

Parámetros productivos y digestibilidad de pollos, utilizando cayeno (*Hibiscus rosa-sinensis*) y probiótico (*Lactobacillus acidophilus*) más pectina

Productive parameters and digestibility of chickens, using cayenne (*Hibiscus rosa-sinensis*) and probiotic (*Lactobacillus acidophilus*) plus pectin

Parâmetros produtivos e digestibilidade de frango, utilizando pimenta-caiena (*Hibiscus rosa-sinensis*) e probiótico (*Lactobacillus acidophilus*) mais pectina

Recibido: 07 de junio de 2019

Aceptado: 09 de febrero de 2021

Iván E. Mariño- Guerrero¹,
MVZ; <https://orcid.org/0000-0002-8392-772X>**María L. Roa-Vega^{2*},**

Zoot, MSc;

 <https://orcid.org/0000-0003-3251-843X>

^{1,2} Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Grupo de Investigación en Agroforestería, Universidad de los Llanos, Villavicencio- Meta, Colombia
* Email: mroa@unillanos.edu.co



Este artículo se encuentra bajo licencia: Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Orinoquia, Enero-Junio 2021;25(1): 35-46
ISSN electrónico: 2011-2629
ISSN impreso: 0121-3709
<https://doi.org/10.22579/20112629.654>

Resumen

El crecimiento de la producción de aves ha sido determinante en la economía, siendo uno de los motores para impulsar el desarrollo económico del campo colombiano. El uso de probióticos que contienen bacterias productoras de ácido láctico en la alimentación de las aves, contribuye a la integridad y estabilidad de la flora intestinal, dificultando proliferación de patógenos, lo cual ayuda a prevenir enfermedades y mejorar el rendimiento productivo. El objetivo de esta investigación fue evaluar digestibilidad de nutrientes y parámetros productivos en pollos de engorde incluyendo harina Cayeno (*Hibiscus rosa sinensis*) sin y con probiótico (*Lactobacillus acidophilus*) más pectina como reemplazo del concentrado. Este proyecto se realizó en Villavicencio, Meta, se utilizaron 90 pollos de engorde, durante 15 días se alimentaron con concentrado de iniciación. Los tratamientos fueron: T1 concentrado comercial molido (CC), T2 CC y 6% de harina de Cayeno (HC) y T3 CC y 12% de HC, comparando estos tratamientos sin (SP) y con probiótico más pectina (CP). Para la elaboración de HC se cosecharon tallos verdes y hojas de Cayeno con 60 días después de realizado el último corte, se deshidrataron durante 72 horas a 60 grados centígrados y se molieron. El peso promedio de los pollos fue de 675,1±50g, siendo distribuidos en un diseño en completamente al azar y se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey. Para estimar los coeficientes de digestibilidad (COD) se colectaron excretas durante cinco días. A las dietas y excretas se les analizó: materia seca (MS), proteína, fibra, grasa, extracto no nitrogenado (ENN) y fibra detergente neutro (FDN). Se estimaron: nutrientes digestibles totales (NDT), valor biológico (VB) de la proteína. También se evaluaron variables productivas como: consumo de alimento, aumento de peso, conversión alimenticia y rendimiento en canal. El COD de MS más alto (P<0,05) fue para T2 SP y CP: 0,91 y 0,93 VS T1 0,71 y 0,72, lo mismo sucedió con los COD de proteína y fibra de T2 siendo mayores (P<0,05) con relación a T3: 0,88 y 0,92 VS 0,72 y 0,81; 0,82 y 0,84 VS 0,56 y 0,57, respectivamente. El mayor valor de NDT fue para T2: 92,83% VS T3: 77,56%. El consumo de materia seca fue similar para todos los tratamientos. El aumento de peso diario fue superior (P<0,05) en T1 CP y SP 93,74 y 89,78 g comparándolo con T3 84,08 y 81,95 g, no se observaron diferencias con T2. Las menores conversiones de alimento a peso fueron para T2 SP (2,0) y T3 CP (1,95). Observándose efecto del probiótico en T2 CP (1,74). El rendimiento en canal fue similar para todos los tratamientos, aunque se observaron valores numéricamente superiores en T1 CP y SP; T2 CP: 66,12, 65,49 y 64,92%, con relación a los otros tratamientos. En la mayoría de las variables evaluadas T2 no presentó diferencia con T1, lo cual significa que en las dietas para aves en fase de engorde el concentrado comercial puede ser reemplazado por el 6% de harina de Cayeno.

Palabras clave: microorganismos eficientes, digestibilidad, aves, arbustivas.

Como Citar (Norma Vancouver):

Mariño- Guerrero IE, Roa-Vega ML. Parámetros productivos y digestibilidad de pollos, utilizando cayeno (*Hibiscus rosa-sinensis*) y probiótico (*Lactobacillus acidophilus*) más pectina. Orinoquia, 2021;25(1): 35-46. <https://doi.org/10.22579/20112629.654>

Abstract

The growth in broiler chicken production has been a determining factor regarding Colombia's economy and a determining factor in promoting the countryside's economic development. Using probiotics containing lactic acid-producing bacteria in broiler chickens' diet contributes to intestinal flora integrity and stability, thereby hampering pathogen proliferation which helps prevent diseases and improve productivity. This research was aimed at evaluating broiler chicken nutrient digestibility and production parameters by including cayenne pepper flour (*Hibiscus rosa-sinensis*, L.) with and without a probiotic (*Lactobacillus acidophilus*) plus pectin in chicken feed to replace concentrated food. This project was carried out in Villavicencio in Colombia's Meta department; 90 broilers were fed on broiler starter concentrate for 15 days. T1 treatment consisted of concentrate commercial (CC) milled crumble, T2 CC plus 6% cayenne flour (CF) and T3 CC plus 12% CF; these treatments were compared with a probiotic (WP) and without it (WoP) plus pectin (PP). Cayenne pepper green stems and leaves were harvested 60 days after the last pruning for making CF; they were dehydrated for 72 hours at 60°C and then ground. The chickens' average weight was 675.1±50g; a randomised complete block design (RCBD) was used, along with Tukey's multiple comparison test for statistical analysis of the resulting data. Excreta were collected over a five-day period for estimating digestibility coefficients (DC). Broiler diets and excreta were analysed regarding dry matter (DM), protein, fibre, fat, non-nitrogenous extract (NNE) and neutral detergent fibre (NDF); % total digestible nutrients (TDN) and protein biological value (BV) were estimated. Production variables such as food consumption rate, weight gain, feed conversion and carcass yield were evaluated. T2 had the highest DM WoP DC (0.91) and DM WP DC (0.93) compared to those for T1 (0.71 DM WoP DC and DM WP DC 0.72) ($p<0.05$); the same happened for T2 protein (0.88 DM WoP DC and 0.92 DM WP DC) and fibre (0.82 DM WoP DC and 0.84 DM WP DC), such DC being greater ($p<0.05$) than those for T3 (protein 0.72 DM WoP DC and 0.81 DM WP DC and fibre 0.56 DM WoP DC and 0.57 DM WP DC). T2 had the highest TDN value: 92 (83%) compared to T3: 77 (56%). All treatments had DM similar consumption rates. Daily weight gain was higher ($p<0.05$) for T1 WoP (93.74g) and WP (89.78g) compared to T3 (84.08g T1 WoP and 81.95g WP); no differences were observed regarding T2. T2 WoP (2.0) and T3 WP (1.95) had the lowest food to weight conversion rates; the probiotic had an effect on this because T2 WP (1.74) was similar to T1 WoP (1.81) and WP (1.86). T1 WP (66.12%) and WoP (65.49%) and T2 WP (64.92%) had promising carcass yields compared to that for the other treatments. There were no differences between T2 and T1 regarding most variables evaluated here, meaning that commercial concentrate can be confidently replaced by 6% cayenne flour in broiler diets during their fattening phase.

