma en el metabolismo de la energía y otras reacciones químicas del organismo. [10], [11], [12], [13].

EL zinc en las dietas reproductoras, tiene gran relevancia dado a que interviene en el mejoramiento del estado inmunitario y reproductivo (fertilidad e incubabilidad). [14]. El Zinc, hace parte de las enzimas celulares, las cuales intervienen en importantes procesos enzimáticos que tienen que ver con la respuesta inmunitaria, la reproducción, el mejoramiento genético, entre otras funciones. [14].

El zinc es necesario en las aves, para un normal desarrollo, reproducción y funcionamiento glandular. [15], [16].

El oligoelemento zinc, es indispensable en la recuperación de los diferentes tejidos del cuerpo, la inmunidad del organismo, el crecimiento y desarrollo óseo y la síntesis de ADN, lo que lo hace necesario para el normal desarrollo y producción de las aves. [17].

Una deficiencia de zinc provoca numerosos cambios físicos y patológicos, entre las que se encuentran: lesiones en la dermis, retraso del desarrollo, malformaciones de huesos

y articulaciones, deficiencia de plumaje, problemas reproductivos e inmunodeficiencia. [12], [13], [15], [18].

La suplementación de zinc en dietas para aves de engorde, es habitual en la industria avícola para mejorar el desarrollo y estado sanitario de las aves. El zinc es un mineral esencial que interviene en numerosas actividades metabólicas y funciones fisiológicas de las aves.

Los requerimientos de zinc en pollos de engorde varían según la etapa de crecimiento. Se ha observado que las aves en crecimiento pueden requerir niveles de zinc que superen los niveles dietéticos mínimos recomendados para mantener la salud. [19].

Se ha demostrado que la carencia del oligoelemento zinc en la alimentación de aves, causa severos problemas en el endotelio, deterioro de la piel, deficiencia en huesos, problemas reproductivos e inmunitarios, entre otros. [20], [13],

Tradicionalmente, la suplementación con zinc se realiza agregando óxido de zinc, zinc sulfato o como quelato de proteína o aminoácido. [15].

Numerosas investigaciones sobre la suplementación con zinc en pollos de engorde han revelado que mejora la conversión alimenticia, la ganancia de peso y la salud intestinal. Además, se ha observado que el zinc puede tener efectos positivos en la resistencia a enfermedades y la calidad de la canal. [21].

La suplementación de zinc en aves de engorde puede tener varios efectos beneficiosos en su salud y rendimiento, entre los que se destacan:

• Mejora del crecimiento y el rendimiento:

Investigaciones sobre la suplementación con zinc han demostrado que se mejora significativamente la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia en pollos de engorde. [6] [22].

• Fortalecimiento del sistema inmunológico:

La suplementación con zinc aumenta la actividad de las células inmunológicas y mejora la resistencia a enfermedades en los pollos. [23].

• Reducción de la incidencia de enfermedades digestivas:

Investigaciones han demostrado el resultado de la adición de zinc en la salud gastrointestinal de las aves, observándose una reducción significativa en la incidencia de enfermedades digestivas en las aves suplementadas con el mineral. [1].

- Mejora de la calidad de la carne:

El resultado de la suplementación de zinc en la calidad de la canal de pollo, resulta en una mejora en la textura y el porcentaje de proteínas en la canal. [24].

- Incremento en la eficacia del aprovechamiento de nutrientes:

La adición del oligoelemento zinc en las dietas de pollo de engorde, favorecen la absorción de otros minerales como el calcio y el fósforo. [14].

- Reducción del estrés oxidativo:

Investigaciones han demostrado que la suplementación con zinc reduce el estrés oxidativo en los pollos, lo que resulta en una mejora en la salud general. [14].

Cuando se quiera utilizar el zinc en dietas para aves, es importante contar con la supervisión de un experto en nutrición avícola para evitar posibles efectos negativos debido a un exceso del mineral en la dieta. Los efectos positivos dependen de las condiciones específicas de manejo y alimentación de las aves. [14].

El zinc se puede suplementar en la dieta de aves de engorde a través de fuentes orgánicas (como el quelato de zinc) o inorgánicas (como el sulfato de zinc). Ambas formas pueden ser efectivas, pero se ha informado que los quelatos de zinc son más biodisponibles para las aves. [25].

Es importante no exceder los niveles máximos de suplementación de zinc, ya que dosis excesivas pueden ser tóxicas para las aves, afectando el estado sanitario de y los parámetros productivos de las aves. [26].

