

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación
**Efecto de dietas nutracéuticas en los indicadores biológicos de pollos
de engorde jóvenes**

Estudiante

Cesar Anibal Tenas Sagastume

Asesores

Yordan Martínez, D.Sc.

Patricio E. Paz, Ph.D.

Honduras, septiembre 2022

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA TREJO

Directora Departamento Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Anexos	5
Resumen	6
Abstract.....	7
Introducción.....	8
Materiales y Métodos.....	11
Ubicación Experimental	11
Animales, Tratamientos y Dietas	11
Desempeño del Crecimiento.....	12
Peso Relativo de Órganos Digestivos, Viscerales e Inmunológicos	12
Indicadores Hematológicos.....	13
Análisis Estadísticos	13
Conclusiones	19
Recomendaciones.....	20
Referencias.....	21
Anexos.....	24

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Dietas experimentales para pollos de engorde Cobb500™ (0-10 días).....	11
Cuadro 2 Efecto de promotores de crecimiento en el desempeño productivo de pollos de engorde jóvenes (10 días).	14
Cuadro 3 Efecto de promotores de crecimiento (naturales y sintéticos) en el peso relativo de los órganos de pollos de engorde jóvenes (10 días)	15
Cuadro 4 Efecto de promotores de crecimiento en indicadores sanguíneos de pollos de engorde jóvenes (10 días).	17

Índice de Anexos

Anexo A Pollos de 1 día de edad en jaulas metabólicas.	24
Anexo B Preparación de dietas.	25
Anexo C Toma de peso vivo final	26
Anexo D Recolección muestra de sangre.....	27
Anexo E Peso de órganos.....	28

Resumen

En la necesidad de buscar alternativas naturales a los antibióticos promotores de crecimiento en pollos de engorde, sobre todo en etapas iniciales, se han utilizado probióticos y fitobióticos. Un total de 800 pollos de engorde Cobb 500® de 1 día de edad se ubicaron según un bloque al azar en jaulas metabólicas para cuatro tratamientos, cuatro replicas y 50 aves por replica durante 10 días. Los tratamientos consistieron en una dieta control (DC), DC + 0.01% de antibiótico promotor de crecimiento, DC + 0.01% de eMax (probiótico enzimático) y DC + 0.5% de *Tectona grandis*. Las dietas propuestas con un antibiótico sub-terapéutico, un probiótico enzimático y la harina de hojas de teca incrementaron ($P \leq 0.05$) el peso vivo comparado con la dieta control. Asimismo, el antibiótico y el fitobiótico disminuyeron la conversión alimenticia ($P \leq 0.05$) comparado con la dieta control y el probiótico enzimático. La harina de hojas de teca incrementó el peso relativo del proventrículo, intestino delgado y ciegos ($P \leq 0.05$). La IgA incrementó con la harina de *Tectona grandis* comparado los otros tratamientos experimentales ($P \leq 0.05$). Los niveles de heterófilos en el plasma sanguíneo disminuyeron en los grupos 2 y 4 ($P \leq 0.05$), sin diferencias estadísticas para los linfocitos ($P > 0.05$), lo que provocó una reducción de la relación de heterófilos y linfocitos. El uso de la *Tectona grandis* tuvo la misma respuesta productiva que el antibiótico, así como incrementó el peso relativo de algunos órganos digestivos y la concentración de IgA y disminuyó la relación de heterófilos y linfocitos con relación a la dieta control.

Palabras clave: Ave joven, hematología, morfometría intestinal, promotor de crecimiento.

Abstract

In the need to look for natural alternatives to antibiotic growth promoters in broilers, especially in early stages, probiotics and phytobiotics have been used. A total of 800 1-day-old Cobb 500® broilers were randomly block-housed in metabolic cages for four treatments, four replicates and 50 birds per replicate for 10 days. Treatments consisted of a control diet (CD), CD + 0.01% growth promoting antibiotic, CD + 0.01% eMax (enzymatic probiotic), and CD + 0.5% *Tectona grandis*. The proposed diets with a sub-therapeutic antibiotic, an enzymatic probiotic and teak leaf meal increased ($P \leq 0.05$) live weight compared to the control diet. Likewise, the antibiotic and the phytobiotic decreased feed conversion ($P \leq 0.05$) compared to the control diet and the enzymatic probiotic. Teak leaf meal increased the relative weight of the proventriculus, small intestine, and ceca ($P \leq 0.05$). IgA increased with *Tectona grandis* flour compared to the other experimental treatments ($P \leq 0.05$). Heterophil levels in blood plasma decreased in groups 2 and 4 ($P \leq 0.05$), without statistical differences for lymphocytes ($P > 0.05$), which caused a reduction in the ratio of heterophils and lymphocytes. The use of *Tectona grandis* had the same productive response as the antibiotic, as well as increased the relative weight of some digestive organs and the concentration of IgA and decreased the ratio of heterophiles and lymphocytes in relation to the control diet.