Key words: efficient microorganism, digestibility, broiler, shrub.

Resumo

O crescimento da produção avícola tem sido um fator determinante na economia, sendo um dos motores para promover o desenvolvimento econômico do campo colombiano. O uso de probióticos que contêm bactérias produtoras de ácido láctico na ração de aves contribui para a integridade e estabilidade da flora intestinal, dificultando a proliferação de patógenos, o que ajuda a prevenir doenças e melhorar o desempenho produtivo. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a digestibilidade dos nutrientes e parâmetros produtivos em frangos de corte incluindo a farinha de pimenta de Caiena (*Hibiscus rosa sinensis*) sem e com probiótico (*Lactobacillus acidophilus*) mais pectina em substituição ao concentrado. Este projeto foi realizado em Villavicencio, Meta, foram utilizados 90 frangos, durante 15 dias, eles foram alimentados com concentrado inicial. Os tratamentos foram: T1 concentrado comercial moído (CC), T2 CC e farinha de pimenta-caiena 6% (HC) e T3 CC e 12% HC, comparando-se esses tratamentos sem (SP) e com probiótico mais pectina (CP). Para a produção do HC, os caules verdes e as folhas de caiena foram colhidos 60 dias após o último corte, foram desidratados por 72 horas a 60 graus centígrados e moídos. O peso médio dos frangos foi de 675,1 ± 50g, sendo distribuídos em delineamento inteiramente casualizado e aplicado o teste de comparações múltiplas de Tukey. Para estimar os coeficientes de digestibilidade (COD), as excretas foram coletadas por cinco dias. As dietas e excretas foram analisadas: matéria seca (MS), proteína, fibra, gordura, extrato não nitrogenado (ENN) e fibra em detergente neutro (FDN). Foram estimados: nutrientes digestíveis totais (NDT), valor biológico (VB) da proteína. Variáveis produtivas como: consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e rendimento de carcaça também foram avaliadas. O maior DM COD ($P < 0,05$) foi para T2 SP e CP: 0,91 e 0,93 VS T1 0,71 e 0,72, o mesmo aconteceu com o COD de proteína e fibra de T2 sendo maior ($P < 0,05$) em relação ao T3: 0,88 e 0,92 VS 0,72 e 0,81; 0,82 e 0,84 VS 0,56 e 0,57, respectivamente. O maior valor de NDT foi para T2: 92,83% VS T3: 77,56%. O consumo de matéria seca foi semelhante para todos os tratamentos. O ganho de peso diário foi maior ($P < 0,05$) em T1 CP e SP 93,74 e 89,78 g em comparação com T3 84,08 e 81,95 g, não foram observadas diferenças com T2. As conversões de alimentação para peso mais baixas foram para T2 SP (2,0) e T3 CP (1,95). Observando o efeito do probiótico em T2 CP (1,74). O desempenho de carcaça foi semelhante para todos os tratamentos, embora valores numericamente superiores tenham sido observados em T1 CP e SP; T2 CP: 66,12, 65,49 e 64,92%, em relação aos demais tratamentos. Na maioria das variáveis avaliadas, T2 não apresentou diferença com T1, o que significa que nas dietas para aves em fase de engorda, o concentrado comercial pode ser substituído por 6% de farinha de pimenta de caiena.

Palavras-chave: microrganismos eficientes, digestibilidade, pássaros, arbustos.

Introducción

La producción avícola en el trópico, donde se ubica la región de la Orinoquia, requiere del desarrollo de nuevos métodos de producción, que permitan el uso más racional y sostenido de los recursos naturales. La incorporación de especie arbóreas en la alimentación

animal, es una alternativa para mejorar el uso de la tierra y la rentabilidad pecuaria. Esto último, relacionado con el alto costo de las materias primas para la elaboración de alimentos. (Osés, 2006).

Por estos motivos es importante establecer estrategias alimenticias que hagan énfasis en el uso de otros re-

cursos de menor costo, como es el caso de las especies forrajeras, por lo tanto sería importante conocer el comportamiento a metabólico y su aprovechamiento nutricional en pollos, cuando se utilizan estas alternativas de alimentación disponibles en la finca reemplazado el concentrado. Es posible que los parámetros fisiológicos y productivos se puedan mantener cuando se utilice una arbustiva como cayeno (*Hibiscus rosa sinensis*) y que al proponer adicionar un probiótico como el *Lactobacillus acidophilus* con pectina se busca incrementar el aprovechamiento del cayeno con el concentrado, para mejorar el crecimiento y conversión a peso, (Mílera, 2013; Orozco y Sanchez, 2011).

Referente a los estudios con arbustivas, donde se ha utilizado el follaje de cayeno (*Hibiscus rosa-sinensis*) y morera (*Morus alba*) y en la alimentación de no rumiantes con excelentes resultados, las cuales se siembran como bancos para ser cortadas y llevadas al corral donde y se ha demostrado una gran aceptación por parte de las aves y Es de reconocer que estas arbustivas tienen cualidades nutricionales y además el cayeno ha tenido una buena adaptación agronómica en zonas tropicales como la Orinoquía, cerdos, Ruiz *et al.*, 2005. Cayeno (*Hibiscus rosa-sinensis*) posee un contenido de proteína en las hojas de alrededor del 21% y su digestibilidad oscila entre el 72 y 79%. El follaje de cayeno comestible (tallos tiernos y hojas) contiene 14.2% de proteína bruta (PB), 39.9% de FDN, mientras que la concentración de polifenoles es alrededor de 0.2 g/kg en verde, y de taninos totales, entre 13 al 19/g de materia seca (MS). (Lara, *et al.*, 2012).

