

EVALUACIÓN BROMATOLÓGICA DE DIETAS ALIMENTICIAS, CON LA INCLUSIÓN DE HARINA DE PLÁTANO DE RECHAZO

REVISTA
ESPAMCIENCIA

BROMATOLOGICAL EVALUATION OF DIETS USING FLOUR FROM REFUSE BANANA WASTES

Enríquez Estrella, Miguel Ángel; Ojeda Caiza, Guido Leonardo

Miguel Ángel Enríquez Estrella

menriquez@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Guido Leonardo Ojeda Caiza

miguicho1983@gmail.com

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Revista ESPAMCIENCIA

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Ecuador

ISSN: 1390-8103

Periodicidad: Semestral

vol. 11, núm. 1, 2020

revista@espam.edu.ec

Recepción: 19 Febrero 2020

Aprobación: 19 Junio 2020

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/527/5272432002/>

DOI: https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v11i1.200



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Resumen: Se considera como ración alimentaria a la cantidad de un alimento que permite cubrir las necesidades nutricionales de una especie. El objetivo de la presente investigación fue desarrollar una dieta para pollo broiler con la inclusión de harina de plátano de rechazo (*Musa paradisiaca*), la metodología aplicada en el estudio es descriptiva y experimental. El proceso inicia con el lavado, pelado, cortado, deshidratado y molienda. En la elaboración de la dieta se realizó la mezcla de diferentes materias primas e insumos incluyendo la harina de plátano en diferentes niveles de inclusión al (5, 10, 15, 20 %), para así realizar los análisis bromatológicos correspondientes (humedad, grasa, fibra, ceniza, proteína). Se determinaron 4 tratamientos con 3 réplicas. Los resultados obtenidos determinan la mejor formulación el T1, que mostro valores de proteína de 16,88 %, humedad 5,19 %, fibra 1,21 %, cenizas 5 %, grasa 5,07 %, que según la normativa INEN NTE 1829-2014 cumple los parámetros establecidos para la etapa fisiológica final del ave. Se concluye que la incorporación de harina de plátano de rechazo al alimento balanceado, brinda estabilidad en la parte proteica con un porcentaje de inclusión bajo.

Palabras clave: Aceptabilidad, alimento balanceado, broiler, amazónico, inclusión.

Abstract: A food ration is considered to be the quantity of food that allows the nutritional needs of a species to be covered. The objective of this research was to develop a diet for broiler chickens using banana flour (*Musa paradisiaca*). The methodology applied in the study is descriptive and experimental. The process starts with washing, peeling, cutting, dehydrating and grinding. In the preparation of the diet, the mixture of different raw materials and inputs was made, including banana flour in different levels (5, 10, 15, 20 %), in order to carry out the corresponding bromatological analyses (humidity, fat, fibre, ash, protein). Four treatments with three replicates were determined. The results obtained determine the best formulation T1, which showed protein values of 16.88%, moisture 5.19%, fiber 1.21%, ash 5%, fat 5.07%, which according to the INEN NTE 1829-2014 standard meets the parameters established for the final physiological stage of chickens. It is concluded that the incorporation of flour from refuse banana wastes to the balanced diet, provides stability in the protein part with a low percentage of inclusion.

Keywords: Acceptability, balanced diet, broiler, Amazonian, inclusion.

INTRODUCCIÓN

La producción de pollo de ceba se ha desarrollado y difundido a gran nivel en todos los climas y regiones, debido a su alta adaptabilidad, rentabilidad, aceptación en el mercado y disponibilidad de pollitos de razas con excelentes comportamientos productivos y conversiones alimenticias. La avicultura actual se basa en el empleo de híbridos comerciales especializados para la producción de huevos o la producción de carne (Rodríguez, 2011).

Las formulaciones para dietas consisten en mezclar varios ingredientes, utilizando diferentes métodos, que ayudan a obtener una mezcla homogénea de las materias primas de acuerdo al requerimiento nutricional de cada animal en su fase fisiológica final (Toro, 2008).