Las regulaciones y directrices de suplementación de zinc en pollos de engorde pueden variar según la región y la autoridad reguladora. Es importante seguir las recomendaciones específicas de cada país o región y así asegurar la efectividad de la suplementación de zinc. [27].

Se debe tener en cuenta que la suplementación de zinc debe realizarse con precaución y siguiendo las pautas recomendadas, ya que un exceso de zinc puede ser perjudicial para la salud de las aves y puede tener implicaciones en la calidad de los productos avícolas. Las recomendaciones de diversas instituciones varían considerablemente en un rango de entre 40 ppm [28] a 110 ppm [29] de zinc agregado para pollos de engorde. [30].

Materiales y métodos

El presente estudio se llevó a cabo en la granja experimental de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, en el área avícola, la cual se encuentra ubicada en la vereda

el Rhin, con una altitud de 1150 msnm, temperatura promedio de 23 °C y 70% de humedad relativa.

Utilizando una metodología descriptiva a través de un método experimental, de tipo exploratorio-correlacional, con enfoque cuantitativo y diseño transversal;

En la ejecución del estudio se adicionó el oligoelemento zinc en la ración diaria de las aves de engorde, en diferentes niveles (0, 20, 40 y 80 ppm), de acuerdo a los tratamientos propuestos en la investigación (tratamiento control (TC), tratamiento 1 (T1), tratamiento 2 (T2) y tratamiento 3 (T3), respectivamente.

El número de animales utilizados en la investigación, correspondió a 240 aves de engorde de la línea Ross 308, recién nacidas, manejadas de acuerdo a las recomendaciones hechas por la línea en cuanto a requerimientos nutricionales, sanitarios y de manejo, en un tiempo de ejecución del proyecto de seis semanas. Las aves fueron ubicadas en veinticuatro cubículos de dos m² de área, cada uno, los cuales contaban con un sobre piso en cascarilla de arroz con diez cm de profundidad, con un bebedero automático y un comedero de tolva, donde se albergaron diez aves, es decir cinco aves por m².

La investigación comprendió dos fases, la fase uno o experimental, periodo de suministro del suplemento zinc en el alimento a las aves, según lo establecido en la investigación; así misma toma de datos de campo. Durante esta fase, el suministro de alimento se hizo cumpliendo los requerimientos nutricionales y cantidad a suministrar de acuerdo a la edad y a la línea genética de las aves, adicionándose el zinc de acuerdo a lo planteado en la investigación (0, 20, 40 y 80 ppm); en cuanto al suministro de agua de bebida, fue ofrecida a voluntad. Semanalmente fueron evaluadas las diferentes variables (cantidad de alimento consumido, masa corporal, ganancia de masa corporal, conversión alimenticia, uniformidad y mortalidad) en los diferentes grupos experimentales, a través de la recolección de datos de campo, siendo registrados en tablas diseñadas para ello (registros).

La fase dos correspondió a los análisis estadísticos para cada variable e interpretación de datos a través del paquete estadístico IBM SPSS VER statistical package. En el presente ensayo se empleó un modelo completamente al azar, conformado por un grupo testigo o control (TC) y tres tratamientos experimentales (T1, T2 y T3), seis replicas por grupo experimental, conformando veinticuatro unidades experimentales de diez pollos cada una. Estadísticamente se utilizó un Análisis de varianza ($p \leq 0.05$), usándose las pruebas de Tukey HSD (Diferencia Honestamente Significativa) y la de DMS (Diferencia Mínima Significativa) para mirar la diferencia entre cada uno de los tratamientos utilizados.

Tabla I. Esquema de la investigación

Tratamiento	Repeticiones	Numero de Aves Por Unidad Experimental	Numero de Aves Por Tratamiento
TC	6	10	60
T1	6	10	60
T2	6	10	60
T3	6	10	60
Total	24		240

Resultados y Discusión

Para la obtención de los resultados, se evaluaron semanalmente las variables, cantidad de alimento consumido, masa corporal, ganancia de masa corporal, conversión alimenticia, uniformidad, mortalidad, durante todo el tiempo del ensayo (seis semanas) y las variables peso de la canal, rendimiento de la canal, peso de la pechuga, rendimiento de la pechuga, en el momento del sacrificio de los pollos.

para procesar y analizar la información recopilada se usaron softwares de análisis de datos, como Microsoft Excel y IBM SPSS VER statistical package.

Los resultados obtenidos en la investigación se muestran en forma general a continuación.