Las pruebas de digestibilidad permiten determinar el grado de aprovechamiento del alimento, es decir, indica los porcentajes en que el alimento es convertido por el aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición. Comprende dos procesos, la digestión, que corresponde a la hidrólisis de las moléculas complejas de los alimentos, y la absorción de pequeñas moléculas (aminoácidos, ácidos grasos) en el intestino. (Nieves, 2010). Los análisis de la digestibilidad determinan el nivel de aprovechamiento de la proteína por parte de los individuos, lo cual, permitirá hacer 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, (Seddon, 2002). Los probióticos son utilizados como subterapéuticos, a modo de promotores de crecimiento, lo cual ha sido difícil comprobar debido a la variedad de microorganismos y dosis que se pueden suministrar,

tipo de aves utilizadas, métodos de administración, composición de las dietas y condiciones ambientales en que se realizan los bioensayos. Por lo tanto, y debido a la necesidad de prescindir de los antibióticos como promotores de crecimiento, es indispensable continuar investigando y ampliando el conocimiento de estos aditivos, mediante la realización de bioensayos que permitan determinar las cepas bacterianas y los métodos de administración más idóneos en los linajes de aves modernas bajo producción intensiva, (Díaz, 2017).

La pectina es una mezcla compleja de polisacáridos que constituye aproximadamente un tercio de la pared celular de las plantas superiores. En los últimos años ha adquirido gran interés para su aplicación en base a sus parámetros físico-químicos y a su biodegradabilidad. Es extraído de cáscaras de cítricos y de pulpa de manzana en condiciones ligeramente ácidas (May, 2000). Fuentes alternativas para la obtención de pectina son los residuos provenientes de la industria azucarera (remolacha), aceitera (semillas de girasol) (Rolin, 2013).

Recientemente se ha estudiado el efecto de la pectina, celulosa y cromo en el metabolismo de lípidos y carbohidratos, mediante ensayos en ratas, y los resultados obtenidos sugirieron que un suplemento de pectina y cromo en la dieta podría ser beneficioso para corregir ciertos problemas en el metabolismo de lípidos (Krzysika, 2011).

De acuerdo a estas revisiones el objetivo de esta investigación fue el de establecer si la inclusión de harina Cayeno (*Hibiscus rosa sinensis*) sin y con probiótico (*Lactobacillus acidophilus*) más pectina como reemplazo en la alimentación, genera cambios en los parámetros productivos y de digestibilidad de nutrientes en pollos de engorde.

Materiales y Métodos

Localización

Este proyecto se llevó a cabo en el municipio de Villavicencio, Meta, vereda Barcelona, piedemonte llanero, con una temperatura promedio de 27 grados centígrados; temperatura Máxima, 33.3 grados centígrados; temperatura mínima, 21.6 grados centígrados; altitud de 418 m.s.n.m. y un rango de precipitación anual entre 1900 y 3200 milímetros (IDEAM, 2015).

Obtención del material vegetal

Las semillas (estacas) de cayeno fueron sembradas en la granja de la Unidad Rural Experimental de la universidad de los Llanos sede Barcelona, cuando se utilizó el material para este experimento, el cultivo llevaba un año de establecido, al cual se le habían hecho cuatro podas a: 4, 7, 10 y 12 meses, con una producción de biomasa fresca en de 600, 1000, 2500 y 5000 g por individuo, el porcentaje de materia fue de 20, 22, 22,5 y 24,1, respectivamente. De la última poda se cosecharon tallos verdes y hojas de 50 días aproximadamente, inmediatamente después del proceso de cosecha se procedió a realizar la deshidratación del material vegetal a una temperatura de 62°C durante 48 horas en un horno de secado en el laboratorio de nutrición animal de la Universidad de los Llanos, posteriormente el forraje fue molido hasta lograr una harina, esta harina fue sometida a un análisis proximal con el fin de evaluar su contenido nutricional antes de ser suministrada a los animales (Figura 1).

Preparación de las dietas

El probiótico mas pectina estaban en una sola mezcla un solo producto de fábrica, la concentración de este carbohidrato era de 0,015%, y fueron suministrados en la dieta, teniendo en cuenta la concentración del probiótico que suministra los microorganismos viables que se consideran que debe llegar al intestino para producir un efecto beneficioso es de ≥ 106 UFC/mL, por tal motivo se utilizó en promedio 107 UFC/mL, además se adicionaron 20mg de pectina (Sharma et al., 2014).

Con el fin de medir el efecto del probiótico (*Lactobacillus acidophilus*) más pectina, las dietas fueron isopro-

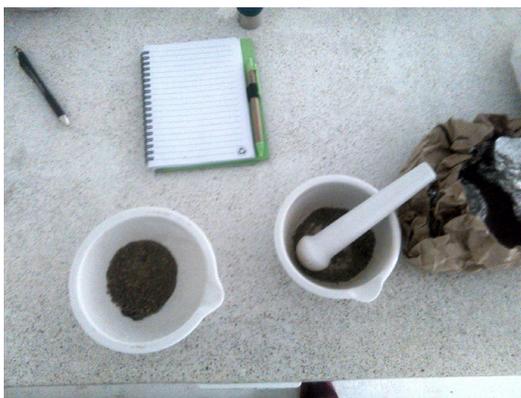


Figura 1. Las dietas fueron analizadas en el laboratorio de Nutrición Animal

teicas e isoenergéticas, se establecieron dos niveles de formulación, sin probiótico (SP) y con probiotico (CP) conformando seis grupos de la siguiente manera tratamiento 1 (T1) concentrado comercial (CC) SP y CP con una mezcla de 67,16 kg de concentrado más 268 g de probiótico más pectina y, tratamiento 2 (T2) 6% de HC SP: 63.13 k de CC más 4,029 k de HC y T2 CP se adiciona 268.6 g de probiotico más pectina; tratamiento 3 (T3) 12% de HC SP: 59.1 de CC más 8,06 k de HC y T3 CP más más 268.6 g de probiótico más pectina

Unidad experimental

El estudio se realizó con 90 pollos línea Cobb 500 con un peso promedio de 675.1 ± 20 gramos; distribuidos siguiendo un diseño completamente al azar:

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

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento

μ = Media general

τ_i = Efecto del tratamiento i. (T1,T2,T3)

E_{ij} = Error aleatorio, donde $E_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

Análisis estadístico

Los datos fueron sometidos a un ANOVA y se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey, nivel de significancia ($P > 0,05$), para establecer las diferencias entre las medias de los seis tratamientos (T1, T2, T3, sin y con adición de probióticos más pectina), tres repeticiones por tratamiento y cinco unidades experimentales por replicación para un total de $90 = 6 \times 3 \times 5$. Las variables a evaluar fueron: Coeficientes de Digestibilidad (COD) de la materia seca (MS), proteína, grasa, extracto no nitrogenado (ENN), fibra cruda (FC), Porcentaje de nutrientes digestibles totales (NDT); fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y cálculos de, energía digestible (ED) y energía metabolizarle (EM); para los análisis bromatológicos del cayeno, concentrado comercial, tratamientos y excretas fueron analizadas en el laboratorio siguiendo la metodología de AOAC, 2005 (Figura 2).