La harina de plátano de rechazo es una materia prima considerada en la elaboración de alimentos balanceados para ganado, tilapia, camarón, cerdos, aves etc. Es rico en carbohidratos y provee cuantiosas calorías que son cimientos de energizantes para los animales. Además de la harina de plátano se utilizan otros componentes como la melaza, trigo, banano y soya como fuente de nutrimentos requeridos por las aves (Mancero et al., 2009).

Las musáceas (plátano, banano y topocho) han sido utilizadas en diversas investigaciones como componente en la formulación de alimentos para pollos alimentados con una ración que contiene harina de plátano, utilizando frutos verdes y maduros, follaje y seudotallos (Etuk et al., 2012). El plátano (*Musa spp.*) es una de las frutas más importantes en países desarrollados de Asia, Latinoamérica y África (Song et al., 2015). La cáscara representa del 35% al 40% del fruto, generando residuos que se podrían aprovechar para la fabricación de diferentes productos de valor agregado entre los que se encuentra la extracción de almidón (Yusuf et al., 2014). El almidón es un biopolímero de gran importancia compuesto por amilosa y amilopectina (Moore et al., 2015) es la mayor fuente de nutrición para animales y humanos y es una importante materia prima para la industria (Huang et al., 2015) es un material abundante, renovable, biodegradable y de bajo costo, extraído de diversas fuentes naturales (Li, et al., 2015) como tubérculos, cereales, legumbres y frutos inmaduros, que al hidrolizarse puede generar productos de mayor valor comercial (Bello y Paredes 2009).

En el Ecuador la producción de plátano (*Musa paradisiaca*), genera un gran desperdicio el cual no es muy bien aprovechado por parte de ciertos agricultores, esto genera ciertos problemas al medio ambiente, a personas, animales e inclusive a otros cultivos, según el INEC (2016) la producción anual de plátano en Pastaza representa el 0,90 % respecto a la producción nacional, los productores tienen altos índices de desperdicios de esta materia prima la cual por su falta de información y desconocimiento de la misma, no han sabido tener un mayor aprovechamiento.

A través de la elaboración de la dieta con los diferentes niveles de inclusión de harina de plátano de rechazo se pretende dar una utilización a este subproducto creando una alternativa alimenticia para aves de corral, para así incentivar a los productores al desarrollo de nuevos sistemas de alimentación alternativa a base de esta materia prima.

Según Muñoz (2017) las materias primas empleadas para la formulación de dietas están constituidas por un elevado porcentaje de maíz, alrededor de un 60 %, haciendo que el costo final dependa de esta y el 40 % restante corresponde soya, cebada, trigo, sorgo.

El Ecuador es reconocido a nivel internacional como país productor y exportador de banano y plátano, debido a las exigencias y normas establecidas en el mercado internacional, existe gran cantidad de esta fruta

que se rechaza. Debido a la alta perecibilidad que presenta, las cantidades que son desechadas en un 10,45 %, que representa 1570 Tm, según reportes del INIAP (Cevallos, 2009). De acuerdo con el INEC (2016), existe una producción de plátano con un valor estimado de 141 441 hectáreas sembradas.

Según AFABA (2011), el sector avícola encabeza la lista de los fabricantes de alimentos balanceados con 76 %, en segundo lugar, está el sector acuícola con 12%, el sector de cerdos ocupa el 8 %, sector bovino el 3 % y el 1 % restante otros tipos de animales.

El objetivo de la investigación fue el empleo del plátano de rechazo, incluyéndolo como harina en la elaboración de dieta de engorde para pollo broiler.

MATERIALES Y MÉTODOS

La formulación sustentada en el concepto de proteína ideal, tiene como objetivo optimizar los niveles de aminoácidos en la alimentación práctica. Con este método de formulación, la elaboración de alimentos balanceados debe hacerse utilizando los valores de aminoácidos digestibles que aportan los ingredientes y los requerimientos nutrimentales del animal (Kerr y Kidd 1998)

Localización

La investigación se llevó a cabo en dos fases: la primera en el CIPCA (Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica) ubicada en la provincia de Napo, cantón Carlos Julio Arosemena Tola en el km 44 vía Puyo-Tena, y la segunda fase en la Universidad Estatal Amazónica que se encuentra ubicada en la provincia de Pastaza, cantón Puyo en el km 2 ½ vía Puyo -Tena, en el laboratorio de análisis de bromatología.