Tabla II. Resultados generales de la investigación

ITEM	TC	T1	T2	T3
No. de aves iniciales	60	60	60	60
No. de aves finales	59	59	58	53
Mortalidad (%)	1,6	1,6	3,3	11,6
Ganancia de masa total (kg)	2,281	2,402	2,511	2,362
Peso Vivo Final (kg)	2,327	2,449	2,559	2,408
Conversión alimenticia	1,73	1,69	1,63	1,65
Consumo alimenticio (kg)	4,043	4,165	4,206	3,985
Peso en canal (kg)	1,931	2,044	2,152	1,998
Rendimiento de la canal (%)	82,89	83,45	84,06	82,93
Peso de la pechuga (kg)	0,456	0,497	0,543	0,480
Rendimiento de la pechuga (%)	23,65	24,35	25,22	23,99

En cuanto a las variables de peso vivo final, ganancia de masa muscular, conversión alimenticia, peso de la canal, rendimiento de la canal, peso de la pechuga y rendimiento de la pechuga, el tratamiento 2 obtuvo los mejores resultados. El análisis estadístico de las seis semanas de ensayo mostró que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el grupo testigo o control (TC) con respecto al tratamiento 1, 2 y 3 en los parámetros de conversión alimenticia, rendimiento canal y rendimiento en pechuga, estudiadas. En cuanto a la variable mortalidad, el mayor porcentaje lo presentó el grupo tratado T3 con 7 animales muertos, seguido por el grupo tratado T2 con 2 aves muertas y por último el grupo tratado T1 y el grupo testigo T0 con 1 ave muerta cada uno. Al realizar las necropsias a las aves muertas se observaron varias patologías como ascitis, infarto y enfermedad respiratoria.

Para todas las variables evaluadas y que presentaron diferencias estadísticas significativas (conversión alimenticia, rendimiento canal y rendimiento en pechuga), entre el grupo control y los tratamientos se realizó la prueba de Tukey HSD (diferencia significativa honesta) y la de DMS (Diferencia Mínima Significativa) para mirar la diferencia entre cada uno de los grupos utilizados, presentándose diferencias con ambas pruebas.

Para los cuatro ensayos realizados con sus seis réplicas, los resultados o parámetros productivos evaluados durante los 42 días fueron mejores en los pollos, donde se suplementó la dieta con zinc, los cuales fueron T1, T2, T3 alcanzando una mayor ganancia de peso, conversión alimenticia, peso final, rendimiento en canal y pechuga, con relación al grupo testigo donde no se aplicó el mineral zinc.

El tratamiento 2 fue suplementado con 40 ppm de zinc, éste fue el tratamiento que arrojó los mayores resultados en cuanto a todos los parámetros de producción.

La variante y el punto de discusión en este ensayo es el porcentaje de mortalidad que se presenta en un nivel alto en el tratamiento 3 con respecto a los otros tratamientos, el cual fue suplementado con el mayor porcentaje de zinc (80 ppm). Los índices de esta mortalidad no se pueden atribuir directamente al producto, pues el mayor porcentaje de muertes se produjo por ascitis entre otras, la cual fue la más determinante. Para esta variable se pueden tomar en consideración cuestiones de manejo y factores ambientales. Por otra parte, la época de levante y un inadecuado manejo de cortinas, pueden ser influencia para la presencia del síndrome ascítico.

Los resultados hallados en el estudio muestran que el uso del zinc, en pollos de engorde mejoran los parámetros productivos, coincidiendo con lo reportado por [31], [32] y [33]. El análisis de la investigación demostró que existen diferencias estadísticas significativas para las variables conversión alimenticia, rendimiento de la canal y rendimiento en pechuga, entre el grupo control y los tratamientos. Similares resultados fueron obtenidos en las investigaciones de [33] donde reportan haber disminuido el índice de conversión de aves de engorde con el suplemento de la bacitracina de zinc.

Así mismo en la investigación de [12], se encontraron similares resultados en cuanto al rendimiento de la canal y rendimiento en pechuga, donde los mejores efectos se observaron en los tratamientos con mayor cantidad de zinc.

Los resultados hallados en el estudio muestran al oligoelemento zinc como un promotor eficiente en la productividad de las aves de engorde en todo su ciclo productivo, mejorando parámetros productivos como la conversión alimenticia, rendimiento en canal y rendimiento de la pechuga, cuando se utilizan 40 ppm en el alimento.

Conclusiones

Hoy en día se buscan que los métodos de alimentación en pollos de engorde cumplan con los requerimientos nutricionales exigidas por las actuales líneas genéticas aviares, mejorando el estado sanitario y el bienestar de los mismos, evitando la sobre alimentación, que se traduce en una mala conversión alimenticia y menos ingresos al avicultor. Es por ello que alternativas como la suplementación del micro mineral zinc en la ración de aves han demostrado satisfacer notoriamente los requerimientos nutricionales en las etapas de crecimiento.