Manejo productivo

Los pollos fueron agrupados en jaulas en número de cinco individuos, denominada unidad experimental (UE); las jaulas estaban dispuestas en un soporte el



Figura 2. Las excretas de los pollos fueron analizadas para determinar la digestibilidad de nutrientes

cual permite acomodar dos jaulas una en un sustentáculo superior y la otra en uno inferior, cada jaula dispone de una bandeja para recolección de excretas, un comedero y un bebedero. El consumo de agua fue *ad libitum* se les suministró alimento dos veces al día (mañana y tarde), los animales tuvieron cinco días de acostumbramiento a las dietas, durante este tiempo no se tomaron datos, pasado este periodo se realizó registro del consumo diario de alimento durante los 25 días de experimentación; cada cinco días se pesaron las aves para determinar su ganancia de peso, es decir se realizaron cinco pesajes: 25, 30, 35, 40 y 45 días de edad (Figura 3 y 4). En la última semana de experi-



Figura 3. Los pollos fueron alimentados en la etapa de engorde con las dietas experimentales

mentación, durante tres días consecutivos en horas de la mañana, se recolectaron 100 gramos de muestra, por tratamiento, las cuales se secaron en horno a 60 grados centígrados durante 72 horas, luego se realizó el macerado, tamizaje de las muestras y posteriormente se analizaron en el laboratorio, determinando los componentes de las muestras.

Resultados y Discusión

Análisis nutricionales

Los análisis nutricionales de laboratorio evidencian que las dietas fueron similares en su contenido de proteína, se aprecia que el alimento concentrado es el más alto dentro de los resultados de las muestras analizadas, seguido del valor proteico del Cayeno y por último la mezcla de concentrado más harina de esta forrajera; además se puede definir que a mayor cantidad de harina menor cantidad de proteína en la dieta (Tabla 3). Al comparar estos valores de esta arborescencia con lo obtenidos por Hernández *et al.*, 2015, son inferiores, lo que significa la influencia del medio ambiente, fundamentalmente la biobioisponibilidad de nutrientes en el suelo.

Según los resultados de la composición nutricional de los ingredientes utilizados en este experimento, se infiere que la humedad muestra los valores más altos en concentrado, es decir que conforme aumenta la concentración de harina de Cayeno, se disminuye la humedad final de la mezcla, de lo cual se deduce que tiene mayor higroscopia el concentrado que la harina de Cayeno; porque se observa que hay una relación inversamente proporcional de tal modo que a mayor harina de Cayeno en la dieta, menor humedad final. (Tabla 1).



Figura 4. Los pollos fueron pesados cada cinco días para establecer su rendimiento

Tabla 1. Composición nutricional del Cayeno y dietas experimentales

Nutrientes	Cayeno	Concentrado T1	6% Cayeno T2	12% Cayeno T3
% Humedad Final	12,50±0,1	13,00±1,3	11,80±2,1	10,20±0,7
% Proteína	19,90±1,2	21,00±2,1	19,77±2,2	18,49±1,2
% Grasa	4,20±0,7	5,75±0,6	5,88±1,6	5,42±0,4
% Fibra Cruda	6,90±0,7	5,35±0,6	4,15±1,1	1,51±0,1
% ENN	49,63±2,6	49,36±5	50,92±3,7	57,32±2,7
% Cenizas	6,87±0,7	5,54±0,6	7,48±1,9	7,06±0,5
% FDN	35,80±2	37,67±3,9	30,48±8,1	33,52±2,2
% FDA	16,80±1,1	6,27±0,6	16,47±1,4	17,40±1,3
EM kcal/MS	3,09±0,6	3,19±0,3	3,17±0,8	3,22±0,2

A diferencia de los dos nutrientes anteriormente mencionados, podemos apreciar que los valores de grasa no muestran una tendencia según la mezcla, ya que el mayor contenido de grasa está representado en la dieta con el 6% de harina de Cayeno, seguido por el concentrado y la dieta al 12% de Harina de Cayeno. La mezcla al 6% de concentrado y harina de Cayeno permite expresar de la mejor manera la concentración de contenido graso para la suplementación de pollos de engorde.

Para los valores obtenidos en la muestra de laboratorio, referente a la FC se deduce que al realizar la mezcla de concentrado con HC y este forraje se aumenta, se disminuye los contenidos de FC, los cuales se ven mejor representados en la muestra de cayeno. Valores similares de ENN se aprecian para las muestras de Cayeno y concentrado, conforme aumenta este forraje en la dieta, también se incrementa el contenido de este nutriente.

Coefficientes de digestibilidad

La materia seca está compuesta de materias minerales y materias orgánicas. Las materias minerales corresponden a las Cenizas después de la combustión completa de la materia viva. La materia orgánica corresponde a lo que se ha quemado y está compuesta, esencialmente, por cuatro elementos fundamentales: Carbono, Oxígeno, Hidrógeno y Nitrógeno. Las materias minerales tienen un importante papel en la ali-

mentación, las cuales son Sodio (Na), el Calcio (Ca), el Fósforo (P) y el Potasio (K).

Los resultados de laboratorio y el análisis estadístico muestran que la dieta con HC 6% CP tiene una digestibilidad más eficiente que el resto de los tratamientos, seguida muy de cerca HC 6% SP. Además se puede apreciar que existe diferencia ($P < 0,05$) con las dietas con CC SP y CP, (tabla 2).

El análisis de digestibilidad de la proteína permite determinar el nivel de aprovechamiento de la misma en la dieta y comparar el uso de dietas basadas en concentrado comercial y la implementación de alternativas nutricionales que incluyan el uso de especies arbustivas y plantas forrajeras en la alimentación de pollos de engorde. El metabolismo óptimo de la proteína permitirá al organismo expresar al máximo la capacidad hormonal, metabólica, estructural y enzimática para formación de células, tejidos y órganos; además de mediar los procesos de reparación, crecimiento, mantenimiento y desarrollo corporal. (Martínez, 2006).

La determinación de nitrógeno en forma orgánica sirve como medida del contenido proteico de los materiales alimenticios. Pero como además se encuentran presentes pequeñas cantidades de otros compuestos nitrogenados de naturaleza no proteica, sólo pueden determinarse como “proteína cruda”, que no es más que el valor proteico calculado a partir del contenido total de nitrógeno. Para la determinación analítica del contenido en proteína total, se determina por lo gene-

Tabla 2. Coeficientes de Digestibilidad y energía calculada en pollos de engorde

Parámetros	0% Cayeno T1		6% Cayeno T2		12% Cayeno T3	
	Sin	Con	Sin	Con	Sin	Con
Materia seca	0.7166 ^a	0.7173 ^a	0.9192 ^b	0.9347 ^b	0.7835 ^{ab}	0.8687 ^{ab}
Proteína	0.8129 ^{ab}	0.8837 ^b	0.8833 ^b	0.9203 ^b	0.7251 ^a	0.8163 ^{ab}
Grasa	0.7536 ^a	0.7541 ^a	0.8763 ^{ab}	0.9445 ^b	0.8002 ^a	0.8789 ^{ab}
Fibra cruda	0.7351 ^{ab}	0.7358 ^{ab}	0.8247 ^b	0.8426 ^b	0.5698 ^a	0.5653 ^a
ENN	0.7117 ^a	0.7659 ^{ab}	0.9308 ^c	0.9433 ^c	0.8246 ^{abc}	0.8945 ^{bc}
NDT (%)	83.25 ^{ab}	85.73 ^{ab}	90.55 ^{ab}	92.83 ^b	77.56 ^a	84.58 ^{ab}
EM Mcal/kg de MS	3.1637 ^{ab}	3.2581 ^{ab}	3.4413 ^{ab}	3.5278 ^b	2.9474 ^a	3.2142 ^{ab}