Tipo de Investigación

Es una investigación tipo aplicada, la cual se fundamenta en la experimentación. Se empleó métodos cuantitativos que permitieron controlar las variables independientes, se realizaron cálculos numéricos y análisis estadísticos para establecer modelos de comportamiento.

Diseño de la investigación

En el desarrollo del estudio se aplicó un modelo estadístico (DCA- diseño completamente al azar), El análisis estadístico se realizó usando el paquete computarizado Versión del software InfoStat 2011.

Procedimiento experimental

Se toma en cuenta la harina de plátano de rechazo, y su incorporación de 5, 10, 15 y 20% en el alimento formulado, según el diseño experimental detallado en el cuadro 1.

CUADRO1.
Diseño experimental y tratamientos

Ingredientes (%)	T1	T2	T3	T4
Maíz	55	50	45	40
Soya	22	20	20	15
Afrecho	5	6	5	8
Harina de plátano	5	10	15	20
Harina de pescado	5	5	5	6
Aceite de palma	5	6	7	8
Fosfato monodicalcico	1	1	1	1
Sal	0,5	0,5	0,5	0,5
Atrapador de toxinas	0,1	0,1	0,1	0,1
Promotor de crecimiento	0,1	0,1	0,1	0,1
Metionina	0,2	0,2	0,2	0,2
Lisina	0,2	0,2	0,2	0,2
Antioxidante	0,2	0,2	0,2	0,2
Treonina	0,2	0,2	0,2	0,2
Complejo vitamínico	0,5	0,5	0,5	0,5
	100	100	100	100

Variables analizadas

La inclusión de harina de plátano y los análisis bromatológicos.

Elaboración de la dieta

Se detalla en la figura 1, el diagrama de bloques para la elaboración del alimento, asegurando la calidad de las materias primas en el caso del maíz (14 % de humedad – 1 % de impurezas), Soya (18-20 % de grasa y 37 – 38 % de proteína), afrecho aporta carbohidratos, la harina de pescado entre el 60% y 72% de proteína, entre 5% y 12% de grasa, el aceite de palma compuesto por 40 – 48% ácidos grasos saturados, principalmente palmítico. 37-46% ácidos grasos monoinstaurados, principalmente oleico, y otras antioxidantes vitaminas, aminoácidos, aceites, sal.

En el pesado utilizamos balanzas grameras y de precisión. El proceso del mezclado se lo realiza utilizando un bombo de metal de capacidad de 100 libras, durante 15 minutos. El empaquetado se lo realiza en fundas ziploc selladas para luego almacenarlas en un lugar fresco y seco.

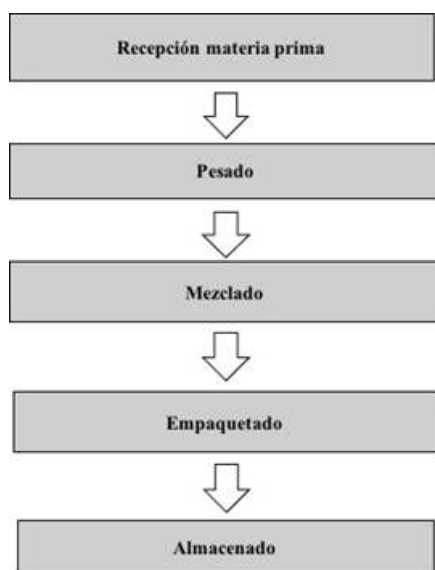


FIGURA1.
Diagrama de bloques de la obtención de la dieta

Análisis bromatológicos

Los análisis bromatológicos empleados en el laboratorio están acordes a la Norma (NTE, INEN, 1829, 2014) referente a la producción de alimentos balanceados para aves, en la que menciona la determinación de humedad, proteína, fibra, cenizas, grasa, como se muestra a continuación:

Determinación de humedad

Se obtuvo mediante el método de Estufa AOAC 930,15, el cual consistió en introducir 5 g de la muestra en la caja Petri tarado, se pesó la muestra húmeda, después se colocó en la estufa durante 2 horas destapada la muestra, transcurrido ese tiempo se dejó enfriar en el desecador por un lapso de media hora tapada la muestra, posteriormente se pesó la muestra seca en la balanza analítica retirando la tapa.