Keywords: Growth promoter, hematology, intestinal morphometry, young bird.

Introducción

El termino aves de corral es el designado a las especies de aves las cuales han sido domesticadas y seleccionadas por su alto potencial para producción de huevo, carne y plumas, entre las explotaciones de aves de corral encontramos pollos para producir carne, gallinas ponedoras, especies de patos, codornices, entre otros FAO (2020a). Alrededor del mundo se crían distintas especies de aves de corral, siendo el pollo el de mayor producción, para el año 2020 se criaron 33,000 millones ejemplares de pollos representando el 94% de la producción de aves de corral, siendo el pollo de engorde con un 90% la carne avícola más producida FAO (2020b).

La industria avícola es probablemente el que cuenta con una mayor y más flexible tasa de crecimiento en todos los sectores de ganadería, el impulsor principal de este mercado es la gran demanda, en los últimos 15 años se ha consolidado y globalizado sin importar los niveles de ingresos de estos, la subsistencia de mil millones de personas pobres en el mundo es gracias a la ganadería (FAO 2013). Muchos agricultores del mundo viven de los ingresos obtenidos a través de las aves de corral, alrededor del 80% de las aves de corral producidas en los países con ingresos bajos y déficit de alimentos corresponde significativamente a: generar empleos, mejorar la nutrición humana, producción de abonos orgánicos para la producción de cultivos (Kpomasse et al. 2021).

En la producción de carne avícola a nivel mundial se ven relacionadas pequeñas granjas que suministran la carne a mercados locales o comercios especializados hasta grandes industrias avícolas que le dan un valor agregado a esta, mientras los primeros que se limitan a pequeña producción muy frecuentemente comercializan su producto por medio de redes de distribución locales (FAO 2020b). El precio en la industria avícola varía mucho, ya que, estos se pueden ver influenciados por las diferentes temporadas del año, existen fechas festivas los cuales el precio puede incrementar, otros factores que pueden afectar son los costos de producción y competencia con otros productores (FAO 2020b).

La mayor parte de la producción de aves domésticas en los países se destinan para comercio local, sin embargo, las exportaciones están creciendo de la mano de grandes industrias las cuales en

su mayoría se encuentran en países desarrollados (FAO 2020b; Chiarelotto et al. 2021). En el año 2020 surgió el efecto pandemia, Honduras se ve afectado en el consumo de carne de pollo, para julio de ese año disminuyó de 24.27 kg per cápita del cierre de 2019 a 18.6 kg per cápita, se estima que entre el 15% y 20% en la caída de producción y comercialización fueron los efectos negativos de esta, esto fue ocasionado por el cierre de los principales canales de distribución (FAO 2020a).

Entre las metas con mayor relevancia en la avicultura, se encuentra la alimentación, en esta se utilizan diversos aditivos así como, antibióticos promotores de crecimiento, para mejorar los parámetros de producción, pero la sobreutilización de estos puede ocasionar resistencia a algunas enfermedades en aves y pueden ocasionar problemas al consumidor como resultado de alguna reacción cruzada con antibióticos que se utilizan en la medicina humana (González-Vázquez et al. 2020; Sugiharto 2021).

En las dietas de la producción avícola se ha incluido en dosis bajas el uso de antibióticos, los cuales actúan como promotores de crecimiento, sin embargo, existen otros efectos como la eficiencia alimenticia y la mortalidad se ve reducida; el efecto de promover el crecimiento de los antibióticos puede ser debido a diferentes causas como: el crecimiento del aparato gastro intestinal de microorganismos que favorecen la síntesis de nutrientes, disminución del crecimiento de microorganismos que destruyen los nutrientes y se favorece la absorción de estos (Singh et al. 2011). En este sentido, clortetraciclina, penicilina, bacitracina, estreptocitosita y avoparcia entre otros son los productos antimicrobianos más utilizados en la industria animal, estas trabajan sobre las bacterias Gram positivas las cuales se alojan en el tubo digestivo del animal, algunos de estos son solamente de uso en dietas de animales, existen de dos tipos los cuales trabajan solamente de forma local y otros que se absorben con facilidad (Singh et al. 2011).