* Sin *Lactobacillus acidophilus* y pectina = Sin. Con *Lactobacillus acidophilus* y pectina = con. NDT= Nutrientes digestibles totales. EM= Energía metabólica. MS= Materia seca. Letras distintas en la misma fila indican diferencias entre tratamientos (P<0,05).

ral el contenido de nitrógeno (N) tras eliminar la materia orgánica con ácido sulfúrico (método de Kjeldahl), calculándose finalmente el contenido de proteína con ayuda de un factor (en general $f = 6,25$), (Hernandez, 1994). Con respecto al COD de proteína, muestra una mayor eficiencia (P< 0,05) con HC 6% CP comparada con las demás dietas. (Tabla 2).

Los lípidos son un conjunto de moléculas orgánicas, con un número relativamente alto en átomos de carbono, con abundancia de hidrógeno y pobres en oxígeno, también se caracterizan porque son una importante fuente de reserva de energía para el organismo, sirven como aislante corporal, protección ante traumatismos, y desempeñan un papel significativo como cofactor de las enzimas, hormonas y mensajeros intracelulares, (Xenouli y Steiner, 2010).

Las grasas no sólo se utilizan como sustrato energético, sino también como parte estructural de ciertos tejidos. Los ácidos grasos que no se oxidan ni se almacenan en el tejido adiposo se incorporan selectivamente en las membranas celulares. Allí pueden influir, en funciones celulares, afectando la permeabilidad celular, actividades de transporte y comportamiento de enzimas asociadas a membranas y receptores que controlan la

partición de metabolitos y señales entre las células y dentro de ellas. La fluidez de las membranas está afectada por la cantidad y los tipos de ácidos grasos. (Aires, 2005). El COD de grasa arrojó mejores resultados en cuanto a rendimiento (P<0,05), en la dieta de HC 6% CP (94,4%), comparada con las demás dietas: CC CP (75,3%) y HC 12% SP (75,4%). (Tabla 2).

Él término fibra, se encuentra asociado a los constituyentes de la pared de la célula vegetal, los cuales engloban estructuras tan complejas como las hemicelulosas, la celulosa y la lignina, como componentes principales (Zilversmit, 1979). Se entiende por fibra cruda (FC) a todas aquellas sustancias orgánicas no nitrogenadas, que no se disuelven tras hidrólisis sucesivas; una en medio ácido y otra en medio alcalino. El principal componente de la FC es la celulosa (90%), hemicelulosas y lignina. Estos componentes, conforman en su mayoría la fracción insoluble de la fibra.

La fibra sobre las bases nutritivas se define como las sustancias vegetales insolubles que son digeridas por fermentación microbiana en el tracto digestivo de los animales. La fibra dietaria es el nombre que se le da a la fracción de la fibra bruta en la que se incluyen compuestos tales como el almidón, los polisacáridos

no celulósicos, la celulosa, la lignina, la hemicelulosa y sustancias pépticas. El residuo de esta forma queda libre de componentes solubles como grasas, proteínas y otros componentes menos solubles como son la lignina, celulosa, hemicelulosa, sílice. La pérdida por incineración representa la fibra cruda. (De Blas, 1997). El valor obtenido con fibra cruda, arrojó como resultado que la dieta HC CP es la de mayor COD ($P < 0.05$) (84.26%), seguida por HC 6% SP (82,47%); marcando HC 12% SP y CP, con valores de (56,98%) y (56,53%) respectivamente (Tabla 2).

El extracto no nitrogenado, también conocido como extracto libre de nitrógeno, se obtiene cuantitativamente con el remanente de restarle al 100% de la muestra, la suma obtenida en los análisis de humedad, proteína, lípidos y cenizas.

ENN = 100% - (humedad + % proteína + % Extracto Etéreo + % fibra + % Ceniza).

ENN agrupa nutrientes como mono y disacáridos, la parte soluble de la celulosa, pentosanas y lignina, las hemicelulosas, almidón, inulina y toda clase de azúcares, materias pépticas, ácidos orgánicos y otras materias solubles libres de nitrógeno, constituyendo así la fracción más valiosa del alimento. (De Blas, 1997). El COD de ENN, permite observar que HC 6% CP obtuvo el mejor rendimiento ($P < 0,05$) con 94,3%; seguido por HC6% SP (93,1%), CC SP y CP con valores de (71,17%) y (76,59%) respectivamente (Tabla 2).

Nutrientes digestibles totales (NDT)

Este método valora energéticamente a un alimento partiendo de ensayos de digestibilidad, valorara la energía existente en porcentaje o en K. El método consiste en tomar los valores de los componentes orgánicos del análisis proximal, 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 multiplicados por su digestibilidad. El producto de la multiplicación del extracto etéreo por su digestibilidad se multiplica a la vez, por 2.25, pues 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 con el objeto de expresar el TND como porcentaje del ingrediente analizado. Los nutrientes digestibles totales NDT fueron mayores en el valor ($P < 0,05$) para la dieta compuesta por HC 6% CP con 92,83% con respecto a HCl 12% SP probiótico la cual tuvo un resultado de 77.56%. (Tabla 2 y Grafico 1).

Energía Metabólica (EM)

El contenido de Energía Metabolizable (EM) de un alimento corresponde a la cantidad de energía retenida por el organismo, representa la cantidad de energía presente en el alimento que el animal utiliza para sus diferentes necesidades. La EM se determina mediante la diferencia entre la EB del alimento que come el animal, y la energía presente en las heces y orina del animal (Correa, 2006).

La EM no corresponde a un valor constante característico de la dieta o del ingrediente, sino que corresponde a una medida biológica propia del animal y depende de todos los factores que intervienen en la digestión y asimilación de nutrientes (Francesch, 2001).

Para el análisis de energía metabólica se obtuvo el mayor valor ($P < 0,05$), en la dieta correspondiente a HC CP con (3,53 Mcal/ kg MS) con relación a HC 12% SP sin probiótico con 2,94 Mcal/kg MS (Tabla 2 y gráfico 2).