Fórmula (1) para calcular la humedad:

Donde:

$$\frac{\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco}}{\text{Peso húmedo}} \times 100 \quad [1]$$

Determinación de proteína

La comprobación de proteína se realizó por el método Kjeldahl AOAC 954,01, se procedió a pesar un 1 g de la muestra más 3,5 g de la pastilla Kjeldahl, posteriormente se preparó 20 ml de ácido sulfúrico donde introducimos todo con mucho cuidado en el tubo digestor. Se colocó en el extractor de gases por el tiempo de 2 horas. Se retiró el tubo digestor y se tuvo que enfriar en una olla con agua fría, se procedió a añadir 65 ml de agua destilada y se dejó enfriar. En una fiola se ubicó 35 ml de ácido bórico más 3 gotas de indicador tashiro al 2%. En el tubo digestor se añadió 60 ml de hidróxido de sodio con mucha precaución, se situó la

fiola y el tubo digestor en el destilador de proteína por 10 minutos. Finalmente, transcurrido el tiempo se llevó a titular la muestra con ácido sulfúrico.

Fórmula (2) para calcular la proteína:

$$\frac{MF \times N \times MeqN \times 100}{Peso\ muestra} \times 6,25 \quad [2]$$

Donde:

MF: muestra final

N: normalidad (0,195316) (0,2036271)

MeqN: 0,014

Determinación de fibra

La evaluación de la fibra se desarrolló por el método de digestión acida básica, en un vaso de precipitación se colocó 1 g de la muestra, 3 cristales, 3 gotas de antiespumante más 150 ml de ácido sulfúrico. Se instaló en el analizador de fibra por 30 minutos después que haya hervido. Pasado el tiempo en un matraz con embudo y una tela filtro, se procedió a enjuagar con agua destilada hasta llegar a 1000 ml y se desechó el agua destilada. En el mismo matraz se incorporó 1 gota de anaranjado de metileno y se ejecutó el lavado hasta obtener el color amarillo.

Después se limpió la muestra con hidróxido de sodio hasta 150 ml y se añadió 3 gotas de antiespumante y colocamos en el analizador de fibra por segunda ocasión por 30 minutos después que haya hervido. Se realizó el mismo procedimiento anterior hasta 1000 ml en este caso se adicionó 1 gota de fenolftaleína hasta obtener un color transparente, donde se limpió con alcohol de fibra y se retiró la tela filtro y los residuos de fibra con un cuchillo y colocarlos en un crisol. Se ubicó los crisoles en la estufa hasta que se seque la muestra, después se enfrió y se tomó los datos.

Enseguida se lo calcinó hasta que no salga vapor, luego se ubicó en la mufla a 550 0C por 30 minutos, se retiró de la mufla, se enfrió y se pesó.

Fórmula (3) para calcular la fibra:

Donde:

$$\frac{Peso\ muestra\ seca - Peso\ muestra\ capsula}{Peso\ muestra} \times 100$$

Determinación de cenizas

Se realizó por el método de mufla AOAC 942,05, se pesó el crisol vacío y luego se adicionó 2 g de la muestra, se calcinó la muestra hasta que no salga vapor, con una pinza se colocó cuidadosamente en la estufa a 550 °C por 2 horas. Se separó con mucha precaución y se puso en el desecador hasta que se enfríe para posteriormente pesar la muestra.

Fórmula (4) para calcular el % de cenizas:

$$\frac{(P-p) \times 100}{M} \quad [4]$$

Donde:

P: masa del crisol con las cenizas en gramos.

p: masa del crisol vacío en gramos.

