

Inclusión de harina de cayeno (*Hibiscus rosa-sinensis*), cajeto (*Trichanthera gigantea*) y probiótico (*Saccharomyces cerevisiae*), sobre los parámetros productivos y digestibilidad en pollos de engorde

Inclusion of cayenne flour (*Hibiscus rosa-sinensis*), cajeto (*Trichanthera gigantea*) and probiotic (*Saccharomyces cerevisiae*), on the productive parameters and digestibility in broilers

Inclusão de farinha de caiena (*Hibiscus rosa-sinensis*), cajeto (*Trichanthera gigantea*) e probiótico (*Saccharomyces cerevisiae*), nos parâmetros produtivos e digestibilidade em frangos de corte

Fonseca Hernández Fabio Santiago¹ Roa Vega María Ligia²

¹Medico Veterinario y Zootecnista, Universidad de los Llanos ² Zootecnista MSc,
docente Universidad de los Llanos

mroa@unillanos.edu.co

Recibido 6 de abril de 2022. Aceptado 05 de septiembre 2022

RESUMEN

El desarrollo de tecnologías de alimentación en aves, ha mejorado la eficiencia, favoreciendo el proceso productivo; esta evolución ha hecho que las fábricas de alimentos balanceados aumenten rápidamente su cobertura y costo, lo cual afecta directamente a los productores, por lo tanto, se ha creado la necesidad de buscar nuevas alternativas de nutrición más económicas, utilizando recursos disponibles como los árboles y arbustos forrajeros. El objetivo del trabajo fue determinar si el reemplazo de concentrado por dos harinas mezcladas: cayeno (*Hibiscus rosa-sinensis*) y cajeto (*Trichanthera gigantea*) con y sin probiótico (*Saccharomyces cerevisiae*) en la dieta de pollos de engorde (CP Y SP respectivamente), genera cambios en parámetros productivos y digestibilidad de nutrientes; para esto el estudio se realizó en Villavicencio, Meta, en la Granja Barcelona de la Universidad de los Llanos, con 108 pollos que se alimentaron durante los primeros 15 días con

una dieta basada en alimento balanceado comercial de iniciación según las raciones indicadas para la línea Cobb 500; a partir del día 16 se suministraron las dietas preparadas para este proyecto las cuales incluyeron alimento balanceado comercial (CC) molido para obtener el alimento en polvo para homogenizarlo con la harina de cayeno (HCY) y cajeto (HCJ), en niveles de reemplazo del 5 y 10% con y sin probiótico, de la siguiente manera; T1:CC, T3: CC + 2,5% de HCY + 2,5% de HCJ; T5: CC + 5% de HCY + 5% de HCJ; todos sin probiótico (SP), y T2, T4 y T6 respectivamente iguales a T1, T3 y T5 pero adicionando probiótico (CP). Se implementó un diseño estadístico completamente al azar, con arreglo factorial: dos niveles de probiótico (SP y CP), tres de inclusión de la mezcla de harinas de cayeno y cajeto: (0, 5 y 10%), tres replicas por tratamiento, cada una con seis unidades experimentales. Las variables a evaluar fueron: coeficientes de digestibilidad (COD) de la materia seca (MS), proteína cruda, grasa, extracto no nitrogenado (ENN), fibra cruda (FC), fibra detergente neutro (FDN) y Fibra detergen ácido (FDA), nutrientes digestibles totales (NDT), energía digestible (ED) y energía metabolizable (EM), consumo de alimento, aumento de peso, conversión alimenticia y valor biológico de la proteína (VBP); para lo cual luego de verificar la normalidad de los datos se realizó un ANOVA y posteriormente la comparación múltiple de media se realizó con el Test de Duncan. La inclusión de (HCY y HCJ) con y sin probiótico en la dieta de pollos de engorde bajo las condiciones controladas del estudio, mostró que la utilización de probiótico (*Saccharomyces cerevisiae*) mejora indicadores productivos como ganancia de peso, peso total final y consumo de alimento; cabe resaltar que en el caso de conversión alimenticia se observaron variaciones en los resultados, exhibiendo beneficios del probiótico solo para el tratamiento concentrado comercial CP, sumado a esto se observa que las dietas de 5 y 10% de HCY y HCJ que incluyen el uso de probiótico incrementan los resultados referentes a coeficientes de digestibilidad comparados con las dietas que no incluyen probiótico.

Palabras clave: aves de corral, arbustivas, arboles, suplementación, ganancia de peso.

ABSTRACT

The development of poultry feeding technologies has improved efficiency, favoring the production process; This evolution has caused balanced food factories to rapidly increase their coverage and cost, which directly affects producers, therefore, the need has been created to look for new, cheaper nutrition alternatives, using available resources such as trees and forage shrubs. The objective of the work was to determine if the replacement of concentrate by two mixed meals: cayenne (*Hibiscus rosa-sinensis*) and cajeto (*Trichanthera gigantea*) with and without probiotic (*Saccharomyces cerevisiae*) in the diet of broilers (WP and WOP respectively) , generates changes in productive parameters and nutrient digestibility; For this, the study was carried out in Villavicencio, Meta, at the Barcelona Farm of the Universidad de los Llanos, with 108 chickens that were fed during the first 15 days with a diet based on commercial balanced starter feed according to the rations indicated for the line. cob 500; Starting on day 16, the diets prepared for this project were supplied, which included commercial balanced feed (CBF) ground to obtain the powdered feed to homogenize it with the cayenne (CYF) and cajeto (CJF) flour, at replacement levels of the 5 and 10% with and without probiotic, as follows; T1: CBF, T3: CBF + 2.5% CYF + 2.5% CJF; T5: CBF + 5% CYF + 5% CJF; all without probiotic (WOP), and T2, T4 and T6 respectively equal to T1, T3 and T5 but adding probiotic (WP). A completely randomized statistical design was implemented, with a factorial arrangement: two levels of probiotic (WP and WOP), three of inclusion of the mixture of cayenne and cajeto flours: (0, 5 and 10%), three replicates per treatment, each with six experimental units. The variables to be evaluated were: digestibility coefficients (DCO) of dry matter (DM), crude protein, fat, non-nitrogenous extract (NNE), crude fiber (CF), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (FDA).), total digestible nutrients (TDN), digestible energy (DE) and metabolizable energy (ME), feed intake, weight gain, feed conversion and biological value of protein (VPB); For which, after verifying the normality of the data, an ANOVA was carried out and subsequently the multiple comparison of the mean was carried out with the Duncan Test. The inclusion of (CYF and CJF) with and without probiotic in the diet of

broilers under the controlled conditions of the study, showed that the use of probiotic (*Saccharomyces cerevisiae*) improves productive indicators such as weight gain, final total weight and consumption of food; It should be noted that in the case of feed conversion, variations in the results were observed, showing benefits of the probiotic only for the commercial concentrated treatment WP, added to this, it is observed that the diets of 5 and 10% of CYF and CJF that include the use of probiotic increase the results referring to digestibility coefficients compared to diets that do not include probiotic.

Keywords: poultry, shrubs, trees, supplementation, weight gain.

RESUMO

O desenvolvimento de tecnologias de alimentação de aves melhorou a eficiência, favorecendo o processo produtivo; Essa evolução fez com que as fábricas de alimentos balanceados aumentassem rapidamente sua cobertura e custo, o que afeta diretamente os produtores, por isso, criou-se a necessidade de buscar novas alternativas nutricionais mais baratas, utilizando recursos disponíveis como árvores e arbustos forrageiros. O objetivo do trabalho foi determinar se a substituição do concentrado por duas refeições mistas: pimenta caiena (*Hibiscus rosa-sinensis*) e cajeto (*Trichanthera gigantea*) com e sem probiótico (*Saccharomyces cerevisiae*) na dieta de frangos de corte (CP e SP respectivamente), gera alterações nos parâmetros produtivos e na digestibilidade dos nutrientes; Para isso, o estudo foi realizado em Villavicencio, Meta, na Fazenda Barcelona da Universidad de los Llanos, com 108 frangos que foram alimentados durante os primeiros 15 dias com uma dieta baseada em ração inicial balanceada comercial de acordo com as rações indicadas para a linha espiga 500; A partir do 16º dia, foram fornecidas as dietas preparadas para este projeto, que incluíam ração comercial balanceada (CC) moída para obtenção da ração em pó para homogeneização com as farinhas de caiena (HCY) e cajeto (HCJ), em níveis de substituição do 5 e 10% com e sem probiótico, conforme segue; T1: CC, T3: CC + 2,5% HCY + 2,5% HCJ; T5: CC + 5% HCY + 5% HCJ; todos sem probiótico (SP), e T2, T4 e T6 respectivamente iguais a T1, T3 e T5 mas com adição de probiótico (CP). Foi implementado um delineamento estatístico inteiramente

casualizado, com arranjo fatorial: dois níveis de probiótico (SP e CP), três de inclusão da mistura de farinhas de caiena e cajeto: (0, 5 e 10%), três repetições por tratamento, cada com seis unidades experimentais. As variáveis a serem avaliadas foram: coeficientes de digestibilidade (DQO) da matéria seca (MS), proteína bruta, gordura, extrato não nitrogenado (ENN), fibra bruta (FC), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), nutrientes digestíveis totais (NDT), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM), consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e valor biológico da proteína (VBP); Para isso, após verificar a normalidade dos dados, foi realizada uma ANOVA e posteriormente foi realizada a comparação múltipla da média com o Teste de Duncan. A inclusão de (HCY e HCJ) com e sem probiótico na dieta de frangos de corte nas condições controladas do estudo, mostrou que o uso de probiótico (*Saccharomyces cerevisiae*) melhora indicadores produtivos como ganho de peso, peso total final e consumo de ração. ; Cabe ressaltar que no caso da conversão alimentar, foram observadas variações nos resultados, mostrando benefícios do probiótico apenas para o tratamento concentrado comercial CP, somado a isso, observa-se que as dietas de 5 e 10% de HCY e HCJ que incluem o uso de probiótico aumentam os resultados referentes aos coeficientes de digestibilidade em comparação com dietas que não incluem probiótico.

Palavras-chave: aves, arbustos, árvores, suplementação, ganho de peso.

INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta la situación del sector avícola a nivel nacional, los índices y gastos de producción son altos costos de los rubros de alimentación, lo cual representa un aproximado 71% y la dificultad de conseguir materias primas tradicionales como son soya y maíz, se estudia la posibilidad del uso e incorporación de materias primas alternativas, que estén disponibles a nivel local, como la principal opción para reducir costos de la nutrición en las producciones avícolas (Orozco *et al.*, 2004).

y por otro lado la disponibilidad de alimentos de bajo precio y alta calidad es fundamental para que la producción avícola pueda aumentar y seguir siendo

competitiva, para lograr satisfacer la demanda de proteína animal. La situación actual del sector avícola muestra una dependencia directa por los movimientos económicos directamente relacionados con la adquisición de materias primas para la elaboración de alimentos, de material genético animal y de otros insumos (Friedman *et al.* 2010). Lo cual afecta de forma directa los costos productivos de los avicultores, y en consecuencia lleva al aumento el nivel de inversión con repercusiones en las producciones tanto familiares como explotaciones comerciales intensivas; todo esto termina generando vulnerabilidad en el sector avícola, el cual es considerado como una de las fuertes opciones para garantizar la seguridad y soberanía alimentaria en el departamento y en el país; por lo anteriormente mencionado, las materias primas para la nutrición es uno de los eslabones más fuertes en la cadena del sector avícola nacional (Bohórquez, 2014).

Históricamente, el sector avícola ha evolucionado a través de tres sistemas: los tradicionales, que consisten en la cría de parvadas familiares de aves de corral compuestas por animales que se alimentan de desechos y aves de traspatio; los semicomerciales de pequeña escala, y los comerciales de gran escala; cada uno de ellos con una metodología propia, puesto que difieren notablemente en cuanto a inversión, tipo de aves utilizadas, nivel de cría e insumos como los alimentos. En la cría de aves de corral, los recursos alimenticios, la alimentación y las necesidades de alimento también varían considerablemente en función del sistema utilizado (Ravindran, 2018).

El continuo crecimiento de la productividad de los pollos de engorde comerciales es un reflejo del complejo enfoque de coordinación adoptado por los criadores para maximizar el rendimiento, quienes han efectuado una selección de aves basada en características tales como la tasa de crecimiento, el rendimiento de la carne de pechuga, la eficiencia en la utilización de los alimentos, la calidad del esqueleto, el funcionamiento del corazón y el pulmón, y la adaptabilidad a distintos entornos, lo cual ha tenido efectos positivos notables en el bienestar de las aves, así como en el impacto ambiental de la producción. Durante los últimos años, ha habido un aumento notable en la demanda de carne de ave debido a su bajo

costo, buen perfil nutricional e idoneidad para su posterior procesamiento; además, las previsiones y proyecciones actuales han pronosticado que la expansión del mercado avícola continuará en el futuro (Petracci, *et al.* 2015).

La avicultura comprende las actividades de producción de huevos y carnes de aves; en Colombia ha tenido un crecimiento constante desde mediados del siglo XX, resultado del fortalecimiento institucional, organizacional y tecnológico. Las instituciones se han encargado de capacitar, controlar y financiar a empresarios, técnicos, granjeros e inversionistas para el montaje de granjas avícolas comerciales. Las empresas con su agremiación han promovido el crecimiento, competitividad y sostenibilidad, mediante acompañamientos tecnológicos, sanitarios, de inocuidad, capacitación e investigación. La introducción de tecnologías en genética e instalaciones lograron el incremento de la producción de manera eficiente y rentable, que, gracias al incremento de la oferta y disminución del precio, permitió la masificación del consumo de huevo y pollo, siendo hoy en día una de las principales fuentes de proteína para los colombianos (Aguilera, 2014).

La alimentación constituye el costo variable más alto en la producción avícola, y representa al menos el 60% de esos costos, especialmente en un sistema de cría intensiva. El consumo de energía es un factor esencial en la producción de pollos de engorde debido a su participación en la tasa de crecimiento, la calidad de la carcasa y su papel en el desarrollo de ciertas enfermedades metabólicas (Ahiwe *et al.*, 2018). La influencia del factor económico en el sector avícola ha sido uno de los principales desafíos a enfrentar por parte de los avicultores y fabricantes de piensos, teniendo como principal objetivo una reducción efectiva en el costo de la producción de aves de corral y un consecuente producto final de alta calidad. Varios factores, como el genotipo, la composición de la dieta, el contenido de nutrientes digeribles, la relación de energía/proteína, la forma de alimentación, el procesamiento de la alimentación, el medio ambiente y la enfermedad podrían afectar el costo de producción y la calidad del producto avícola al influir en la ingesta de alimento, la ganancia de peso corporal y la tasa de conversión de alimento. El aumento continuo en el costo de los ingredientes para la elaboración

de alimentos para aves (especialmente las fuentes de energía) ha obligado a algunos agricultores, así como a los fabricantes de alimentos, a utilizar ingredientes de alimentos de baja calidad, esta práctica ha dado como resultado un bajo consumo de alimento, aumento de peso y calidad de la carne (Ahiwe *et al.*, 2018).

Tomando como referente el enfoque nutricional como parámetro primordial del proceso productivo de pollos de engorde es apropiado analizar los procesos de formulación de dietas y las materias primas, justificado tanto por la oferta de materias primas para suplir los requerimientos nutricionales como por el factor económico que los relaciona directamente. Entre los dos extremos representados por los sistemas de producción tradicionales y comerciales están los sistemas semicomerciales, caracterizados por parvadas de pequeño a mediano tamaño (50 a 500) de aves locales, cruces o genotipos mejorados, y por la compra de al menos una parte de la alimentación a productores de piensos balanceados comerciales (Ravindran, 2018). En este sistema pueden utilizarse varias estrategias de alimentación en la granja realizando mezclas adecuadas de materias primas para obtener raciones completas, utilizando ingredientes para piensos comprados localmente con disponibilidad, combinando los piensos comerciales con los ingredientes o materias primas locales, y la mezcla de alimentos balanceados comerciales con granos enteros o ingredientes locales (Ravindran, 2018).

La mayoría de las especies de aves de corral son omnívoras, lo que en términos nutricionales significa que tienen un aparato digestivo simple con ciego no funcional. En los pollos de carne de crecimiento rápido, en menos de tres horas el alimento pasa de la boca a la cloaca y los nutrientes son digeridos y absorbidos; para compensar el tracto digestivo relativamente corto y el rápido tránsito de la digestión, es preciso suministrar a las aves de alto rendimiento dietas de fácil digestión y ricas en nutrientes (FAO, 2013). En los últimos años, los cambios genéticos en el crecimiento y la capacidad de transformación de los alimentos también han transformado la fisiología de las aves; en consecuencia, las necesidades de nutrientes y el manejo nutricional han cambiado a su vez para

poder satisfacer el potencial genético de las nuevas líneas. El elevado potencial genético de las líneas de aves de corral actuales solo se puede alcanzar con alimentos adecuadamente formulados, altamente digestibles y con adecuados contenidos proteicos y energéticos.

En las aves de corral, más específicamente en las aves de rápido crecimiento existe la posibilidad de observar de manera casi inmediata los cambios relacionados de forma directa con la nutrición, lo que ha sido aprovechado con gran beneficio por la industria comercial avícola al momento de crear procesos de mejoramiento en aspectos de crecimiento, rendimiento de la canal y producción de huevos. Las aves de corral obtienen la energía y los nutrientes necesarios a través de la digestión de los alimentos naturales, pero los minerales, las vitaminas y algunos de los principales aminoácidos esenciales (lisina, metionina, treonina y triptófano) a menudo se suministran como suplementos sintéticos. El nivel de energía en la dieta es un factor determinante de la ingesta de alimento por las aves; cuando este nivel cambia, el consumo de alimento también lo hace, y por lo tanto es preciso modificar las especificaciones de otros nutrientes para mantener la ingesta necesaria; por esta razón, el nivel de energía alimentaria se utiliza a menudo como punto de partida en la formulación práctica de dietas para aves de corral (Ravindran, 2018).

Los árboles multipropósito son ejemplo de un inmenso potencial natural en las regiones tropicales del mundo, aquellos con potencial forrajero destacan dentro de dicho potencial, que se magnifica en las regiones tropicales y que paradójicamente ha sido pobremente investigado, pese a la urgente necesidad de proteína para los animales domésticos que utiliza el hombre.

Entre los factores más importantes a tener en cuenta para considerar si una especie determinada tiene potencial para usarla en alimentación animal están: Presencia de plantas arbustivas y arbóreas consumidas por animales en ecosistemas naturales o agroecosistemas, identificación de especies utilizadas tradicionalmente por comunidades locales para alimentar sus animales, introducción de especies estudiadas en otros países tropicales y estudio de plantas locales con afinidad genética, además de una caracterización de este

material que incluye valores obtenidos en parámetros nutricionales. El follaje de *Hibiscus rosa-sinensis* es un arbusto perenne, herbáceo o leñoso, cuyo origen es Asia tropical, por lo cual es una planta introducida. Pertenece a la familia Malvaceae compuesta por ochenta y dos géneros; *Hibiscus* es el más amplio dentro de la misma, con más de 200 especies de arbustos, entre 142 y 210 gr de PC por kg de MS, su digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) es superior al 70% y la concentración de paredes celulares oscila entre 30 y 35%. (Sosa *et al.*, 2004).

Trichanthera gigantea es un arbusto de la familia Acanthaceae aparentemente originario del norte de la cordillera de los Andes. Particularmente en Colombia es muy conocida por los campesinos debido a sus propiedades medicinales, se caracteriza por un amplio rango de adaptación, rusticidad, fácil propagación, alta producción de materia verde, además de su aceptación por diversas especies animales incluyendo monogástricos como aves, cerdos y conejos, así como ruminantes (López y Zeledon, 2016).

Dentro de las principales actividades relacionadas con la nutrición animal y las biotecnologías implementadas para fortalecer diferentes aspectos de la producción se puede contar con opciones como implementación de nuevos ingredientes, algunos de síntesis, otros como aditivos para alimentos animales (antimicrobianos, aminoácidos cristalinos, enzimas para alimentación animal) y potenciadores del ecosistema intestinal (probióticos y prebióticos) (FAO, 2013).

En la actualidad, la preocupación mundial sobre el desarrollo de la resistencia a los antimicrobianos y sobre la transferencia de genes de resistencia a los antibióticos de los animales al microbiota humano, condujo a la prohibición del uso de antibióticos como promotores del crecimiento en la Unión Europea desde 2006 (Gaggia *et al.*, 2010). Por tal motivo, como estrategia terapéutica de origen nutricional se ha propuesto el uso de probióticos, ya que se ha reportado que estos podrían mejorar los parámetros productivos, fisiológicos, y nutricionales en algunas especies animales. explica como los probióticos actúan en los diferentes mecanismos metabólicos para mejorar las condiciones fisiológicas de los animales y así obtener un efecto positivo (Quigley, 2010).