Utilizar estos antibióticos de forma continua puede desarrollar resistencia en los microorganismos provocando fallas por estas razón la Unión Europea ha restringido su uso, la biotecnología ha propuesto el uso de probióticos los cuales son microorganismos que están

desarrollados para el uso en la alimentación, estos son una mezcla de bacterias benéficas y levaduras, estos pueden ser ingeridos directamente o combinados en una dieta alimenticia, entre los probióticos más comunes se encuentran las que son productoras del ácido láctico, los ejemplos más comunes de los probióticos son los siguientes: *Lactobacillus streptococcus*, *Bacillus* spp., levaduras, enzimas y biomasa (Singh et al. 2011). Un producto comercial que puede ser utilizado con diferentes cepas de probióticas y enzimáticas exógenas es eMax 100, el cual ayuda a incrementar la digestibilidad y la utilización de nutrientes en aves de corral (Engrain 2017). Además, otra alternativa para la sustitución de los antibióticos es la adición de fitobióticos en la dieta del ave, que benefician la productividad y el bienestar animal, entre ellas está la hoja de *Tectona grandis*, con propiedades antioxidantes e inmunológicos (Edi et al. 2020). El objetivo de este proyecto especial de graduación fue evaluar dietas nutraceuticas comparado a un antibiótico promotor de crecimiento en el desempeño productivo, peso de los órganos e indicadores hematológicos en pollos de engorde jóvenes.

Materiales y Métodos

Ubicación Experimental

El estudio se realizó en mayo-julio de 2022, en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Universidad Zamorano, ubicado a 30 km al sureste de Tegucigalpa, en el municipio de San Antonio de Oriente, departamento de Francisco Morazán, Honduras. La temperatura media anual es de 26 °C, y la precipitación media es de 1100 mm anuales.

Animales, Tratamientos y Dietas

Un total de 800 pollos de engorde Cobb500™ de 1 día de edad se colocaron según un bloque al azar en jaulas metabólicas para cuatro tratamientos, cuatro replicas y 50 aves por replica durante 10 días. Los tratamientos consistieron en una dieta control (DC), DC + 0.01% de antibiótico promotor de crecimiento, DC + 0.01% de eMax (probiótico enzimático) y DC+0.5% de *Tectona grandis*. Las dietas se formularon según los requerimientos de la línea genética (Cuadro 1).

Cuadro 1

Dietas experimentales para pollos de engorde Cobb500™ (0-10 días).

Ingredientes	Control	Antibiótico promotor de crecimiento	eMax	<i>Tectona grandis</i>
Harina de maíz	51.474	51.474	51.474	51.474
Harina de soya	39.245	39.245	39.245	39.245
Aceite de palma africana	4.755	4.755	4.755	4.755
Cocciostato	0.05	0.05	0.05	0.05
Premezcla	0.30	0.30	0.30	0.30
Enzimas exógenas	0.05	0.05	0.05	0.05
Colina	0.08	0.08	0.08	0.08
Mycofix plus 5.0	0.075	0.075	0.075	0.075
Carbonato de calcio	1.45	1.45	1.45	1.45
Biofost	1.385	1.385	1.385	1.385
Bicarbonato de sodio	0.23	0.23	0.23	0.23
Sal común	0.28	0.28	0.28	0.28
L-Lisina	0.18	0.18	0.18	0.18
DL-Metionina	0.332	0.332	0.332	0.332
L-Treonina	0.114	0.114	0.114	0.114
Antibiótico	0.00	0.01	0.00	0.00
<i>Tectona grandis</i>	0.00	0.00	0.00	0.50
eMAX	0.00	0.00	0.01	0.00
Aportes nutricionales				

Ingredientes	Control	Antibiótico promotor de crecimiento	eMax	<i>Tectona grandis</i>
Energía metabolizable	2975	2975	2975	2975
Proteína cruda	22.00	22.00	22.00	22.00
Ca	0.90	0.90	0.90	0.90
P disponible	0.45	0.45	0.45	0.45
Lisina	1.22	1.22	1.22	1.22
Metionina+cistina	0.91	0.91	0.91	0.91
Treonina	0.83	0.83	0.83	0.83
Valina	0.87	0.87	0.87	0.87
Triptófano	0.22	0.22	0.22	0.22
Na	0.18	0.18	0.18	0.18
Cl	0.16	0.16	0.16	0.16

Condiciones Experimentales

Los pollos de engorde se alojaron en jaulas metabólicas con dimensiones de 0.70 m de ancho × 1 m de largo. El alimento y el agua se ofrecieron *ad libitum* en comedero lineal y en bebedero de niple, respectivamente. Durante los 10 días experimentales, los pollos de engorde recibieron 24 horas de luz con una intensidad de 30-40 lux. Las aves experimentales no recibieron medicamentos ni atención veterinaria terapéutica durante el período experimental.