M: masa de la muestra en gramos

Determinación de grasa

Se efectuó siguiendo el método del Soxhlet, con éter de petróleo como solvente extractor, 7 siguiendo el Método AOAC 920.39. Se pesó $10,000g \pm 0,001$ de muestra molida y seca y se colocó en el cartucho de extracción en el sifón. Se calentó a través de manta calefactora durante 4 h., luego retiró y se evaporó gran parte del disolvente. Se dejó enfriar en el desecador y, una vez alcanzada la temperatura ambiente se determinó el peso. Para culminar se destiló el solvente en el mismo equipo y se asentó el balón y su contenido en la estufa a $100 - 110^{\circ}C$ por media hora y finalmente se enfrió en el desecador y se tomó nota de los resultados.

Fórmula (5) para calcular el % de grasa:

$$\frac{m_1 - m_2}{m} \times 100 \quad [5]$$

Donde:

M1: peso del balón + grasa extraída

M2: peso del balón vacío

M: peso de la muestra

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Humedad

Según el análisis de varianza al 95 % de confianza se determina que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos y mediante el método de Tukey, siendo el mejor resultado experimental al 20 % de nivel de inclusión, que presenta la humedad más baja (Cuadro 2).

CUADRO 2.
Prueba de Tukey para la humedad

Tratamientos	Medias	n	
T3	3,83	3	A
T4	4,30	3	B
T2	5,19	3	C
T1	5,19	3	C

Los valores promedios de los tratamientos, están de acuerdo al rango establecido, según la norma INEN NTE 1829-2014 teniendo precaución el desfase que provocaría una fuente de proliferación de, hongos, mohos, encontrándose con 5,19 % de humedad, nos encontramos dentro del rango y es un valor aceptable donde no vemos comprometido la integridad del alimento.

Las variaciones de los valores de humedad en cada tratamiento se ven afectados por el aumento de la temperatura y por ende influye en la modificación, muestran valores diferentes entre los tratamientos debido a sus diferentes niveles de inclusión.

Proteína

El análisis de varianza al 95 % de confianza determina que, con la inclusión del 5 % de harina de plátano, presenta un promedio de 16.88 %, y se acerca a lo requerido para el engorde de aves que está en un rango entre el 19-23 %.

CUADRO 3.
Prueba de Tukey para la proteína

Tratamientos	Medias	n	
T4	13,58	3	A
T3	14,24	3	A B
T2	14,72	3	B
T1	16,88	3	C

Asimilar proteína en los pollos es necesaria en todas sus etapas, los niveles deben ser suficientes para ratificar que satisfagan los requerimientos de todos los aminoácidos esenciales y no esenciales.

Según Delgado et al. (2013) concluyen en su estudio, Comportamiento productivo de pollos alimentados a base de harina de plátano considerando la relación beneficio costo, que al evaluar la formulación de un alimento hecho acorde a los requisitos nutricionales de los pollos de engorde con harina de plátano verde. En el periodo noviembre-diciembre del año 2012, se evaluaron tres tratamientos T0 alimento comercial (Pollarina 3A®Protinal) con dos combinaciones de alimento alternativo T1 (75%comercial + 25% alternativo) y T2 (50% comercial+ 50% alternativo). Se tomaron 60 pollos y se dividió en tres grupos al azar cada uno con 20 unidades experimentales. A los 35 días de edad se alimentaron con los tratamientos durante 15 para evaluar la ganancia de peso total (GPT). La GPT para T0 = 951,50 g; T1 = 933,00 gy T2 = 870,00sol. Los resultados que no existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos para GPT variable. En cuanto a costo, resulta ventajosa la combinación de 75 de alimento concentrado +25% de alimento alternativo, ya que la relación beneficio/costo muestra datos positivos.

En el cuadro 3 presenta valores altamente significativos entre todos los tratamientos a comparación de los mencionados anteriormente, 16,88 % del T1 que, según la norma INEN 2016, se encuentra entre los rangos establecidos y cumplen con los requerimientos. Las variaciones de los valores de proteína se ven afectados por el aumento de los distintos porcentajes de niveles inclusión que se le agrega a cada tratamiento respectivamente.

Fibra

El análisis de varianza al 95 % de confianza determinó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos y según Tukey (Cuadro 4).