Actualmente los probióticos se postulan como una alternativa potencial de reemplazo a los antibióticos utilizados como subterapéuticos. Su ventaja es que no dejan residuos en el huevo ni en la carne del ave, y no generan riesgo de resistencia antibiótica en la microbiota humana. El uso de los microorganismos probióticos, principalmente bacterias productoras de ácido láctico en la alimentación de las aves, contribuye al mantenimiento de la integridad y estabilidad de la flora intestinal. Esto dificulta la proliferación de microorganismos perjudiciales, lo cual ayuda a prevenir la aparición de enfermedades y a mejorar el rendimiento productivo. Sin embargo, en cuanto a su efecto como promotor de crecimiento, los resultados son contradictorios, en gran medida debido a la variedad de microorganismos y dosis en las cuales se pueden suministrar, al tipo de aves utilizadas, a los métodos de administración, a la composición de las dietas de alimentación de las aves y a las condiciones ambientales en que se realizan los bioensayos (Díaz *et al.* 2017). Se reporta que la inclusión de *L. acidophilus* o una mezcla de 12 cepas de *Lactobacillus* resultó en una mayor ganancia de peso corporal en pollos de engorde a la edad de 40 días, efectos benéficos similares con variaciones en parámetros como consumo de alimento han sido observados por Djouvinov *et al.* (2005).

El aparato digestivo de las aves es altamente eficiente, producen una cantidad de heces muy inferior a la cantidad de comida que ingieren. La mejora de la eficiencia digestiva sin aumentar el tamaño del aparato digestivo o la frecuencia de la ingesta se logra en parte gracias a unos movimientos retroperistálticos que producen un reflujo periódico del íleon y duodeno hacia las cavidades del estómago cada 30-60min. Las aves tienen un mantenimiento orgánico de alto coste, por ello a pesar de su eficiencia digestiva, la frecuencia de ingerir comida es elevada (Rodríguez *et al.* 2017).

Estudios fisiológicos han mostrado que las aves adaptan el funcionamiento del tracto intestinal a las características del contenido digestivo y por tanto a la composición del alimento. Las aves ajustan la liberación de enzimas y modifican la velocidad de tránsito del contenido digestivo a fin de maximizar la digestión de los alimentos y la absorción de los nutrientes, indicando así que la respuesta funcional

viene modulada por el estado sanitario del tracto intestinal (Mateos *et al.* 2002). Molina (2019) analizó la digestibilidad ileal de los nutrientes y rendimiento del crecimiento en pollos de engorde de 1 a 42 días de edad, buscando efectos en variables productivas relacionadas a edades tempranas cuando las aves priorizan sus necesidades y el coeficiente alométrico es mayor para los órganos que aportan que para los que demandan nutrientes; es decir que los órganos digestivos y los órganos responsables de la respuesta inmunitaria tienen prioridad para recibir nutrientes sobre los tejidos musculares. Las recomendaciones nutricionales son que la digestibilidad de las materias primas es independiente de la edad; sin embargo, numerosos informes demuestran que esto no es así y que en aves la digestibilidad de los nutrientes aumenta con la edad (Kim *et al.*, 2016). Investigaciones anteriores determinaron la temperatura ambiental como un factor que también puede influir sobre parámetros en la digestibilidad de materia seca, proteínas y grasas.

Trabajos realizados en el laboratorio indican que la grasa es el nutriente cuya digestibilidad se ve más afectada por la edad, especialmente en el caso de las grasas saturadas incorporadas a dietas basadas en cereales viscosos. El contenido en almidón de una dieta típica para pollos de engorde varía entre un 34 y 38 %, y más del 50% de la energía de la misma procede del almidón; por lo tanto, la digestibilidad del almidón es crucial para explicar el uso de la energía en aves. Las aves jóvenes tienen una capacidad limitada de digerir el almidón, siendo la accesibilidad de las enzimas digestivas el principal factor limitante; la accesibilidad viene determinada por factores tales como la viscosidad intestinal, el tamaño y naturaleza de las estructuras protectoras que rodean los gránulos y la propia estructura del almidón. La información proporcionada consultada indica que la digestibilidad del almidón es alta pero incompleta en aves jóvenes, especialmente en el caso de dietas procesadas térmicamente con alto contenido en leguminosas y en presencia de cereales de alta viscosidad (Laverde, 2013).

El principal factor que controla la naturaleza y la intensidad de las fermentaciones microbianas en el TGI es la cantidad y el tipo de sustrato disponible para el crecimiento de los microorganismos. Se acepta que los componentes fibrosos de

las materias primas tienen un efecto negativo sobre la digestibilidad de la energía y de la proteína, lo que perjudicaría el crecimiento y la eficacia alimenticia de los animales. Como consecuencia, las dietas de iniciación utilizadas comercialmente se basan en maíz, trigo, y harina de soja de alto contenido proteico, con cantidades limitadas de fibra, ciertas fuentes de fibra podrían ayudar a prevenir problemas digestivos y contribuirían a mejorar la adaptación del TGI a los sistemas actuales de producción intensiva (Laverde, 2013)

Tomando como referente el evidente potencial de materias primas con disposición local pero sus limitaciones impuestas principalmente por factores nutricionales, lleva al planteamiento principal que es la búsqueda de arbustos con un potencial nutricional que permitan ser incorporados en las dietas con el fin de minimizar de forma paulatina los niveles de dependencia de concentrados comerciales. El presente estudio busca determinar el efecto sobre los parámetros productivos y digestibilidad en pollos de engorde dados por la inclusión en las dietas de especies arbustivas como: cayeno (*Hibiscus rosa-sinensis*) y cajeto (*Trichanthera gigantea*); las cuales tienen una presencia significativa y son de fácil implementación en el trópico.

METODOLOGÍA

Ubicación

El estudio se realizó en Villavicencio, zona del Piedemonte Llanero en Villavicencio, Meta, altitud de 465 m.s.n.m, temperatura promedio de 25.5°C en un entorno de clima cálido muy húmedo, precipitación promedio anual es de 4383 mm y humedad relativa entre 67 y 83%; la temporada seca se extiende de diciembre a marzo con un máximo de 14 días de lluvia, en contra parte la temporada de lluvias se produce entre abril y noviembre.

Obtención material vegetal

El forraje fue cosechado de arbustivas de cayeno (*Hibiscus rosa-sinensis*) y cajeto (*Trichanthera gigantea*) disponibles en la Granja Barcelona de la Universidad de los Llanos, se utilizaron tallos verdes y hojas de 50-70 días aproximadamente de rebrote; inmediatamente después del proceso de cosecha estos forrajes fueron sometidos a un proceso de secado y posteriormente molidos para obtener una

mezcla homogénea con el concentrado comercial.

Manejo productivo y tratamientos

El galpón donde se desarrolló el proyecto contaba con 18 jaulas (dimensiones: 1 m X 70 cm X 50 cm) cada una equipada con su respectivo comedero y bebedero. Se utilizaron 108 pollos que fueron alimentados durante los primeros 15 días con una dieta basada en concentrado comercial de iniciación según las raciones indicadas para la línea Cobb 500 y a partir del día 16 se suministraron las dietas preparadas para este proyecto, las cuales incluyeron concentrado comercial (CC) molido para obtener el alimento en polvo para ser homogeneizado con la harina de cayeno (HCY) y cajeto (HCJ), en niveles de reemplazo del 5 y 10% con y sin probiótico *Saccharomyces cerevisiae*, de la siguiente manera; T1: CC sin probiótico (SP); T2: CC con probiótico (CP), T3: CC + 2,5% de HCY + 2,5% de HCJ (SP); T4: CC + 2,5% de HCY + 2,5% de HCJ (CP), T5: CC + 5% de HCY + 5% de HCJ (SP); T6: CC + 5% de HCY + 5% de HCJ (CP).

El periodo de adaptación de los pollos a las dietas fue de cuatro días, se suministró agua a voluntad y se registró el consumo diario de alimento durante 25 días a partir del día 20; se realizaron pesajes periódicos de las aves cada 5 días para determinar su ganancia de peso. Se evaluó consumo de alimento, aumento de peso, conversión alimenticia, rendimiento en canal, coeficientes de digestibilidad de la materia seca (MS), proteína, grasa, extracto no nitrogenado (ENN), fibra cruda (FC), nutrientes digestibles totales (NDT); fibra detergente neutro (FDN) y se estimó la energía digestible (ED) y energía metabolizable (EM), coeficiente de digestibilidad (COD), el cual refleja el consumo y la excreción de los nutrientes; además, de determinar el valor biológico de la proteína.

Pruebas de digestibilidad

En este estudio los animales estuvieron confinados en jaulas para facilitar la recolección de heces que se llevaron a cabo en la última semana de producción, durante 3 días, fueron pesadas y posteriormente se llevaron 50 gr de muestra de heces a la estufa para obtener la materia seca de las heces y calcular su porcentaje. Los análisis químicos en alimento y heces se condujeron fueron: materia seca, proteína bruta, extracto etéreo, fibra cruda, ceniza, fibra detergente

ácido, (FDA), y fibra detergente neutro, (FDN) (AOAC, 2005).

Los nutrientes digestibles totales con el objeto de ser expresados como el porcentaje del ingrediente analizado, son sometidos a un método matemático el cual consiste en tomar los valores de los componentes orgánicos del análisis proximal, o sea las proteínas crudas, el extracto etéreo, la fibra cruda y el extracto libre de nitrógeno (pero no la materia mineral por ser considerada como inorgánica) y multiplicarlos por su digestibilidad. El producto de la multiplicación del extracto etéreo por su digestibilidad se multiplica a la vez, por 2.25, porque se considera que las grasas liberan 2.25 veces más energía que las proteínas y que los carbohidratos. Los resultados parciales se suman y el total se divide entre 100 (Pond *et al.*, 2004) .