Parámetros productivos

Se disminuye la ganancia de peso a medida que aumenta la cantidad de forraje en la dieta, a medida que



Gráfico 1. Nutrientes digestibles totales NDT

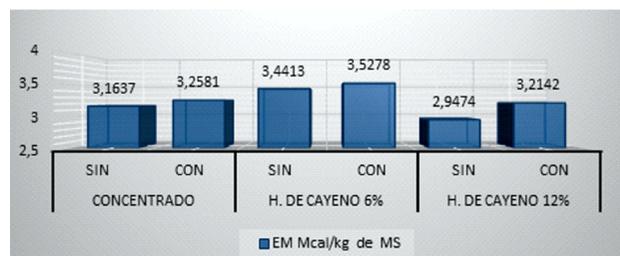


Gráfico 2. Energía metabólica Mcal/kg de MS

Tabla 3. Variables productivas de pollos de engorde reemplazando concentrado por harina Cayeno e incluyendo un probiótico con pectina.

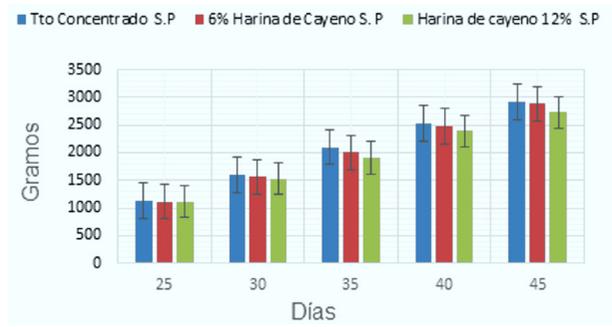
Parámetros	0 % Cayeno		6% Cayeno		12% Cayeno	
	Sin	Con	Sin	Con	Sin	Con
Días de experimento	25	25	25	25	25	25
Peso Inicial ave (g)	675.1	675.1	675.1	675.1	675.1	675.1
Peso final ave (g)	2919,6 ^b	3018,6 ^c	2884 ^b	2909,3 ^b	2724 ^a	2777,3 ^a
Aumento total de peso (g)	2244,5 ^b	2343,5 ^c	2208,9 ^b	2234,2 ^b	2048,9 ^a	2102,2 ^a
Aumento diario de peso (g)	89,78 ^b	93,74 ^c	88,35 ^b	89,36 ^b	81,95 ^a	84,09 ^a
Consumo diario de MS ave (g)	162,8 ^a	163,4 ^a	164,3 ^a	163,9 ^a	163,8 ^a	163,6 ^a
Consumo de proteína/día/ave (g)	34,20 ^b	19,10 ^a	21,65 ^a	34,31 ^b	19,07 ^a	21,61 ^a
Conversión alimenticia	1,81 ^a	1,86 ^a	2,00 ^b	1,74 ^a	1,83 ^a	1,95 ^b
Valor biológico (%)	83.24	80.55	71.96	89.64	85.37	75.6
CEP	1:0,38 ^b	1:0,22 ^a	1:0,26 ^a	1:0,37 ^b	1:0,21 ^a	1:0,26 ^a
Peso canal ave (g)	2068 ^b	2197 ^c	2060,3 ^b	2098,6 ^b	1924,3 ^a	1987,3 ^a
Rendimiento en canal (%)	66,12 ^a	65,5 ^a	64,3 ^a	64,92 ^a	63,58 ^a	64,40 ^a

* Sin *Lactobacillus acidophilus* y pectina = Sin Con *Lactobacillus acidophilus* y pectina = con. MS= materia seca. CEP= coeficiente de eficiencia proteica Letras distintas en la misma fila indican diferencias entre tratamientos (P<0,05)

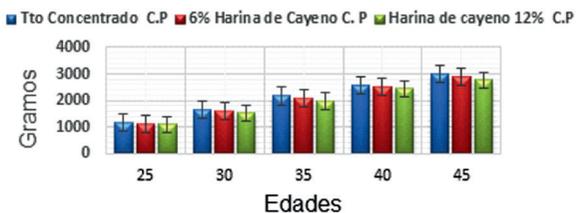
los pollos van creciendo, lo cual es lógico porque al inicio del crecimiento de un animal su aumento de peso es mayor debido a las condiciones fisiológicas que le permiten ser más eficientes en este aspecto. Las diferencias entre pesos de cada tratamiento son más evidentes. Además, se puede observar que el día 35 de experimentación se hace más marcada la diferencia entre las barras que representan los tratamientos. En los datos graficados correspondientes al día 45 se observa

que el tratamiento que incluye HC al 6% disminuye la diferencia respecto al aumento de peso generado por la dieta con concentrado, (Tabla 3, graficas 3 y 4).

Un comportamiento similar se observó en cuanto a que el aumento de la cantidad de harina de Cayeno en la dieta influye de manera negativa en el aumento de peso, CC obtuvo mejores ganancias de peso, seguido por el HC 6% y por último, HC 12%. Al comparar los datos obtenidos en las dos gráficas 3 y 4, se puede deducir que el uso de probiótico genera mejores ganancias de peso en cada uno de los tratamientos.



Gráfica 3. Aumento de peso tratamientos sin probiótico



Gráfica 4. Curva aumento de peso tratamientos con probiótico

El peso final indica que los pollos alimentados con la dieta basada en CC CP fue la de mayor valor ($P<0,05$) (3018 g), comparados con los pollos de las otras dietas, CC SP 2919 g; además se observa que la primer dieta mencionada marca una diferencia ($P<0,05$) con respecto a las dietas HC 6% SP 2724 g y HC 12% CP 2777,3 g. Se puede concluir que el uso de HC 6% CP presenta un comportamiento notable, puesto que no presenta diferencia con CC SP, tampoco se observa efecto del probiótico en HC 12% en el incremento de peso. Se puede deducir que el uso de probiótico marca un efecto positivo en el tratamiento CC, puesto que las otras dos dietas no influyó el probiótico (tabla 3).

Consumo

El consumo de alimento se eleva por el aumento de HC, siendo una constante en cada uno de los tratamientos y en cada etapa de la experimentación. Se observa un comportamiento similar, a mayor cantidad de esta forrajera, mayor es la cantidad del consumo, pero cabe apreciar que el consumo se incrementa en los tratamientos que no incluyen probiótico dentro de la mezcla. (Gráficos 5 y 6).

Comportamiento canal

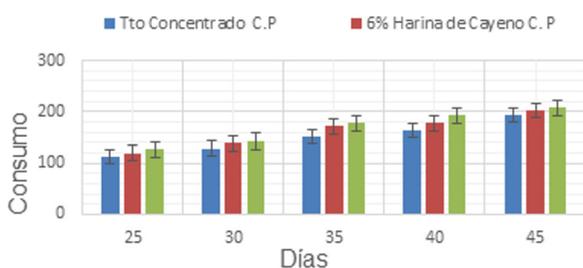
Los datos obtenidos referentes al peso en canal nos muestran que la dieta CC SP el valor más alto ($P<0,05$) con 2197 g seguido por la dieta HC 6% CP, además se puede apreciar en la tabla 3, que marca una diferencia ($P<0,05$) con las dietas pertenecientes HC 12% SP CP con valores de 81,95 y 84,08 g respectivamente. El peso en canal en cada uno de los tratamientos se ve influenciado de manera positiva al incluir probiótico (*Lactobacillus acidophilus*) más pectina, dentro de la dieta (Tabla 3).