Desempeño del Crecimiento

Los indicadores del desempeño del crecimiento del pollo de engorde se determinaron durante 10 días. La viabilidad se determinó por animales vivos entre los existentes al inicio del experimento. El consumo de alimento se calculó utilizando el método de oferta y rechazo. El índice de conversión alimenticia se calculó como la cantidad de alimento ingerido, para una ganancia de 1 kg de peso corporal. El peso individual inicial (0 días) y final (10 días) se tomó con una báscula industrial Mettler Toledo IBOA224-15NP (Jiangsu, China) con una precisión de ± 2 g.

Peso Relativo de Órganos Digestivos, Viscerales e Inmunológicos

Al final del experimento (10 días), 20 pollos de engorde por tratamiento se sacrificaron por el método de sangrado de la vena yugular después de seis horas de ayuno (se ofreció agua *ad libitum*). Se tomaron las vísceras (hígado, páncreas y corazón), los órganos inmunes (timo, bazo y bolsa de

Fabricio), los accesorios (proventrículo y molleja) y los intestinos (delgado y ciego) y se utilizó una balanza digital Truweigh™ Blaze digital scale BL-100 -01-BK con una precisión de ± 0.1 g.

Indicadores Hematológicos

El día 10, se realizó un examen hematológico en cuatro pollos de engorde en ayunas por tratamiento. En el sacrificio, se tomaron 10 mL de la vena yugular y se depositó en tubos con anticoagulantes. La fórmula leucocitaria diferencial se determinó por Frotis de Sangre Periférica (PSF), con tinción de Wright y se observó al microscopio con objetivo 100x para la diferenciación de heterófilos, linfocitos y monocitos.

Análisis Estadísticos

Los datos se procesaron por análisis de varianza (ANOVA), de dos vías, en un diseño de bloques al azar. Cuando fue necesario, se utilizó la prueba de Duncan (1955) para determinar las diferencias múltiples entre medias, según el programa estadístico SPSS versión 23.0.

Resultados y Discusión

El Cuadro 2 muestran el efecto de dietas nutraceuticas en el desempeño productivo de pollos de engorde de 10 días de edad. El peso vivo inicial, consumo de alimento y viabilidad no indicaron diferencias entre los tratamientos experimentales ($P \leq 0.05$). Sin embargo, las dietas propuestas con un antibiótico sub-terapéutico, un probiótico enzimático y la harina de hojas de Teca incrementaron ($P \leq 0.05$) el peso vivo en 4.79, 3.05 y 3.36% comparado con la dieta control, respectivamente. Asimismo, los grupos 2 y 4 disminuyeron la conversión alimenticia ($P \leq 0.05$) comparado con la dieta control y el probiótico enzimático.

Cuadro 2

Efecto de promotores de crecimiento en el desempeño productivo de pollos de engorde jóvenes (10 días).

Parámetros	Tratamientos experimentales				EE±	Valor de P
	T1	T2	T3	T4		
Peso vivo inicial (g)	40.50	41.22	40.95	40.32	1.791	0.983
Peso vivo final (g)	194.28 ^b	204.06 ^a	200.39 ^a	201.04 ^a	2.039	0.007
Consumo de alimento (g)	177.70	180.49	181.05	167.16	12.146	0.837
Conversión alimenticia	1.20 ^a	1.08 ^b	1.18 ^a	1.08 ^b	0.031	0.005
Viabilidad (%)	96.00	96.00	96.00	97.00	1.436	0.499

Nota. ^{a,b}Medias con letras diferentes entre tratamientos difieren a $P \leq 0.05$. T1: dieta control (CD); T2: CD + 0.01% de antibiótico promotor de crecimiento; T3: CD + 0.01% de eMax y T4: CD+0.5% de *Tectona grandis*.