Diseño experimental

El diseño estadístico fue completamente al azar, con arreglo factorial: dos niveles de probiótico (SP y CP), tres de inclusión de la mezcla de harinas de cayeno + cajeto (0, 5 y 10%), tres replicas por tratamiento, cada una con seis unidades experimentales. Las variables a evaluar serán los coeficientes de digestibilidad de la materia seca (MS), proteína, grasa, extracto no nitrogenado (ENN), fibra cruda (FC), porcentaje de nutrientes digestibles totales (%NDT); fibra detergente neutro (FDN) y los cálculos de: Energía digestible (ED) y energía metabolizable (EM), coeficiente de digestibilidad (COD). A las variables se les aplico un ANOVA y se realizo una prueba de comparación múltiple de Duncan.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Donde: μ = es el efecto medio, τ_i = es el efecto de i-ésimo tratamiento y ϵ_{ij} = error experimental. $i = 1, \dots, t$; t = numero de tratamientos = 5, con factor la adición sin probiotico y con próbiotico (SP y CP). $j = 1, \dots, n$; n = numero de repeticiones por tratamiento 3 repeticiones por tratamiento, cada una con seis unidades experimentales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis nutricionales

Los análisis nutricionales (tabla 1), muestran valores similares en la proteína de las dietas, obteniendo un mayor valor en las muestras con concentrado comercial

(CC) seguido de la mezcla donde se reemplazo el 5% de harina de los forrajes utilizados (HCY y HCJ) y finalmente la mezcla con un 10%. Lo que refleja que a un mayor porcentaje de reemplazo en la dieta, disminuye el contenido de proteína. Los valores obtenidos para este estudio coinciden con los parametros nutricionales aportados por Flores *et al.* (1998) en donde un grupo de no leguminosas como *Morus spp.*, *H. rosa-sinensis* y *T. gigantea* presentaron concentraciones superiores al 16% de PC en MS, valor considerado por Bawa *et al.* (2011) adecuado para la suplementación en animales de producción.

Según los resultados de la composición nutricional de las materias primas utilizadas para este proyecto, es posible inferir en cuanto a la humedad final que los valores mas altos se ven reflejados en las muestras con un mayor valor de reemplazo, 10%, seguido por CC, Mostrando que conforme aumenta el porcentaje de inclusion de HCY y HCJ hay un incremento en la humedad final de la mezcla; por lo que se puede deducir que su higroscopocidad es superior a la del CC; no hay relación directa entre los resultados para la humedad final, teniendo en cuenta que la mezcla del 5% no sigue un parametro de proporcionalidad respecto a los demas valores.

La grasa no expresa una tendencia según el porcentaje de reemplazo presente en la muestra, ya que el mayor contenido esta representado en el tratamiento con un porcentaje de reemplazo del 10%, seguido por el CC y la dieta del 5%. Esto señala que la dieta con un reemplazo del 10% contiene una mayor concentración de contenido graso para la suplementación de pollos de engorde, a su vez Asolo *et al.* (2020) reporta valores de grasa bruta del 6,10% en dietas con mayores niveles de inclusion de arbóreas.

Los resultados del laboratorio permiten observar que el valor mas alto en contenido de fibra cruda (FC) es el obtenido en la muestra de cajeto, seguido por la mezcla HCY y HCJ al 10%, la muestra de cayeno y la mezcla con un reemplazo del 5%, teniendo como el valor mas bajo de FC el obtenido en la muestra del CC; se observa una relación directamente proporcional entre los porcentajes de reemplazo con HCY y HCJ, y el aumento en los contenidos de FC de las dietas. Los valores correspondientes al extracto no nitrogenado (ENN) reflejan similitud

entre las muestras de CC y cayeno, y un contenido más elevado en la dieta con el 5% de reemplazo.

En el análisis de la ceniza se observa mayor valor de este componente en la muestra de cajeto, seguido por la mezcla de reemplazo del 10%. Los valores expresados por el cayeno, CC y la mezcla de reemplazo al 5%. Los resultados obtenidos para este trabajo son menores en comparación a los porcentajes reportados por Rahim, *et al.* (2013) cercanos al 12 %. Para este nutriente no se observa relación entre los valores obtenidos y los niveles de inclusión de la dieta.

Los valores más altos de FDN fueron obtenidos de la muestra de cayeno, el CC y el cajeto mostraron similitud en sus porcentajes; el valor más bajo fue el expresado en la mezcla de reemplazo del 5%, Ammar *et al.* (2005) encontraron niveles de FDN más bajos en arbustos del mediterráneo.

Tabla 1. Composición nutricional (%) de las materias primas y tratamientos utilizados en pollos de engorde reemplazando el concentrado con 5 y 10 % de arbustivas de cayeno y cajeto.

Nutrientes	Concentrado	Cajeto	Cayeno	5% arboreas	10% arboreas
Humedad	12,27±6,3	10,21±0,4	12,12±0,6	8,3±2,9	14,03±7,4
Proteína cruda	20,39±2,1	19,23±0,7	19,30±1,0	20,24±1,8	18,85±3,5
Grasa	3,42±1,3	4,33±0,2	3,98±0,2	2,41±0,2	4,15±0,6
Fibra cruda	6,08±1,0	10,89±0,4	6,69±0,4	6,42±0,6	7,75±1,4
Ceniza	6,10±1,3	11,24±0,4	6,66±0,4	5,75±4,9	6,89±1,7
Extracto no nitrogenado	48,20±8,1	44,20±1,6	48,12±2,6	56,61±5,1	49,05±3,6
Fibra detergente neutra	32,11±2,6	32,84±1,2	34,71±1,9	24,86±2,2	25,80±4,8
Fibra detergente ácida	11,97±1,7	17,47±0,6	16,29±0,9	8,41±0,8	10,09±1,9

Promedio de tres muestras analizadas en el Laboratorio de Nutrición Animal.

Consumo de nutrientes.

El consumo de nutrientes, para materia seca se observó que el mayor índice lo obtuvo el tratamiento de reemplazo del 5 % con probiótico, estableciendo una diferencia significativa con los demás tratamientos. El valor mínimo de consumo está expresado en el tratamiento HCY y HCJ del 5 % sin probiótico (tabla 2).

En cuanto a la proteína la tabla 3 indica un mayor consumo de este componente

para la dieta de reemplazo del 5 % con probiótico, y una diferencia significativa con el tratamiento de reemplazo del 5 % sin probiótico el cual representa el valor mínimo de consumo. Atteh *et al.* (2008) no reportaron efectos significativos sobre la retención aparente de proteína, grasa o en la digestibilidad de la fibra cruda en dietas con inclusión de arbustivas.

El consumo de grasa exhibe diferencia entre tratamientos, mostrando que los valores más bajos fueron obtenidos por los tratamientos HCY y HCJ del 5 % sin probiótico, HCY y HCJ del 10 % con y sin probiótico, y CC con probiótico, mientras que el tratamiento de 5 % de reemplazo con probiótico presento el mayor consumo de grasa, reflejando el mayor contenido de este nutriente en esta dieta. Para el componente de fibra cruda el mayor valor obtenido estuvo en el tratamiento de reemplazo del 10 % con probiótico, mostrando una diferencia significativa con el resto de tratamientos, los cuales tuvieron una semejanza estadística similar. Se puede apreciar que para los valores de extracto no nitrogenado el tratamiento de reemplazo del 5 % sin probiótico, muestra una diferencia significativa con los valores obtenidos en los demás tratamientos, los cuales indican una similitud estadística entre ellos.

Tabla 2. Consumo de nutrientes en pollos de engorde reemplazando el concentrado en un 5 y 10 % con harinas de cayeno y cajeto.

Nutrientes	Concentrado		5% arbóreas		10% arbóreas	
	Sin	con	Sin	Con	Sin	Con
Probiótico						
Materia seca	152.18 ^{cd}	131.51 ^b	107.39 ^a	161.68 ^d	135.06 ^b	141.36 ^{bc}
Proteína	28.64 ^{bc}	25.12 ^{bc}	18.05 ^a	30.34 ^c	26.86 ^{bc}	23.55 ^{ab}
Grasa	8.33 ^b	4.79 ^a	2.83 ^a	8.90 ^b	4.93 ^a	3.69 ^a
Fibra cruda	7.71 ^a	8.01 ^a	7.81 ^a	8.18 ^a	8.25 ^a	10.19 ^b
ENN	72.49 ^b	71.88 ^b	54.74 ^a	77.07 ^b	73.99 ^b	71.43 ^b
FDN	44.50 ^c	25.43a ^b	19.88 ^a	47.26 ^c	26.18 ^b	25.94 ^b
FDA	16.60 ^b	9.33 ^a	7.93 ^a	17.62 ^b	9.61 ^a	10.35 ^a

*5 % arbóreas (2.5 % cayeno + 2.5 % cajeto). 10 % arbóreas (5% cayeno + 5 % cajeto). Sin= Sin probiotico, Con= Con probiotico. ENN= Extracto no nitrogenado. FDN= Fibra detergente neutro. FDA= Fibra detergente acido. Letras diferentes en la misma fila son significativas (P>0.05).

Digestibilidad de Nutrientes.

El coeficiente de digestibilidad (COD) correspondiente a la materia seca presenta estadísticamente valores similares en los tratamientos CC con probiótico y

tratamiento HCY y HCJ del 10 % con probiótico (tabla 3), se observa una diferencia significativa del tratamiento de reemplazo del 5 % sin probiótico respecto a las otras dietas. Gakuya *et al.* (2014) sugieren que la inclusión de arbustivas en el alimento es adecuada hasta en 7,5%, ya que niveles más altos tienden a afectar la digestibilidad de materia seca, aumento de peso e ingesta de alimento.

Los resultados obtenidos para el COD de proteína, señalan una diferencia significativa en el tratamiento HCY y HCJ del 5 % sin probiótico presentando este tratamiento con el valor mínimo, y valores máximos en CC con probiótico y reemplazo de 10 % con probiótico, repitiendo este comportamiento en los valores obtenidos para los COD de grasa, fibra cruda, ENN, FDN y FDA. Según Sebola *et al.* (2019) la inclusión de arbóreas en dietas de pollos de engorde no afecta de forma negativa la digestibilidad de nutrientes.

Tabla 3. Coeficientes de digestibilidad de los nutrientes y valor biológico de la proteína en pollos de engorde reemplazando el concentrado en un 5 y 10 % con harinas de cayeno y cajeto.