CUADRO 4.
Prueba de Tukey para la fibra

Tratamientos	Medias	n	
T1	1,21	3	A
T3	1,27	3	A
T2	1,28	3	A
T4	1,51	3	A

La fibra desde un punto fisiológico es un importante elemento en la nutrición animal, no es constituyente esencial en la dieta. Se la puede catalogar de acuerdo a sus atributos químicos y efectos fisiológicos en fibra soluble e insoluble.

Cenizas

El análisis de varianza al 95 % de confianza determinan que existe diferencias significativas entre los tratamientos, entre la inclusión del 5 y el 20 % de harina de plátano, siendo el T1 el mejor (Cuadro 5).

CUADRO 5.
Prueba de Tukey para ceniza

Tratamientos	Medias	n	
T2	4,47	3	A
T4	4,63	3	A B
T3	4,93	3	A B
T1	5	3	B

La importancia de la determinación de ceniza tiene algunos fines como el de conseguir la pureza de distintos ingredientes que se utilizan en la fabricación de alimentos, explica el tipo de molienda y refinamientos de distintos cereales.

El 5 % que contiene de acuerdo a los resultados obtenidos en la determinación de ceniza de los cuatro tratamientos se observa en el cuadro 5 que el mejor tratamiento es T1, Según la norma INEN 2014, la tolerancia de ceniza es de ± 1 puntos porcentuales del contenido declarado, determinado que, el resultado obtenido se encuentra dentro del rango establecido por la norma.

Grasa

El análisis de varianza al 95 % de confianza se determina que no existe diferencias significativas entre los tratamientos y por medio de Tukey (Cuadro 6).

CUADRO 6.
Prueba de Tukey para grasa

Tratamientos	Medias	n	
T1	5,07	3	A
T3	5,47	3	A
T4	5,9	3	A
T2	6,07	3	A

El contenido de grasa en las dietas para animales, tiene un valor fundamental por su elevada densidad energética, son fuentes esenciales de energía en la formulación. La incorporación de grasas en las dietas aumenta la eficiencia de utilización de energía, permitiendo una sobresaliente absorción de los nutrientes.

Según Morales y Vera (2018) los valores que presentan en el diseño de una planta piloto para la elaboración de alimentos balanceados de pollos para la empresa “Agrogruled S.A.” de grasa son de 5 % mínimo, con respecto a valores que se presenta en la tabla 6, todos los tratamientos tienen valores similares a los mencionados anteriormente y con relación a la NTE INEN 1829-2014 están dentro del rango requerido.

CONCLUSIONES

En el ambiente amazónico, uno de los productos más comunes es el plátano, la inclusión de harina de plátano en el proceso de elaboración de alimento balanceado para pollos broiler en fase de engorde, brinda una oportunidad de utilización de esta especie vegetal como materia prima para piensos, tomando en cuenta que en un contenido del 5 % de inclusión no altera el contenido proteico, indispensable para el desarrollo metabólico de la especie.