Los resultados obtenidos demuestran que con la adición de teca y el tratamiento con antibióticos tuvieron la misma eficiencia, lo cual concuerda con Edi et al. (2018), quienes realizaron un experimento en el que demostraron igualdad entre la adición de antibióticos y la adición de teca para algunos de los parámetros evaluados. Es conocido, que la *Tectona grandis* tiene metabolitos secundarios responsables de actividad biológica, lo que pueden desinflamar el intestino por un efecto antiinflamatorio, lo que provoca mejor la digestibilidad de los nutrientes y la eficiencia alimenticia, como fue encontrada en este estudio. Además, esta planta medicinal, tiene una caracterización mineral aceptable, como hierro, cobre, fósforo, calcio y magnesio (Báez 2018) lo que beneficia al animal, al aumentar la biodisponibilidad de estos nutrientes esencial, que a su vez repercuten en el

peso vivo final. Destacar, que el eMax tuvo la misma respuesta que las otras dietas nutracéuticas, lo que los probióticos basado en *Bacillus subtilis*, al parecer tuvieron una respuesta al nivel del intestino delgado, lo que mejora la velocidad de pasaje y absorción de los nutrientes, en otros trabajos experimental, este probiótico provoca un mayor consumo de alimento, quizás debido a que las aves debieron consumir más alimento para equilibrar la energía metabolizable, es necesario realizar otros estudios con este productos para dilucidar la liberación energética en pollos jóvenes (Engrain 2017). Esto concuerda con Skvortasova et al. (2018), quienes encontraron que la adición de probióticos mejoró la asimilación de nutrientes, lo que provocó una mejor respuesta inmune y productiva.

En el Cuadro 3, se observa el efecto de las dietas nutracéuticas en el peso de los órganos viscerales, digestivos e inmunes. El peso relativo del timo, bolsa de Fabricio, bazo, hígado, páncreas, molleja, corazón y grasa abdominal no cambió por efecto de las dietas experimentales ($P > 0.05$). No obstante, el grupo dietética con la harina de hojas de *Tectona grandis* incrementó el peso relativo del proventrículo, intestino delgado y ciegos, comparado con la dieta control ($P \leq 0.05$).

Cuadro 3

Efecto de promotores de crecimiento (naturales y sintéticos) en el peso relativo de los órganos de pollos de engorde jóvenes (10 días)

Peso relativo (%)	Tratamientos experimentales				EE±	Valor de P
	T1	T2	T3	T4		
Timo	0.25	0.24	0.24	0.24	0.017	0.944
Bolsa de Fabricio	0.17	0.15	0.16	0.17	0.009	0.567
Bazo	0.10	0.10	0.10	0.09	0.008	0.767
Hígado	3.14	3.04	3.13	3.18	0.072	0.577
Páncreas	0.54	0.55	0.52	0.52	0.024	0.685
Proventrículo	1.00 ^b	0.99 ^b	1.08 ^{ab}	1.17 ^a	0.040	0.006
Molleja	3.24	3.19	3.26	3.43	0.079	0.176
Intestino delgado	6.00 ^b	6.48 ^b	7.06 ^b	10.91 ^a	0.831	0.022
Ciegos	1.04 ^b	1.03 ^b	1.09 ^{ab}	1.24 ^a	0.037	0.011
Corazón	0.70	0.68	0.71	0.70	0.018	0.794
Grasa abdominal	0.28	0.31	0.34	0.34	0.034	0.561

Nota .^{a,b}Medias con letras diferentes entre tratamientos difieren a $P \leq 0.05$. T1: dieta control (CD); T2: CD + 0.01% de antibiótico promotor de crecimiento; T3: CD + 0.01% de eMax y T4: CD+0.5% de *Tectona grandis*.

Los órganos inmunes no cambiaron en los grupos experimentales (Cuadro 3), al parecer estos tratamientos tuvieron un efecto antimicrobiano más marcado, sin embargo, es necesario realizar más experimentos para dilucidar el efecto de estos nutracéuticos en la variación de los órganos inmunes, considerando que hubo un incremento de inmunoglobulina A en sangre. Destacar, que el timo es una glándula que se encarga de la diferenciación y desarrollo de los linfocitos T, responsables de la inmunidad celular y la bolsa de Fabricio se encarga de la maduración y diferenciación de los linfocitos B que presentan memoria inmunológica específica Maldonado Bernal et al. (2010), así como el bazo que es un órgano linfoide secundario, sus funciones son captar los antígenos circulantes en la sangre, activar los macrófagos y controlar la inmunidad del ave (Scanes 2015).

Asimismo, tampoco se encontraron cambios en las vísceras digestivas, al parecer no tiene efecto en la producción de enzimas digestivas, porque el hígado y páncreas, se conoce que como órganos viscerales con funciones comunes; el hígado es considerado la glándula de mayor tamaño en el sistema endocrino (Soto Piñeiro y Bert 2010). Cabe destacar, que el páncreas es la víscera con el mayor coeficiente de variación debido a que este órgano tiene una función exocrina y endocrina, importante para la producción de la insulina y las enzimas tripsina, quimio tripsina y amilasa pancreática importante para digestibilidad del almidón y proteínas (Jaramillo 2012).