Nutrientes	Concentrado		5% arbóreas		10% arbóreas	
	Sin	Con	Sin	Con	Con	Sin
Próbiotico						
Materia seca	0.837 ^b	0.925 ^c	0.782 ^a	0.851 ^b	0.848 ^b	0.890 ^c
Proteína	0.836 ^b	0.926 ^d	0.783 ^a	0.853 ^{bc}	0.850 ^{bc}	0.890 ^{cd}
Grasa	0.836 ^b	0.926 ^d	0.783 ^a	0.853 ^{bc}	0.850 ^{bc}	0.890 ^{cd}
Fibra cruda	0.836 ^b	0.926 ^d	0.783 ^a	0.853 ^{bc}	0.850 ^{bc}	0.890 ^{cd}
ENN	0.836 ^b	0.926 ^d	0.783 ^a	0.853 ^{bc}	0.850 ^{bc}	0.890 ^{cd}
FDN	0.836 ^b	0.926 ^d	0.783 ^a	0.853 ^{bc}	0.850 ^{bc}	0.890 ^{cd}
FDA	0.836 ^b	0.926 ^d	0.783 ^a	0.853 ^{bc}	0.850 ^{bc}	0.890 ^{cd}
Valor biológico (%)	83.743 ^b	92.523 ^c	78.263 ^a	85.090 ^b	84.813 ^b	89.066 ^c
VNP (%)	70.140 ^b	85.623 ^d	61.316 ^a	72.433 ^b	71.980 ^b	79.340 ^c

*5 % arbóreas (2.5 % cayeno + 2.5 % cajeto). 10 % arbóreas (5 % cayeno + 5 % cajeto). Sin= Sin probiótico, Con= Con probiótico. ENN= Extracto no nitrogenado. FDN= Fibra detergente neutro. FDA=Fibra detergente ácido. VNP=Valor neto de proteína. Letras diferentes en la misma fila son significativas (P>0.05).

La tabla 5 permite observar que el valor neto de proteína más alto corresponde al obtenido por el tratamiento CC con probiótico, indicando una diferencia significativa con los demás tratamientos. El valor mínimo fue expresado por el

tratamiento de HCY y HCJ del 5 % sin probiótico. En cuanto al valor biológico los tratamientos CC con probiótico y HCY y HCJ del 10 % con probiótico muestran valores estadísticos similares marcando una diferencia significativa respecto a los demás tratamientos. El valor mínimo es expresado por HCY y HCJ del 5 % sin probiótico; además se afirma que los requerimientos de proteína digestible, para pollos de 23 a 36 días generan relación con los valores obtenidos para conversión alimenticia. reportan que el aumento de los niveles de energía y proteínas mejoró el desempeño productivo de los pollos machos, en el período de 1 a 39 días de edad, y de las hembras, en el período de 1 a 46 días. (Mogyca *et al.*,2003).

El tratamiento con mayor eficiencia alimenticia fue el de reemplazo de un 5 % sin probiótico mostrando diferencia significativa con los demás resultados, en este parámetro los demás tratamientos obtuvieron valores estadísticos similares entre ellos, comparando los resultados con investigaciones anteriores Buragohain (2016) señala que la incorporación al 4% de arbustivas puede ser segura para la utilización de nutrientes y la eficiencia alimentaria de los pollos de engorde.

El porcentaje de rendimiento en canal no presento diferencias significativas entre los tratamientos, lo que sugiere que la inclusión de HCY y HCJ hasta un 10 % no altera este parámetro productivo. Mogyca (2003) observó para los datos de rendimiento en canal de pollos machos y hembras sometidos a diferentes planes nutricionales que Los rendimientos en canal y corte no difirieron estadísticamente para los diferentes planes nutricionales diferenciados por sus contenidos de proteína.

Variables productivas

Los resultados estadísticos de las variables productivas se encuentran expresados en la tabla 4, a partir de los cuales se determinó que en el parámetro de aumento de peso diario no se hallaron diferencias significativas entre tratamientos, Alnidawi *et al.* (2016) señala que la incorporación de arbustivas hasta en un 20% mejoró el rendimiento de crecimiento de pollos de engorde.

En la variable productiva aumento total de peso se observa que el tratamiento con mayor índice de ganancia es HCY y HCJ del 10 % sin probiótico, mientras que el tratamiento con menor aumento total de peso fue HCY y HCJ de 5 % sin

probiótico. Tesfaye *et al.* (2013) reportan que la inclusión de 5% de harina de hojas de arbóreas como *Moringa oleifera* en las raciones no tuvo efecto negativo en el rendimiento del crecimiento, mientras que a niveles de inclusión del 10 al 20% redujeron el rendimiento del crecimiento de los pollos de engorde. Mountzouris *et al.* (2010) observaron que el peso corporal de los pollos de engorde no difirió entre los tratamientos experimentales el día 1 (es decir, al inicio experimental), durante la fase de crecimiento inicial. Sin embargo, durante la fase de crecimiento (15 a 28 días), los pollos de engorde en el tratamiento bajo inclusión de probióticos tuvieron un mayor peso corporal (1,338 g) en comparación con los tratamientos sin inclusión de probióticos (1,285 g).

La conversión alimenticia observada en el tratamiento de 5 % de reemplazo con probiótico y el CC sin probiótico fueron superiores, marcando una diferencia significativa con el resto de los tratamientos, mientras que, para el tratamiento con reemplazo del 5 % sin probiótico revelo el valor más bajo. Valores reportados por Mountzouris *et al.* (2010) de conversión alimenticia fueron similares y mejores para los tratamientos con probiótico (1.80) en comparación con los tratamientos sin adición del producto (1.92).

Tabla 4. Variables productivas en pollos de engorde reemplazando el concentrado con harinas de cayeno y cajeto.

Parametros	Concentrado		5% arbóreas		10% arbóreas	
	Sin	Con	Sin	Con	Sin	Con
Probiótico	Sin	Con	Sin	Con	Sin	Con
Días de experimentación	25	25	25	25	25	25
Peso promedio inicial (gr)	468,89±137	468,89±137	468,89±137	468,89±137	468,89±137	468,89±137
Peso total final (gr)	2532.86	2532.28	2372.89	2504.94	2282.32	2503.48
Aumento peso diario (gr)	80.87 ^a	73.02 ^a	76.25 ^a	80.04 ^a	82.55 ^a	81.76 ^a
Aumento total (gr)	2049.86 ^{bc}	1875.86 ^{ab}	1832.00 ^a	2048.63 ^{bc}	2074.96 ^c	2034.16 ^{bc}
Conversión alimenticia (%)	1.90 ^b	1.70 ^a	1.41 ^a	1.91 ^b	1.64 ^a	1.73 ^b
Eficiencia alimenticia (%)	53.08 ^a	58.94 ^a	71.34 ^b	52.43 ^a	61.12 ^a	68.32 ^a
Rendimiento en canal (%)	53.87 ^{ab}	56.39 ^{ab}	56.98 ^b	53.53 ^a	55.85 ^{ab}	55.97 ^{ab}

*5 % arbóreas (2.5 % cayeno + 2.5 % cajeto). 10 % arbóreas (5 % cayeno + 5 % cajeto). Sin= Sin probiótico, Con= Con probiótico. Letras diferentes en la misma fila son significativas (P>0.05).

Variables energéticas

Los valores de nutrientes digestibles totales (NDT), energía digestible (ED) y energía metabólica (EM) representados en la tabla 5, no muestran diferencias significativas, señalando que la inclusión de HCY y HCJ hasta en un 10 % no genera cambios en estos indicadores. El mayor coeficiente de eficiencia proteica lo manifestó el tratamiento HCY y HCJ del 5 % sin probiótico.

Tabla 5. Variables energeticas en pollos de engorde reemplazando el concentrado en un 5 y 10 % con harinas de cayeno y cajeto.

Probiótico	Sin	Con	Sin	Con	Sin	Con
NDT	75.67 ^{ab}	82.59 ^b	65.05 ^a	76.90 ^{ab}	75.83 ^{ab}	77.55 ^{ab}
ED	3.33 ^{ab}	3.63 ^b	2.83 ^a	3.38 ^{ab}	3.33 ^{ab}	3.41 ^{ab}
EM	2.87 ^{ab}	3.13 ^b	2.47 ^a	2.92 ^{ab}	2.88 ^{ab}	2.94 ^{ab}
CEP	2.85 ^a	2.93 ^a	4.27 ^b	2.39 ^a	3.21 ^a	3.48 ^{ab}

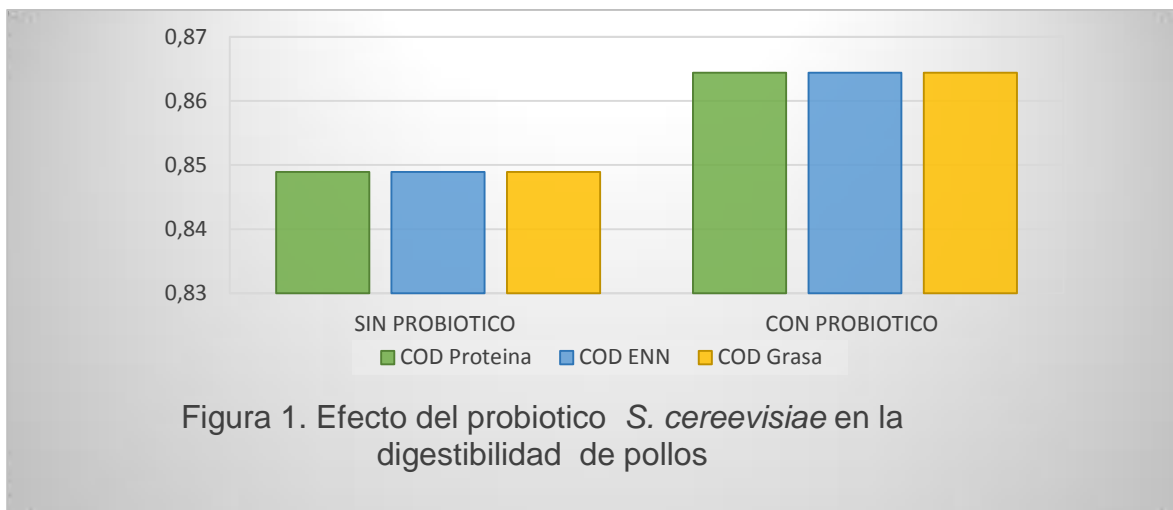
*5 % arbóreas (2.5 % cayeno + 2.5 % cajeto). 10 % arbóreas (5 % cayeno + 5 % cajeto). Sin= Sin probiótico, Con= Con probiótico. NDT= Nutrientes digestibles totales. ED= Energía digestible. EM= Energía metabólica. CEP= Coeficiente de eficiencia proteica. Letras diferentes en la misma fila son significativas (P>0.05).

Efecto del Efecto probiótico en las variables evaluadas.