El rendimiento en canal muestra un comportamiento a favor de las dietas que CC CP y SP 65,49 y 66,12%, además se observa que no existen diferencias entre tratamientos. (Tabla 3).

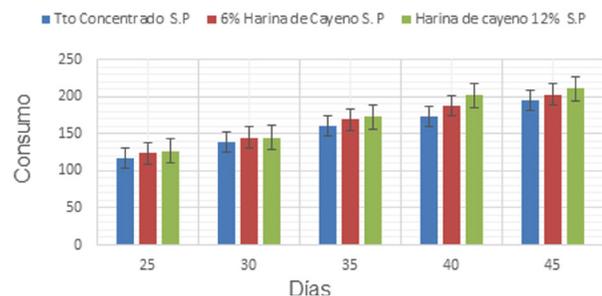
Conclusiones y Recomendaciones

- Cuando se reemplazó el concentrado con harina de cayeno en un 6% no se presentaron diferencias con el testigo en pollos de engorde en lo referente a digestibilidades de la materia seca (MS), proteína, grasa extracto no nitrogenado (ENN) y fibra cruda (FC).
- El mejor valor biológico de la proteína (VB). 89,6% se observó con el tratamiento harina de cayeno al 6% con la adición de probiótico, lo mismo que la conversión alimenticia 1,74, en comparación con los otros tratamientos. En estas variables se observa efecto del probiótico.
- Con el aumento de peso el tratamiento con el 6% de harina de cayeno fue el mejor, aunque no se observó efecto del probiotico en este parámetro.
- El rendimiento en canal y de pechuga no presentaron diferencias ninguno de los tratamientos, con comportamiento similar, lo cual indica que se puede utilizar hasta el 12% de cayeno como reemplazo de concentrado, sin que se afecten los parámetros post mortum.

Se recomienda realizar estudios con el fin de profundizar en alternativas de alimentación con recursos disponibles en la finca, con el fin de disminuir los costos de alimentación, generando una oportunidad productiva de proteína de excelente calidad para la familia y su entorno.



Gráfica 5. Curva de consumo tratamientos con probiótico



Gráfica 6. Curva de consumo tratamientos sin probiótico

Referencias

- Aguilar J, Santos R, Montes R. Utilización de la hoja de Chaya (*Cnidoscolus chayamansa*) y de Huaxín (*Leucaena leucocephala*) en la alimentación de aves criollas. *Revista Biomed*. 2000;11(1):17-24.
- Aires DC. (2005). Ácidos grasos esenciales. *Ámbito Farmacéutico Divulgación sanitaria*, 97-102.
- AOAC. (2005). Official methods of analysis of AOAC International. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA, Ed: 18th. 746 p.
- Araque H, González C, Pok S, Sánchez R. Comportamiento productivo de cerdos en finalización alimentados con harina de hojas de Morera y Cayeno. *Revista Científica FCV-LUZ*. XV. 2005;6:528-535.
- Arévalo V. 2014. Perspectiva de la producción avícola en Colombia. obtenido de perspectiva de la producción avícola en Colombia: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/12149/avicultura.pdf?sequence=1>
- Beer JM. Shade Management Coffee and Cacao Plantations. *Agroforestry Systems*. 1998;38:139-164.
- Calad A. (1996). Alternativa para mejorar la sostenibilidad y competitividad de la ganadería colombiana. *Guía tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de la caña panelera*. P. 294.
- Chen HL. (2010). Efectos comparativos de la celulosa y las fibras solubles, (Pectina e inulina) sobre la toxicidad del agua fecal generada a las células Caco-2, enzimas bacterianas fecales, ácidos biliares y ácidos grasos de cadena corta. *Revista Agrícola y química de alimentos*. Pp.77-81.
- Correa K. (2006). *Determinación de Energía Metabolizable en aves*. Santiago de Chile: Ed. Universidad de Chile.
- Cruz EH. (2008). *Manual de metodologías de digestibilidad in vivo e in vitro para ingredientes y dietas de camarón*. Nuevo Leon: Universidad Autonoma de Nuevo Leon.
- Cuéllar ND, Arrieta-Herrera JM. Evaluación de respuestas fisiológicas de la planta arbórea *Hibiscus rosasinensis* L, (Cayeno) en condiciones de campo y vivero. *Corpoica ciencia y tecnología agropecuaria*, 2010;11(1):61-72.
- DK. (1988). *Dietary fiber*. *Annu Rev Nutr*. New York: Spiller GA, Amen RJ, Editors.
- De Blas CM. (1997). *La alimentación del ganado*. Ed. Mundi-Prensa: Madrid.
- Deng R. (2009). Alimentos y suplementos alimenticios con efectos hipocolesterolémicos. *Patentes recientes en Alimentación, Nutrición y Agricultura*. Pp.15-24.
- Díaz EI. Probióticos en la avicultura: una revisión. *Revista Medica Veterinaria*, 2017;35:175-189.
- Doney LR, Lara-Lara PE, Sierra-Vázquez AC, Aguilar-Urquiza E, Magaña-Magaña MA, Sanginés-García JR. Evaluación nutritiva y productiva de ovinos alimentados con heno de *Hibiscus rosa-sinensis*. *Zootecnia Tropical*. 2006;24(4):17-23.
- Eckert, N. L. Influence of probiotic administration by feed or water on growth parameters of broilers reared on medicated and nonmedicated diets. *J Appl Poult Res*. 2010;19(1):59-67.
- FENAVI. (2017). El momento de la avicultura. *Avicultores*, Pp. 6-15.
- Flores. (1998). *Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Vol 1 y 2.*, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba: (CATIE).
- Francesch M. (2001). Sistemas para la valoración energética de los alimentos en aves. *Archivo latinoamericano de producción animal*, Pp.35-42.
- Ghadban GS. (2002). Probiotics in broiler production A review. *Arch Geflügelk*, 2002;62(2):49-58.
- Gómez RC. (29 de Julio de 2011). Evaluación de tres programas de alimentación para pollos de engorda con base en dietas sorgo-soya con distintos porcentajes de proteína. *Danisco Animal Nutrition*.
- Harmon DL. Experimental approaches to study the nutritional value of foods ingredients for dogs. *R. Bras. Zootec*. 2007;36(suppl):251-262.
- Hartog LR. (2007). Estrategias nutricionales para reducir la contaminación ambiental en la producción de cerdos. *Nutreco Agri R&D and Quality affairs the Netherlands*.
- Hernández DP. Producción y calidad nutritiva de los forrajes de morera *Morus alba* y tulipán *Hibiscus rosa-sinensis* para la suplementación de ovinos de pastoreo. *Quehacer Científico en Chiapas*, 2015;10(1):29-39.
- Hernández J. (1994). *Manual de nutrición y alimentación del ganado*. Madrid: Ed. Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación.
- Krzysika MG. (2011). Efecto de la celulosa, pectina y Cromo en el metabolismo de los lípidos y carbohidratos en ratas. *Diario de elementos traza en medicina y biología*. Pp. 97-102.
- Lara PE, Itzá MF, Sanguinés JR, Magaña MA. *Morus alba* o *Hibiscus rosa-sinensis* como sustituto parcial de soya en dietas integrales para conejos. *Av Investig Agropecu*. 2012;16(3):9-19.
- Martínez AM. Proteínas y péptidos en nutrición enteral. *Nutrición Hospitalaria*. 2006;21(2 Suppl):1-14.
- May C. (2000). Recursos, aplicación y producción de la pectina Industrial. *Carbohidratos y Polímeros*. Pp. 79-99.
- Milera M. Contribución de los sistemas silvopastoriles en la producción y el medio ambiente. *Avances en Investigación Agropecuaria, Milera. AIA*. 2013;17(3):7-24.
- Nieves DB. (15 de 4 de 2010). *Digestibilidad fecal de nutrientes en dietas con forrajes tropicales en conejos. Comparación entre métodos directo e indirecto*. Obtenido de Digestibilidad fecal de nutrientes en dietas con forrajes tropicales en conejos. Comparación entre métodos directo e indirecto: <http://>