Al parecer, el uso de la planta medicinal provocó el crecimiento alométrico del proventrículo, intestino delgado y ciego (Cuadro 3). Según Huang DS. et al. (2006) la granulometría y el contenido de fibra cruda del alimento influye directamente en la morfología de los órganos digestivos. Los órganos digestivos y accesorios, como el proventrículo, molleja, intestino delgado y ciegos variar principalmente debido a la composición química, calidad, cantidad y forma de presentación de la dieta suministrada (Martínez et al. 2021).

El Cuadro 4 muestra el efecto de las dietas nutracéuticas en los indicadores sanguíneos de los pollos de engorde. La IgA incrementó en el grupo 4 con la harina de *Tectona grandis* comparado a los otros tratamientos experimentales ($P \leq 0.05$). Cabe destacar, que el tratamiento con el antibiótico

redujo ($P \leq 0.05$) significativamente esta inmunoglobulina. Los niveles de heterófilos en el plasma sanguíneo disminuyeron en los grupos 2 y 4 ($P \leq 0.05$), sin diferencias estadísticas para los linfocitos ($P > 0.05$), lo que provocó una reducción de la relación de heterófilos y linfocitos, considerados los indicadores de estrés.

Cuadro 4

Efecto de promotores de crecimiento en indicadores sanguíneos de pollos de engorde jóvenes (10 días).

Indicadores	Tratamientos experimentales				EE±	Valor de P
	T1	T2	T3	T4		
IgA (mg/dl)	79.50 ^b	55.66 ^c	69.69 ^{bc}	90.83 ^a	8.974	0.045
Heterófilos (%)	17.50 ^a	9.00 ^b	18.50 ^a	9.50 ^b	1.224	0.011
Linfocitos (%)	71.75	78.50	73.00	72.50	4.943	0.763
Heterofilos/linfocitos (%)	0.25 ^a	0.12 ^b	0.23 ^a	0.14 ^b	0.062	0.018

Nota. ^{a,b,c}Medias con letras diferentes entre tratamientos difieren a $P \leq 0.05$. T1: dieta control (CD); T2: CD + 0.01% de antibiótico promotor de crecimiento; T3: CD + 0.01% de eMax y T4: CD+0.5% de *Tectona grandis*.

Existen tres grandes isotipos de anticuerpos en aves, sin embargo el más importante desde el punto de vista digestivo es el la IgA que se encuentra en las secreciones externas como la vesícula biliar y el oviducto (Sanders y Case 1977). El uso de 0.50% del polvo de hojas de la *T. grandis* incrementó la concentración de IgA comparado con los otros tratamientos, esta Ig es la encargada de proteger el sistema digestivo del ave y es la primera línea de defensa para evitar la adhesión de agentes patógenos. Presenta una gran inmuoactividad contra bacterias, virus y autoantígenos. La IgA secretora de las células B contribuye al mantenimiento de bacterias comensales/simbióticas en el intestino, además de proteger las superficies mucosas contra patógenos (Hodgkinson et al. 2017). La IgA secretora tiene múltiples mecanismos para la defensa de la mucosa, incluida la exclusión inmunitaria, la prevención de la unión microbiana y la neutralización del antígeno (Mirhoseini et al. 2018).

En este sentido, Edi et al. (2018) encontraron que la *Tectona grandis* tiene una alta concentración de flavonoides, antocianinas y antioxidantes. Los flavonoides y antocianinas tienen una

alta actividad antioxidante, los cuales impiden daños de los radicales libres. Además, la hoja de teca tiene otras funciones farmacéutica como efecto antibacteriano, antifúngico, antioxidante, entre otros, los cuales contribuyen con el sistema de defensa del organismo animal (Khera y Bhargava 2013). Además, en el T3 (CD + 0.01% de eMax) se observan datos similares a los encontrados por Skvortasova et al. (2018) donde no se demostraron diferencias significativas con la adición de probióticos y el control en los parámetros sanguíneos en los pollos de engorde.

Conclusiones

Las dietas nutracéuticas con un probiótico enzimático y las hojas de *Tectona grandis* promovieron el crecimiento comparado con una dieta sin antibióticos, sin embargo, la eficiencia alimenticia solo se encontró con el fitobiótico, sin afectar el consumo de alimento y la viabilidad en pollos de engorde.