El empleo de probióticos en la producción de pollos parrilleros es una estrategia para mejorar las condiciones sanitarias y de producción de las explotaciones intensivas, así como para obtener materias primas a gran escala, asegurando su inocuidad y la de los alimentos de origen animal que a partir de ellas se generen. En las figuras 1 y 2 se establecen diferencias numéricas entre los coeficientes de digestibilidad obtenidos para los tratamientos sin y con probiótico, la digestibilidad de proteína y materia seca mejoró cuando pollos de engorde fueron alimentados con dietas que contenían probióticos. Luegas *et al.* (2015) sugieren que independientemente de los niveles de energía de las dietas, la suplementación sin aditivos provocó una diferencia significativa en el COD de proteína, observándose que las aves sometidas a la inclusión en las dietas de los probióticos *Bacillus subtilis* como promotor del crecimiento condujo a un aumento de la digestibilidad ileal de la materia seca en un promedio de 6,79% (67,56% vs 63,26%) y un

aumento de la digestibilidad de la proteína cruda en 3,64 (79,45% vs 76,66%). Los resultados de digestibilidad de proteína (figura 1) concuerdan con los obtenidos por Rodríguez (2017), que observó un aumento en los valores de digestibilidad utilizando dietas suplementadas con probiótico.

Díaz L. et al., (2017) sugieren que la variabilidad de los resultados experimentales para determinar el efecto de los diferentes probióticos sobre los parámetros evaluados se puede explicar, por los diferentes microorganismos utilizados como probióticos, métodos de cría, condiciones sanitarias y ambientales de los bioensayos.



La inclusión de fibra en las dietas de monogástricos interviene en el valor nutritivo de las mismas mediante diversos mecanismos, de los cuales vale la pena mencionar los efectos sobre el desarrollo anatómico del tracto digestivo y su potencial como sustrato para la fermentación microbiana. A nivel de los coeficientes de digestibilidad correspondientes a FC, FDA y FDN se observa una diferencia significativa establecida por valores numéricos que señala los valores mayores para los tratamientos con probiótico (figura 2), sin embargo, para Apata D, (2008) no se obtuvo diferencia significativa ($P > 0.05$) en la digestibilidad de la fibra en dietas para pollos de engorde con la suplementación de probiótico (*L. bulgaris*). Resultados obtenidos en investigaciones con fuentes fibrosas han demostrado que la retención aparente de materia seca, energía y proteína bruta, disminuye con el aumento del nivel de fibra.

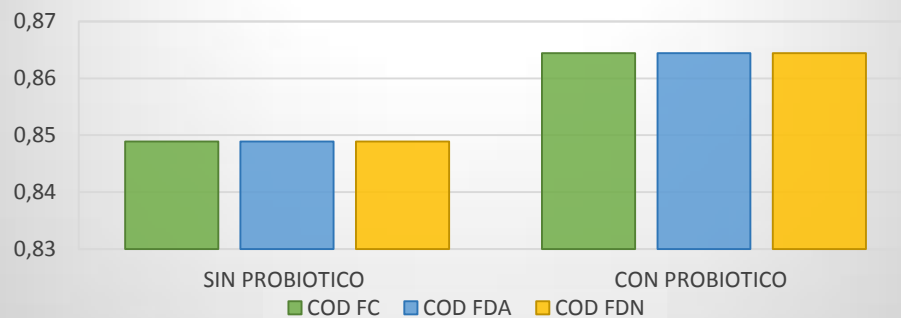


Figura 2. Efecto del probiótico *S. cerevisiae* sobre digestibilidad de la fibra en pollos

Valor biológico de proteína (VBP) y valor neto de proteína (VNP) en los tratamientos muestran el efecto del probiótico, (figura 3), señalando mayor digestibilidad en los tratamientos con probiótico respecto a los que no tuvieron, situación similar a lo reportado por Peralta *et al.* (2008) quienes sugieren que la adición de levaduras incrementó la digestibilidad ileal de nitrógeno, respuesta en concordancia con los aumentos en el crecimiento y rendimiento en canal encontrados en ambos experimentos; Apata (2008) también refirió que la digestibilidad aparente del nitrógeno aumentó en pollos de engorde con la suplementación de probiótico en este caso *L. bulgaris*.

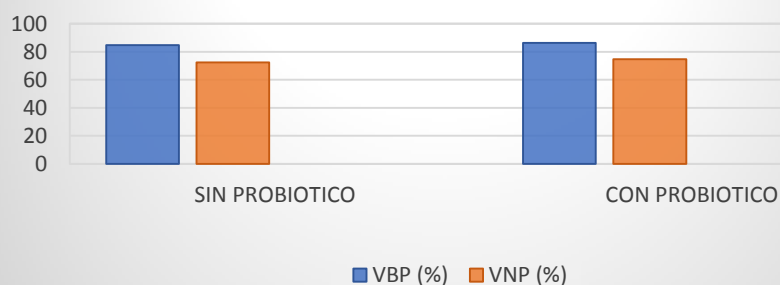
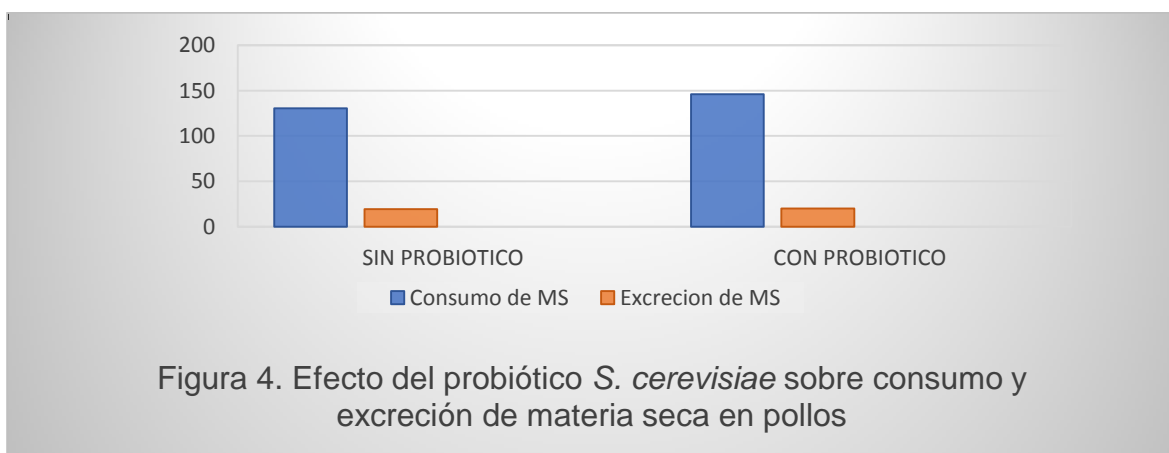


Figura 3. Efecto del probiótico *S. cerevisiae* sobre el valor biológico (VB) y Valor neto (VN) de proteína en pollos

Los niveles de excreción de materia seca representados en la figura 4, muestran una diferencia significativa entre los valores dados por las dietas con adición de probiótico, señalando un mayor consumo en las dietas con probiótico, a su vez

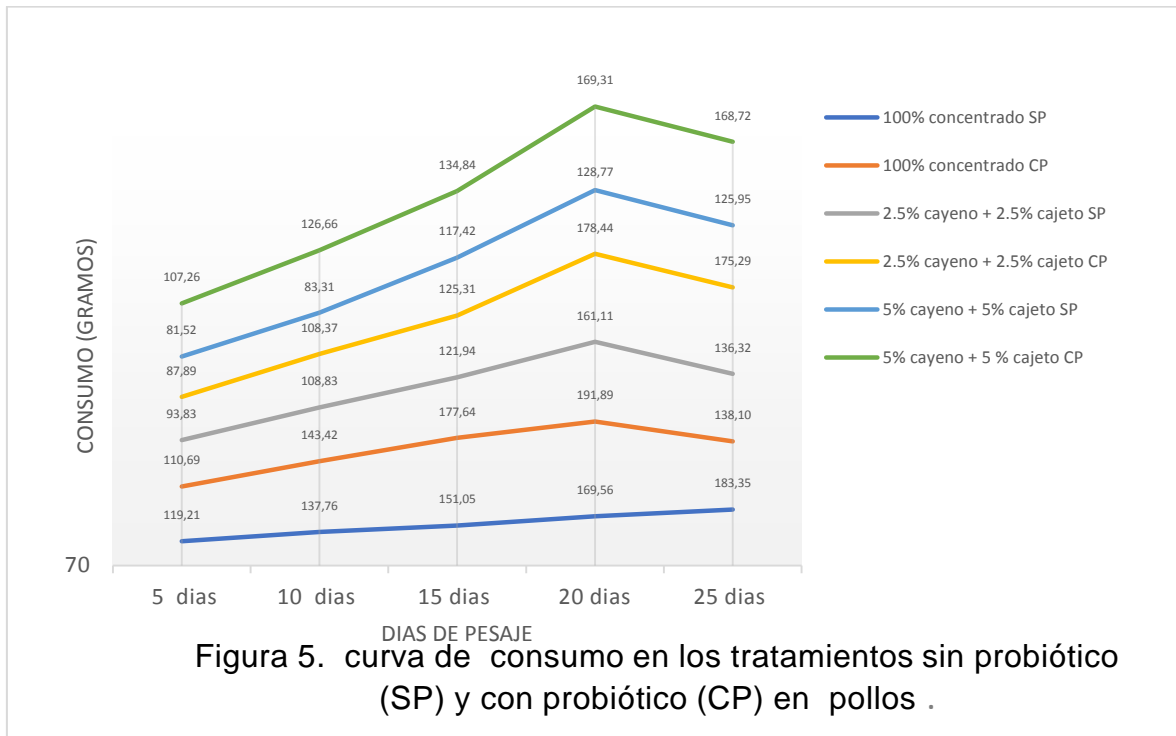
reflejado en los valores de excreción, Mikulski *et al.* (2012) no reportaron diferencias estadísticamente significativas en coeficientes de digestibilidad de nutrientes y retención de la materia seca en la semana 24 del período de alimentación en gallinas ponedoras suplementadas con probiótico (*Pediococcus acidilactici*). Además, Peralta *et al.* (2008) sugieren que la digestibilidad ileal de materia seca, cenizas y energía es menor con la dieta sin aditivos como levaduras y mananoligosacáridos.



Los valores expresados en la figura 5 permiten observar que durante la etapa de experimentación el tratamiento con valores más elevados fue el de concentrado comercial CP, obteniendo el mayor pico de consumo en el día 20 de experimentación, además los tratamientos con probiótico presentaron mayores tasas de consumo con respecto a los demás, sin embargo, se observó una disminución de un 15% en el consumo, cuando se utilizó un probiótico, a su vez Safalaoh (2006) reportó una reducción en el consumo de alimento de aves suplementadas con probióticos, con respecto al grupo control (3748 ± 9 vs. 3785 ± 18 g respectivamente). Estos resultados pudieran estar determinados por un estado de eubiosis microbiana a nivel intestinal, que determina una mejor asimilación de los nutrientes, regulando el consumo voluntario. Para esta investigación, la inclusión del probiótico generó aumento en el consumo de alimento discrepando con los resultados obtenidos por Kim *et al.* (2016) en los que sugieren que el suministro de probiótico no incide en los niveles de consumo.