Los resultados arrojados en el presente estudio demuestran que el zinc, es uno de los micro minerales necesarios en las raciones de las aves de engorde. Además, las muchas formas de presentación del mineral, facilita la aceptación por los animales, permitiendo al avicultor hacer frente a los retos actuales.

Los animales suplementados con zinc se comportaron bien durante todo el periodo experimental, demostrando la aceptación del producto y un marcado efecto positivo en los parámetros productivos de las aves, observándose que a mayor concentración mayor efecto.

También se demostró que no hubo una influencia significativa en la ingesta de alimento y agua de los animales de experimentación. Sin embargo, tiene efecto en el rendimiento en canal, rendimiento en pechuga y conversión alimenticia.

De acuerdo a los objetivos propuestos en el presente estudio se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- La suplementación de zinc en la ración utilizada para alimentar a los pollos de la línea Ross 380 tuvo un marcado efecto en los parámetros productivos de dichos pollos, observándose que a mayor concentración mayor efecto.
- El zinc utilizado en la ración para aves de engorde de la línea Ross 380 tiene efecto en el rendimiento en canal, rendimiento en pechuga y conversión alimenticia con un nivel estadístico significativo ($P \leq 0.0001$). Obteniendo un mejor efecto con la utilización de 40 ppm de zinc.

- El uso de zinc determina un mejor índice de conversión alimenticia.

En general, la investigación arrojó resultados positivos, donde los grupos experimentales reportaron mejor comportamiento durante el ensayo en la mayoría de variables medidas.

Referencias

- [1]. L. B. Cañarte Velásquez, "Uso de minerales orgánicos en la alimentación de pollos de engorde," *Bachelor's thesis*, BABAHOYO, UTB, 2019
- [2]. A. Salamanca, "Suplementación de minerales en la producción bovina," *Revista Electrónica de Veterinaria*, vol. 11, no. 9, 2010
- [3] J. N. Joaquín Oruna, "Efecto de la suplementación de minerales orgánicos sobre los parámetros productivos de ponedora comercial hy line durante el periodo 35–42 semanas de edad", trabajo de grado, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú, 2015
- [4] C. López-Coello, "Nutrición de minerales traza orgánicos en pollos de engorde y reproductoras", in *50 Congreso Científico de Avicultura*, 2022. [En línea]. Disponible en: https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/carlos_lopez_coello.pdf
- [5] E. Zárate, "La importancia de los minerales en la producción avícola," *Veterinaria digital*, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/la-importancia-de-los-minerales-en-la-produccion-avicola/>
- [6] S. F. Robles Vivas, "Utilización de minerales quelatados biodisponibles en la dieta de pollos de engorde sobre los parámetros productivos, morfología intestinal y su excreción en heces", trabajo de grado, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Zootecnia, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia, 2016
- [7] J. A. Rivera-Ulloa and M. Llaque-Cuadros, "Importancia de vitaminas en avicultura Parte I: Vitaminas Liposolubles", 2014. [En línea]. Disponible en: <https://eac.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2020/05/Vitaminas-y-minerales-cuadros.pdf>
- [8] C. Ayala Vargas, "Importancia nutricional de la carne", *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, vol. 5, no. especial, pp. 54-61, 2018
- [9] G. A. Bavera, "Elementos minerales esenciales", 2006. [En línea]. Disponible en: https://www.produccionanimal.com.ar/suplementacion_mineral/01elementos_minerales_esenciales.pdf
- [10] H. M. Salim, C. Jo, and B. D. Lee, "Zinc en la alimentación y nutrición de pollos de engorde", *Investigación en biología Aviar*, vol. 1, no. 1, pp. 5-18, 2008