La harina de hojas de *Tectona grandis* modificó el peso relativo del proventrículo, intestino delgado y ciegos con relación a la dieta control, los otros órganos no cambiaron por efecto de las dietas experimentales en pollos de engorde.

La harina de hojas de *Tectona grandis* aumentó la concentración de la IgA y con el antibiótico disminuyeron la relación de heterófilos y linfocitos en pollos de engorde.

Recomendaciones

Realizar un estudio fitoquímico a las hojas de la *Tectona grandis* para caracterizar los metabolitos secundarios responsables de la actividad biológica en pollos de engorde.

Realizar estudios in vitro para conocer el efecto antimicrobiano, antioxidante y antiinflamatorio de las hojas de *Tectona grandis*.

Utilizar otras dosificaciones de la hoja de teca en la dieta para dilucidar la mejor eficiencia alimenticia en los pollos de engorde.

Realizar un estudio económico para conocer la rentabilidad de la dieta con *Tectona grandis* en la productividad de los pollos de engorde.

Referencias

- Báez E. 2018. Producción y aporte de nutrientes en la hojarasca de las especies abarco (*Cariniana piryformis* M), *teca* (*Tectona grandis* L.f.) y cacao (*Theobroma cacao* L.) en un sistema agroforestal en los municipios de Rionegro, Santander y Muzo, Boyacá [Tesis de maestría]. Bogotá, Colombia: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales; [consultado el 4 de oct. de 2022]. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/1026>.
- Chiarelto M, Restrepo JCPS, Lorin HEF, Damaceno FM. 2021. Composting organic waste from the broiler production chain: A perspective for the circular economy. *Journal of Cleaner Production*. 329:129717. doi:10.1016/j.jclepro.2021.129717.
- Edi DN, Natsir M, Djunaedi I. 2018. Pengaruh penambahan ekstrak daun jati (*Tectona grandis* linn. F) dalam pakan terhadap performa ayam petelur. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*. 1(1):33–44. doi:10.21776/ub.jnt.2018.001.01.5.
- Edi DN, Natsir MH, Djunaedi IH. 2020. Profil Darah Ayam Petelur yang Diberi Pakan dengan Penambahan Fitobiotik Ekstrak Daun Jati (*Tectona grandis* Linn. f). *Jurnal Peternakan*. 17(2):96. doi:10.24014/jupet.v17i2.10130.
- Engrain. 2017. Optimizando la salud y performance de aves mediante el uso de mayor cantidad de sub productos de molienda en la dieta. [sin lugar]; [consultado el 4 de oct. de 2022].
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. 2013. Revisión del desarrollo avícola 2013. [sin lugar]; [consultado el 4 de oct. de 2022]. <https://www.fao.org/3/i3531s/i3531s.pdf>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. 2020a. Especies de aves de corral: Producción y Productos avícolas. [sin lugar]; [consultado el 4 de oct. de 2022]. fao.org/poultry-production-products/production/poultry-species/es/.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. 2020b. Mercados y comercio: Producción y productos avícolas. [sin lugar]; [consultado el 4 de oct. de 2022]. www.fao.org/poultry-production-products/socio-economic-aspects/markets-trade/es/.
- González-Vázquez A, Ponce-Figueroa L, Alcivar-Cobeña J, Valverde-Lucio Y, Gabriel-Ortega J. 2020. Suplementación alimenticia con promotores de crecimiento en pollos de engorde Cobb 500. *J. Selva Andina Anim. Sci*. 7(1):3–16. doi:10.36610/j.jsaas.2020.070100003.
- Hodgkinson AJ, Cakebread J, Callaghan M, Harris P, Brunt R, Anderson RC, Armstrong KM, Haigh B. 2017. Comparative innate immune interactions of human and bovine secretory IgA with pathogenic and non-pathogenic bacteria. *Dev Comp Immunol*. 68:21–25. doi:10.1016/j.dci.2016.11.012.
- Huang DS, Li DF, Xing JJ, Ma YX, Li ZJ, Lv SQ. 2006. Effects of feed particle size and feed form on survival of *Salmonella typhimurium* in the alimentary tract and cecal *S. typhimurium* reduction in growing broilers. *Poult Sci*. 85(5):831–836. doi:10.1093/ps/85.5.831.
- Jaramillo ÁH. 2012. Evaluación de la mezcla de un ácido orgánico y un prebiótico en los parámetros productivos y alométricos de pollos de engorde con alimentación controlada. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*;