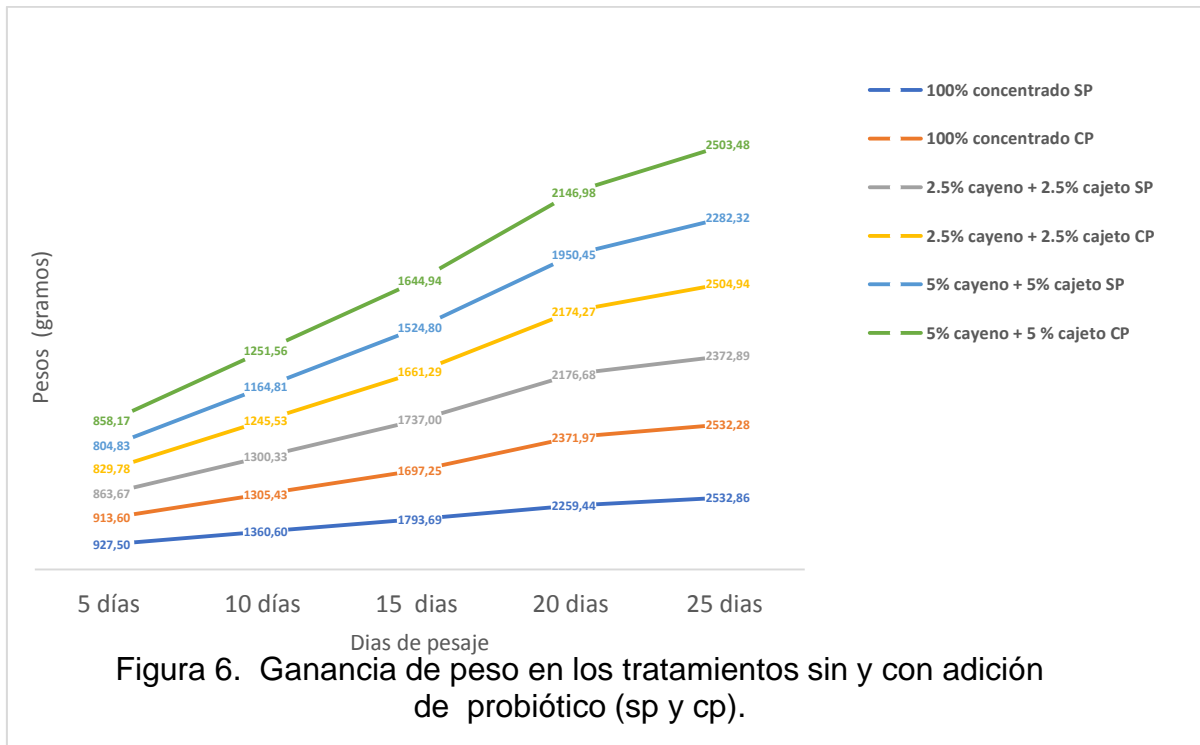
El tratamiento con el mayor porcentaje de reemplazo (10 %) SP, presentó los

valores más bajos de consumo, determinando una relación proporcional entre la presencia de probiótico en la dieta y su nivel de consumo.

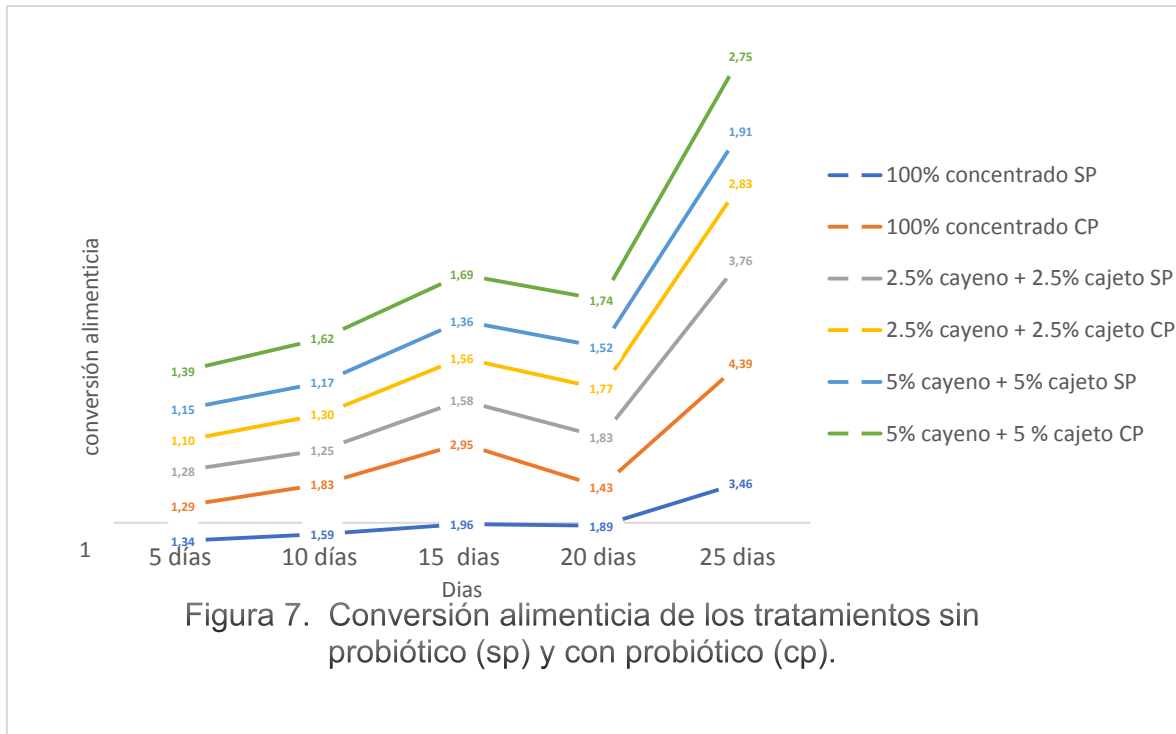


Las dietas control concentrado comercial con y sin probiótico mostraron los mayores rendimientos (figura 6), sin embargo, los tratamientos de reemplazo de 5 y 10 % reflejaron un mejor comportamiento con la adición del probiótico. En una mezcla de 12 lactobacilos evaluando el crecimiento de pollos parrilleros, se comprobó que la ganancia de peso era superior en los pollos tratados con probióticos respecto del grupo control. Algunos investigadores afirman que la suplementación probiótica mejora las variables productivas, como lo describen Fathi *et al.* (2017), estos autores observaron aumento significativo ($p < 0,05$) sobre el peso de las aves; registraron $1863,6 \text{ g} \pm 26,87$ después de suplementar con *Pediococcus acidilactic* a una dosis de 109 ufc/g, mientras que en el grupo control el peso corporal fue de $1661,31 \text{ g} \pm 26,75$. Los datos de la literatura ofrecen una variedad de resultados dispares en lo referente a la eficacia de los probióticos como promotores de crecimiento, los resultados aún son controversiales debido a la cantidad de variantes de microorganismos usados,

dosis, métodos de administración, condiciones ambientales, tipo de aves, estado de salud de los animales, dietas alimentarias y, en general, a las diferentes condiciones inherentes de cada experimento. (Díaz *et al.* 2017).



Los valores expresados en la figura 7 señalan que la adición de probiótico en las dietas no tuvo una inferencia positiva en los índices de conversión alimenticia, mostrando que tratamientos como 100% concentrado y la dieta HCY y HCJ del 10% reflejaron índices de mejor conversión alimenticia en los tratamientos sin adición de probiótico concordando con lo reportado por Telg y Caldwell (2009), quienes no hallaron diferencias en la conversión alimenticia ni en la ganancia de peso de pollos parrilleros por administración de un probiótico comercial. Se evidencio un efecto significativo ($p < 0,05$), aumentando los índices de conversión alimenticia de 1,93 a uno de 1,85. Sin embargo, la eficiencia de conversión alimenticia de los grupos tratados con probióticos (1,98) mejora con relación con los controles.



CONCLUSIONES

La inclusión de (HCY y HCJ) con y sin probiótico en la dieta de pollos de engorde bajo las condiciones controladas del estudio, mostró que la utilización de probiótico (*Saccharomyces cerevisiae*) mejora indicadores productivos como ganancia de peso, peso total final y consumo de alimento; cabe resaltar que en el caso de conversión alimenticia se observaron variaciones en los resultados, exhibiendo beneficios del probiótico solo para el tratamiento concentrado comercial CP, sumado a esto se observa que las dietas de 5 y 10% de HCY y HCJ que incluyen el uso de probiótico incrementan los resultados referentes a coeficientes de digestibilidad comparados con las dietas que no incluyen probiótico.

Con relación a los resultados de las variables productivas podemos inferir que a nivel estadístico no hay discrepancia significativa en parámetros como aumento diario de peso y aumento total, numéricamente es posible señalar diferencias en variables como peso total final en donde el mayor valor lo obtuvo el concentrado

comercial SP, mientras en rendimiento de canal se observaron similitudes numéricas entre los tratamientos.