www.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci_isoref&pid=S1316-33612008000100008&lng=es&tlng=es

- Orozco E, Sanchez W. (2011). Estrategias de Manejo y Suplementación para el Ganado Bovino durante la Época Seca. *Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología MAG/INTA*. Pp. 24-26.
- Osés RE, Pedro- Enrique LL, Magaña-Magaña MÁ, Sanginés-García JR. Producción forrajera del tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*) según intervalo de corte y densidad de siembra. *Téc Pecu Méx*. 2006;44(3):379-388.
- Pond WG, Pond KR, Church DC. (1994). *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales*. . Mexico: Editorial Limusa, S.A de . C.V. Grupo Noriega Editores.
- Ravindran V. (2010). Disponibilidad de piensos y nutrición de aves de corral en países en desarrollo. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Revisión del desarrollo avícola*. Pp. 1-4.
- Rolin C. (2013). Pectin. In *Industrial gums*. New York: Academic Press.
- Rondón AS. AISLAMIENTO, IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN PARCIAL DE LAS PROPIEDADES PROBIÓTICAS DE CEPAS DE *Lactobacillus* sp. PROCEDENTES DEL TRACTO GASTROINTESTINAL DE POLLOS DE CEBA. *Cienc. Tecnol. Aliment*. 2008;6(1):56-63.
- Rosmini MR, Sequeira GJ, Guerrero-Legarreta I, Martí LE, Dalla-Santina R, Frizzo L, Bonazza JCS. Producción de probióticos para animales de abasto: importancia del uso de la microbiota intestinal indígena. *Rev Mex Ing Quim*. 2004;3:181-191.
- Ruiz D, Lara P, Sierra C. Evaluación nutritiva y productiva de ovinos alimentados con heno de *Hibiscus rosa-sinensis*. *Zootecnia Tropical*. 2006;24:467-482.
- Saldaña D. (2009). La Industria Avícola Ecuatoriana. *Engormix*. Pp.56-62.
- San Miguel A. (2006). Fundamentos de Alimentación y Nutrición del ganado. *Alimentación y Nutrición del ganado*. Pp. 1-9.
- Seddon I. (2002). El Uso de Sustancias Alimentarias Alternativas en las Dietas Porcinas. *Animal Industry Branco Manitoba Food and Agriculture*.
- Sharma P, Tomar SK, Goswami P, Sangwan V, Singh R. Antibiotic resistance among commercially available probiotics. *Food Res Int*. 2014;57:176-195. doi:10.1016/j.foodres.2014.01.025
- Sriamornsak P. (2003). Química de la pectina y sus usos en la farmacéutica. *revista intenacional de la universidad de Silpakorn*. Pp.206-228.
- Stein H, Fuller M, Moughan J, Sèved B, Mosenthine R, Jansman AJM, Fernández JA, de Lange CFM. Definition of apparent, true, and standardized ileal digestibility of amino acids in pigs. *Livest. Sci*. 2007;109(1-3):282-285.
- Terán O, Cruz L, Mena M, Gutiérrez F, Julio L. DIGESTIBILIDAD DE NUTRIENTES EN FOLLAJE DE ÁRNICA (*Tithonia diversifolia*) EN CONEJOS DE ENGORDE. *Trop. Subtrop. Agroecosyst*. 2011;14:309-314.
- Tuomola E, Crittenden R, Playne M, Isolauri E, Salminen S. Quality assurance criteria for probiotic bacteria. *Am J Clin Nutr*. 2001; 73(2 Suppl):393S-398S. doi: 10.1093/ajcn/73.2.393s.
- Valencia A. (2018). El Reto. *FENAVI - Avicultores Ed*. 257, 26-28.
- Valencia R. (22 de 3 de 2011). *El Hibiscus rosa - sinensis L, arbustiva con potencial para la alimentación de pequeños rumiantes en Puerto Rico*. Obtenido de El Hibiscus rosa - sinensis L, arbustiva con potencial para la alimentación de pequeños rumiantes en Puerto Rico.: <https://www.engormix.com/ovinos/articulos/hibiscus-rosa-sinensis-arbustiva-t28733.htm>
- Vallejo VE. Evaluación de leguminosas arbustivas en la alimentación de conejos. *Livest. Res. Rural. Dev*. 1993;5(3):61-69.
- Vandamme TL. (2002). Polisacaridos usados en fármacos específicos de Colon. *Polimeros de carbohidratos*. Pp.219-231.
- Villegas D. (22 de 5 de 2017). *DIGESTIBILIDAD In vivo DE MORERA (Morus alba), CON DIFERENTES NIVELES DE CONCENTRADO EN CURIES (Cavia porcellus)*. Obtenido de *DIGESTIBILIDAD In vivo DE MORERA (Morus alba), CON DIFERENTES NIVELES DE CONCENTRADO EN CURIES (Cavia porcellus)*: <http://repositorio.unillanos.edu.co/handle/001/420>
- Williams CH. (1988). Pectina como retardante del vaciamiento gástrico y estimulante de la saciedad en sujetos obesos. En C. Di Lorenzo, *Gastroenterología* (págs. 1211-1215).
- Xenouli P, Steiner J. Lipid metabolism and hyperlipidemia in dogs. *Vet J*. 2010;183:12-20.
- Qing-Hua Y, Suo-Meng D, Wei-Yun Z, Qian Y. Use of green fluorescent protein to monitor *Lactobacillus* in the gastro-intestinal tract of chicken. *FEMS Microbiol Lett*. 2007;275(2):207-213.
- Zilversmit D. (1979). *Dietary Fiber. Nutrition, Lipids and Coronary heart diseases*. New York: Levy R, Dennis B, Ernest N, Editors.