LITERATURA CITADA

- AFABA (Asociación Ecuatoriana de Fabricantes de Alimentos Balanceados). 2011. Asamblea general. Disponible en: <https://www.afaba.org/>
- AOAC (Association of official Agricultural Chemists). 2016. 954,01, Ed 20, 2016. Official methods of analysis of AOAC International. 20th ed. Rockville, MD, USA: AOAC International.[Internet]. Available in: <http://www.directtextbook.com/isbn/9780935584875>
- AOAC (Association of official Agricultural Chemists). 2016. 930,15, Ed 20, 2016. Official methods of analysis of AOAC International. 20th ed. Rockville, MD, USA: AOAC International.[Internet]. Available in: <http://www.directtextbook.com/isbn/9780935584875>
- AOAC (Association of official Agricultural Chemists). 2016. 942,05, Ed 20, 2016. Official methods of analysis of AOAC International. 20th ed. Rockville, MD, USA: AOAC International.[Internet]. Available in: <http://www.directtextbook.com/isbn/9780935584875>
- AOAC (Association of official Agricultural Chemists). 2016. 31,4,02 Ed 20, 2016. Official methods of analysis of AOAC International. 20th ed. Rockville, MD, USA: AOAC International.[Internet]. Available in: <http://www.directtextbook.com/isbn/9780935584875>
- Bello, L & Paredes, O. 2009. Starches of Some Food Crops, Changes During Processing and Their Nutraceutical Potential. Food Engineering Reviews, 1(1): 50-65.
- Cevallos P. 2009. Creación de fabrica de harina de platano de rechazo para alimento balanceado en la parroquia Aloag Canton Mejía Provincia de Pichincha. (Tesis pregrado-Ingeniero Comercial). Escuela Superior Politécnica del Ejército. Quito-Ecuador
- Delgado, E., Orozco, Y., & Uribe, P. 2013. Comportamiento productivo de pollos alimentados a base de harina de plátano considerando la relación beneficio costo. Revista Zootecnia Trop., 31 (4): 279-290. 2013
- InfoStat versión 2014. Grupo InfoStat, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible: <http://www.infostat.com.ar>. Acceso: 2 feb. 2014.
- Etuk, E., U. Chinedo, N. Aladi, O. Emenalon & O. Esonu. 2012. Effects of partial replacement Of maize with 2:1:1 combination of plantain peel, yam peles and palm kernel cake in broiler starter diet. Revista Científica UDO Agrícola 12 (3): 649-652.
- Huang, J., Zhao, L., Man, J., Wang, J., Zhong, W., Huai, H. and Wei, C. 2015. Comparison of physicochemical properties of B-type nontraditional starches from different sources. International Journal of Biological Macromolecules, 78:165- 172
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). 2016. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Quito-Ecuador
- Kerr, B.J. y Kidd, M.T. 1999. Amino acid supplementation of low-protein broiler diets: 2. Formulation on an ideal amino acid basis. J Appl Poult Sci. 8:310-320
- Li, Q., Li, H. y Gao, Q. 2015. The influence of different sugars on corn starch gelatinization process with digital image analysis method. Food Hydrocolloids, 43:803-811.

- Mancero, R., Pisco, J. y Tomala, J. 2009. Análisis de Factibilidad al Proceso de Elaboración de Harina de Banano para Balanceado en la Provincia del Guayas. Revista Tecnológica. (Tesis pregrado-Ingeniero Comercial). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil - Ecuador.
- Morales, F. A., y Vera, E. E. 2018. Diseño de una planta piloto para la elaboración de alimentos balanceados de pollos para la empresa "Agrogruled S.A.". (Título pregrado - Ingeniero Químico). Universidad de Guayaquil-Ecuador
- Moore, S.A., Al, Y., Chang, F. and Jane, J.L. 2015. Effects of alpha-amylase reaction mechanisms on analysis of resistant-starch contents. Carbohydrate Polymer, 115:465-71.
- Muñoz, D. 2017. Estudio de la cadena de valor de alimentos balanceados en el Ecuador. (Tesis maestría) Universidad Andina Simón Bolívar. Quito-Ecuador
- NTE INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización) 2014. NTE INEN 1829 : Alimentos para animales, alimentos balanceados para aves de producción zootécnica, requisitos. Quito.
- Rodríguez, B. 2011. Levadura torula desarrollada sobre vinaza de destilerías para la alimentación de aves. Tesis de Grado Científico de Doctor en Ciencias Veterinarias, Mayabeque, Cuba. Pág. 127.
- Song, M., Tang, L., Zhang, X., Bai, M., Pang, X. and Zhang, Z. 2015. Effects of high CO₂ treatment on green-ripening and peel senescence in banana and plantain fruits. journal of integrative agriculture, 14(5):875-887
- Toro, C. 2008. Comparación del cerdo criollo vs mejorado en la capacidad de digestión y fermentación de dietas con diferentes tipos de materias primas fibrosas. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Yusufo P., Mosiko T.B. and Ojuko O. 2014. Effect of Firm Ripe Plantain Fruit Flour Addition on the Chemical, Sensory and Microbial Quality of Fura Powder. Nigerian Food Journal, 32(1):38-44