La inclusión de HCY y HCJ al 5 y 10% influyó significativamente el comportamiento productivo respecto a peso total final y conversión alimenticia, es importante mencionar que los resultados relacionados a variables productivas en los tratamientos HCY y HCJ al 5 y 10% acompañados de probiótico mostraron menor diferencia respecto a los grupos control 100% concentrado comercial.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Aguilera, M. Determinantes del desarrollo de la avicultura en Colombia: instituciones, organizaciones y tecnología. Documentos de trabajo sobre la economía regional. Revista del Banco de la República 87 Núm. 1046. 2014 Disponible en: <https://publicaciones.banrepcultural.org/index.php/banrep/article/view/8405>
 - a. Ahiwe E, Apeh A, Omede, Medani B, Abdallah and Paul A. Iji. 2018. Managing Dietary Energy Intake by Broiler Chickens to Reduce Production Costs and Improve Product Quality. Published: November 5th. Disponible en: <https://www.intechopen.com/chapters/61373>
2. Ammar H, Lopez S, Gonzales J.S. Assessment of the digestibility of some mediterranean shrubs by in vitro techniques. *Animal Science and Technology*. Leon, España. 2005.
3. Alnidawi N, Ali H, Abdelgayed S, Ahmed F, Farid M. Moringa oleífera leaf in broiler diet: effect on chicken performance and health. *Food Science and Quality Management*, 2016;58:40-48. <https://www.iiste.org/Journals/index.php/FSQM/article/view/34495/35497>
4. AOAC. Official Methods of Analysis, 2005;18 ed. *Association of Official Analytical Chemists*. Washington DC. USA.
5. Apata, D.F. Growth Performance, Nutrient Digestibility and Immune Response of Broiler Chicks Fed Diets Supplemented with a Culture of *Lactobacillus bulgaricus*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2008;88:1253-1258. [https://www.scirp.org/\(S\(lz5mqp453edsnp55rrqjct55\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2087021](https://www.scirp.org/(S(lz5mqp453edsnp55rrqjct55))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2087021)
6. Asolo C. Okeke J, Okafor U, Okpoko V, Mayie F. Effects of *Gmelina arborea* Roxb Heaves on haematological indices of *Coturnix coturnix Japonica* Temmik. *Animal Research International*. 2020;17:3578-3586. Disponible en: <https://www.academia.edu/42840433/>. Asolo et al. accepted paper
7. Atteh J, Onagbesan O, Tona K, Decuyper E, Geuns J, Buyse J. Evaluation of supplementary stevia (*Stevia reubadiana*, bertoni) leaves and Stevioside in broiler diets: effects on feed intake, nutrient metabolism, blood parameters and growth performance. *Journal of Animal Nutrition*. 2008;92. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19012609/>
8. Bawa G. S, Lombin H, Karsin >P, >Musa U, Pay E, Shamaki D. Response of Japanese breeder quails to varying dietary protein levels in the tropics. *Nigeria Journal of Animal Production*, 2011;31(8):43-54. Disponible en: <https://www.ajol.info/index.php/njap/article/view/116998>

9. Bohórquez V. Perspectiva producción avícola en Colombia. Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ciencia Económicas. Bogotá DC. 2014. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/12149>
10. Buragohain R. Growth performance, nutrient utilization, and feed efficiency in broilers fed *Tithonia diversifolia* leaf meal as substitute of conventional feed ingredients in Mizoram. *Vet World*. 2016;9(5):444-449.
11. Díaz E.A, Isaza J, Angel D. Probióticos en la avicultura una revisión. *Rev. Med. Vet.* 2017;2389-8526(35):175-189. julio-diciembre. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n35/0122-9354-rmv-35-00175.pdf>
12. Djouvinov D, Stefanou M, Boicheva S, Vlaikova T. Effect of diet formulation on basis of digestible amino acids and supplementation of probiotic on performance of broiler chicks. *Trakia Journal od sciences*. 2005;3.(1):61-69. Disponible en: <http://tru.uni-sz.bg/tsj/Vol3No1/Effect%20of%20diet%20formulation%20on%20basis%20of%20digestible.pdf>
13. Itzá M, Lara P, Magaña M, Sangines S. Evaluación de la harina de hoja de morera (*Morus alba*) en la alimentación de pollos de engorde. *Zootecnia Trop*. 2010;28(4):477-487 <https://ve.scielo.org/pdf/zt/v28n4/art04.pdf>
14. Fathi MM, Ebeid TA, Al-Homidan I, Soliman NK, Abou-Emera OK. Influence of probiotic supplementation on immune response in broilers raised under hot climate. *Br Poult Sci*. 2017;58(5):512-516. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28521530/>
15. Flores, O., D. Bolivar, J. Botero and M. Ibrahim. Parametros nutricionales de algunas arboreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajero para la suplementacion de rumiantes en el tropico. *Livestock Research for Rural Development*. Colombia. 1998;10(1):1-7.
16. Friedman A. Weil B. Producción avícola negocio en crecimiento. Agencia del gobierno de los EE.UU para el desarrollo internacional. Paraguay. 2010. Disponible en: https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1862/produccion_avicola.pdf
17. Gaggia F, Mattarelli P. and Biavati B. Probiotics and Prebiotics in Animal Feeding for Safe Food Production. *International Journal of Food Microbiology*, 2010;(141):S15-S28. Disponible: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.02.031>
18. Gayuka D.W, Mbugua P.N, Kavoi B, Kiama S.G. Effect of supplement of Moringa oleifera leaf meal in broiler chicken feed. *International Journal of Poultry Science*. 2014;13:208-213. Disponible en: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1047.9433&rep=rep1&type=pdf>
19. Kim SK, Kim TH, Lee SK, Chang KH, Cho SJ, Lee KW, An BK. The Use of Fermented Soybean Meals during Early Phase Affects Subsequent Growth and Physiological Response in Broiler Chicks. *Asian-Australas J Anim Sci*. 2016;29(9):1287-93. doi: 10.5713/ajas.15.0653. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5003989/>
20. Laverde P. Efectos nutricionales de los polisacardos no amiláceos en pollo de engorde de la línea Ross. *Ciencia y agricultura*, 2013;1:19-45 Disponible en: https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_agricultura/article/view/2826
21. Luegas J, Albino L, Tavernari F, Barros V, Pesa G, Rostagno H. Efeito da adicap de probióticos na dieta sobre digestibilidade ileal da materi seca eda proteína de frangos de corte. *Archivos de zootecnia*, 2015;64(247):1-5.
22. Mikulski d, Jankowski, Naczmanski J, Mikulska, Demey. Effects of dietary probiotic (*Pediococcus acidilactici*) supplementation on performance, nutrient, digestibility,

- egg traits, egg yolk cholesterol and fatty acid profile un laying hens. *Poultry science*. 2012;91(10):2691-2700.
23. Mogyca L, Barcelos C, Stringhini H, Moraes F, Alves D M, Silva J. Plano nutricional como diferentes niveles de proteína bruta e energía metabolizável na ração, para frangos de corte. *Revista Brasileira da Zootecnia*. 2003;42(3):620-631 <https://www.scielo.br/j/rbz/a/HwZRxW9NzdXK8WHv3VsG7Fy/?format=pdf&lang=pt>
 24. Molina A. Probióticos y su mecanismo de acción en alimentación animal. *Agronomía Mesoamericana*, 2019;30(2):601-611. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/437/43759027020/html/>
 25. Mountzouris KC, Tsitsrikos P, Palamidi I, Arvaniti A, Mohnl M, Schatzmayr G, Fegeros K. Effects of probiotic inclusion levels in broiler nutrition on growth performance, nutrient digestibility, plasma immunoglobulins, and cecal microflora composition. *Poult Sci*. 2010;89(1):58-67. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20008803/>
 26. National Research Council. Nutrient Requirements for Poultry. (NRC) 9 rev. edn. *National Academy Press*, Washington DC. 1994.
 27. López E y Zeledon V. Fertilización Orgánica y Sintética en el Desarrollo de Forraje Nacedero (*Trichanthera gigantea*) en la Finca Buena Vista, San Ramón Matagalpa, Primer Semestre, 2015. Tesis de ingeniería Agronómica. Disponible en: <https://repositorio.unan.edu.ni/3094/1/5626.pdf>
 28. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Revisión del desarrollo avícola, 2013. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i3531s/i3531s.pdf>
 29. Orozco Campo R; Meleán Romero R; Romero Medina A. Costos de producción en la cría de pollos de engorde *Revista Venezolana de Gerencia*, 2004;9(28):1-27. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/290/29092806.pdf>
 30. Peralt M. F. Miazzo R. D. Nilson A. Levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) en la alimentación de pollos de carne. REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 2008;9(10):1-11.
 31. Petracci S. Mudalal F. Soglia C. Cavani . Meat quality in fast-growing broiler chickens. *World's Poultry Science Journal*, 2015;71(2):363–374. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/>
 32. Pond Wilson G, Church BVSc, David B, Pond Kevin R, Schoknecht A. Basic Animal Nutrition and Feeding. 2004. 5th Edición. Editorial: John Wiley & Sons Inc.
 33. Quigley EM. Prebiotics and probiotics; modifying and mining the microbiota. *Pharmacol Res*. 2010;61(3):213-8. doi: 10.1016/j.phrs.2010.01.004. Epub 2010 Jan 18. PMID: 20080184. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20080184/>
 34. Ravindran V. Disponibilidad de piensos y nutrición de aves de corral en países en desarrollo. Monogastric Research Centre. Institute of Food, Nutrition and Human Health. Massey University. Palmerston North, Nueva Zelandia. 2018. Disponible en: <https://www.fao.org/3/al708s/al708s.pdf>
 35. Rodríguez C. Waxman S. Lucas Burneo J. Particularidades anatómicas, fisiológicas y etológicas con repercusión terapéutica en medicina aviar. *Panorama del medicamento*. 2017;(41):223-224.
 36. Sosa R. Pérez R.L. Zapata B. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovino Técnica Pecuaria en México, 2004;42(2):129-144. Disponible: <https://www.redalyc.org/pdf/613/61342201.pdf>
 37. Rahim I. Sultan M. Sharif and M. Bilal. Chemical composition, mineral profile, palatability and in vitro digestibility of shrubs., *J. Anim. Plant Sci*. 2013;23:45-49

- <https://www.thefreelibrary.com/CHEMICAL+COMPOSITION%2C+MINERAL+PRO+FILE%2C+PALATABILITY+AND+IN+VITRO...-a0325648338>
38. Safalaoh A.C.L. Body weight gain, dressing percentage, abdominal fat and serum cholesterol of broilers supplemented with a microbial preparation. *African J. Food Agric. Nutrition and Development*. 2006. https://pdfs.semanticscholar.org/5542/0a77088a6640cb01535de6014cfbec0f8a71.pdf?_ga=2.58013486.587193390.1664037991-536594776.1661717847
 39. Sebola A, Mlambo V, Mokobok H.K. Chemical characterisation of *Moringa oleifera* (MO) leaf and the apparent digestibility (MO) leaf meal based diets offered to three chicken strains. *Agroforestry System*. 2019.
 40. Telg B, Caldwell D. Efficacy testing of a defined competitive exclusion product in combination with fructooligosaccharide for protection against *Salmonella typhimurium* challenge in broiler chicks. *J Appl. Poultry Res*. 2009:521-529. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1056617119305707>.
 41. Tesfaye E, Animut G, Urge M, Dessie T. *Moringa oleifera* leaf meal as an alternative protein feed ingredient in broiler ration. *International Journal of Poultry Science* International Journal of Poultry Science, 2013;12(5):289-297. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.420.5663&rep=rep1&type=pdf>