- [consultado el 4 de oct. de 2022]. 5(1):52–66. <http://revistas.ut.edu.co/index.php/ciencianimal/article/view/126/125>.
- Khera N, Bhargava S. 2013. Phytochemical and pharmacological evaluation of *Tectona Grandis L.* International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences; [consultado el 4 de oct. de 2022]. 5(3). https://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture/Arbres-Bois-de-Rapport-Reforestation/FICHES_ARBRES/teck-tectonia%20grandis/composes-chimiques/phytochemical%20and%20pharmacological%20evaluation%20of%20tectona%20grandis.pdf.
- Kpomasse CC, Oke OE, Houndonougbo FM, Tona K. 2021. Broiler production challenges in the tropics: A review. *Vet Med Sci.* 7(3):831–842. eng. doi:10.1002/vms3.435.
- Maldonado Bernal C, Gómez Verduzco G, Ávila González E, López Coello C. 2010. El sistema inmune digestivo en las aves. *Investigación y Ciencia*; [consultado el 4 de oct. de 2022]. 18(48):9–16. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67413203003>.
- Martínez Y, Altamirano E, Ortega V, Paz P, Valdivié M. 2021. Effect of Age on the Immune and Visceral Organ Weights and Cecal Traits in Modern Broilers. *Animals (Basel)*. 11(3). eng. doi:10.3390/ani11030845.
- Mirhoseini A, Amani J, Nazarian S. 2018. Review on pathogenicity mechanism of enterotoxigenic *Escherichia coli* and vaccines against it. *Microb Pathog.* 117:162–169. eng. doi:10.1016/j.micpath.2018.02.032.
- Sanders BG, Case WL. 1977. Chicken secretory immunoglobulin: chemical and immunological characterization of chicken IgA. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry.* 56(3):273–278. doi:10.1016/0305-0491(77)90015-3.
- Scanes C. 2015. *Sturkie's avian physiology*. Sixth edition. London, England: Academic Press. 1055 p. ISBN: 9780124071605; [consultado el 4 de oct. de 2022]. <http://site.ebrary.com/%E2%80%8Blib/%E2%80%8Balltitles/%E2%80%8BdocDetail.action?docID=10888773>.
- Singh K, Kallali B, Kumar A, Thaker V. 2011. Probiotics: A review. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine.* 1(2):S287-S290. doi:10.1016/S2221-1691(11)60174-3.
- Skvortasova L, Andrey Georgievich Koshchaev, Vyacheslav Ivanovich Shcherbatov, Ivanovich Fisinin, Irina Pavlovna Saleeva, Svetlana Failevna Sukhanova. 2018. The use of probiotics for improving the biological potential of broiler chickens. *International Journal of Pharmaceutical Research*; [consultado el 4 de oct. de 2022]. 10(4). https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/58402063/Skvortasova_290979-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1659332842&Signature=Lymi~TKym-Z~MiUshrNDLfQ4C8kwF29516cjJuiq2wG26LYry-Vzk4fXuZn3zUHKdy8Dwln3uTgevDfBYIQGxBlqCqo94StJ62EmnfVY7E0n4cSWd0K9P8VPW8XB5xgRKSEHLqfWY31mXrutlr0CIKZTSKwAetXIRHKjUpinHgX~ZEQ8p-7rwVRY1Q5hdVJLF4-LHQwBmobjdAv2C7xReaZ~AeRKF5Mrji1BZPgJqHMiPtYvcl8VktgStHlfo31Y7dYdFLew-RE5TN3SYoQFd5oizU3rmUDkT9v7RkQjj7vRmiCOXiXuB8VeKzvn~6Ea8fSddJ2omCDhRSrRkNBw__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA.
- Soto Piñeiro CJ, Bert E. 2010. Valoración de las afectaciones hepáticas en aves ornamentales. *Revista Electrónica de Veterinaria*; [consultado el 4 de oct. de 2022]. 11(11B):1–16. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63617152004>.

Sugiharto S. 2021. Herbal supplements for sustainable broiler production during post antibiotic era in Indonesia - an overview. Livestock Research for Rural Development; [consultado el 4 de oct. de 2022]. 33. http://www.lrrd.org/lrrd33/8/33103sgh_u.html.

Anexos

Anexo A

Pollos de 1 día de edad en jaulas metabólicas.



Anexo B*Preparación de dietas.*

Anexo C

Toma de peso vivo final



Anexo D

Recolección muestra de sangre.



Anexo E

Peso de órganos.