- [11] D. C-Rubio et al., "El zinc: oligoelemento esencial", *Nutrición Hospitalaria*, vol. 22, no. 1, 2007
- [12] M. T. Kidd, "Nutritional modulation of immune function in broilers", *Poultry Science*, vol. 83, no. 4, pp. 650-657, 2004
- [13] Arbor Acres, "Nutrición del pollo de engorde", 2022. [En línea]. Disponible en: https://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/AA-BroilerNutritionSpecifications2022-ES.pdf
- [14] M. D. Melo Reinoso, "Utilización de diferentes niveles de Zinc (20ppm, 40ppm, 60ppm, 80ppm) como aditivo en remplazo de los Antibióticos en alimentación de Pollo de Engorde", Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador, 2020
- [15] D.K. Holthaus, "Ventajas del uso de Zinc Protegido en avicultura", 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.avicultura.mx/destacado/ventajas-del-uso-de-zinc-protegido-en-avicultura>
- [16] H. L. Shivaprasad, "V Curso de Sanidad Avícola: Herramientas de diagnóstico y prevención", 2016. [En línea]. Disponible en: <https://www.asav.es/wp-content/uploads/2016/05/3-1-Patologia-de-las-aves-una-revision-Shivaprasad.pdf>
- [17] L. F. Prados et al., "Reducing mineral usage in feedlot diets for Nellore cattle: II. Impacts of calcium, phosphorus, copper, manganese, and zinc contents on intake, performance, and liver and bone status", *Journal of Animal Science*, vol. 95, no. 4, pp. 1766-1776, 2017
- [18] NutriNews, "Importancia del Zinc en las aves de corral", 2021. [En línea]. Disponible en: <https://nutrinews.com/importancia-del-zn-en-las-aves-de-corral/>
- [19] National Research Council, *Nutrient Requirements of Poultry: Ninth Revised Edition*, Washington, DC: The National Academies Press, 1994, doi: 10.17226/2114
- [20] A. V. Ruiz Real, "Efecto de una mezcla de extractos de plantas sobre indicadores de integridad intestinal y parámetros productivos en pollo de engorde", trabajo de grado, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, 2020.
- [21] O. Olgun and A. Ö. Yildiz, "Efectos de la suplementación dietética de formas inorgánicas, orgánicas o nano zinc sobre el rendimiento, la calidad de la cáscara del huevo y las características óseas en gallinas ponedoras", *Anales de ciencia animal*, vol. 17, no. 2, pp. 463-476, 2017

- [22] S. E. Benavides Martínez and B. X. Muñoz Muñoz, "Suplementación de diferentes fuentes de cobre en dietas para pollos de engorde y su efecto sobre desempeño productivo e integridad intestinal en una crianza de 44 días", *Bachelor's thesis*, Quito, UCE, 2021
- [23] C. Campos-Granados, "El impacto de los micronutrientes en la inmunidad de los animales", *Nutrición animal tropical*, vol. 9, no. 1, pp. 1-23, 2015
- [24] A. Peña Gonzales, "Evaluación del efecto de un suplemento vitaminas, minerales y aminoácidos en los parámetros productivos en pollos de engorde en la granja avícola Antole ubicado en el municipio de Sacaba-Cochabamba", 2022
- [25] T. Badillo, "Comparación de fuentes orgánicas e inorgánicas de Cobre como promotor de crecimiento en lechones", *Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata*, 2017
- [26] E.J Underwood and NF Suttle, "Cobalto", in *La nutrición mineral del ganado*, Wallingford, Reino Unido: CABI, 2001, pp. 251-282
- [27] FAO, "Informe de la consulta de expertos FAO. OMS sobre evaluación de las propiedades saludables y nutricionales de los probióticos en los alimentos, incluida la leche en polvo con bacterias vivas de ácido láctico", 2001
- [28] National Research Council, "Nutrient requirements of poultry: Ninth Revised Edition", 1994
- [29] Aviagen, "Nutrición del pollo de engorde", 2022. [En línea]. Disponible en: https://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/AA-BroilerNutritionSpecifications2022-ES.pdf
- [30] C. Torres, "La salud intestinal y el rendimiento de pollos mejoran gracias a una fuente orgánica única de complejos de zinc y aminoácidos", *Revista aviNews España*, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://avinews.com/la-salud-intestinal-y-el-rendimiento-de-pollos-mejoran-gracias-a-una-fuente-organica-unica-de-complejos-de-zinc-y-aminoacidos/>
- [31] J. Brennan, J. Skinner, D. A. Barnum, and J. Wilson, "The efficacy of bacitracin methylene disalicylate when fed in combination with narasin in the management of necrotic enteritis in broiler chickens", *Poultry Science*, vol. 82, no. 3, pp. 360-363, 2003
- [32] R. M. Engberg, M. S. Hedemann, T. D. Leser, and B. B. Jensen, "Effect of zinc bacitracin and salinomycin on intestinal micro flora and performance of broilers", *Poultry Science*, vol. 79, no. 9, pp. 1311-1319, 2000

- [33] M. P. Reis et al., "Uso de Bacitracina Zinc como aditivo", ENGORMIX, 2011. [En línea. Disponible en: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/uso-bacitracina-zinc-como-t29163.htm>]