

Meal of cassava (*Manihot esculenta* crantz) leaves in diets for naked neck broilers (Gen Nana)

Harina de hojas de yuca (*Manihot esculenta* crantz) en dieta para pollos cuello desnudo (Gen Nana)

Magdalena Herrera¹, T. Solís¹, V. Godoy¹ and Mileisys Benitez²

¹Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad Técnica Estatal, Ecuador. Finca Experimental "La María", km 7, vía Quevedo-El Empalme, Quevedo, Los Ríos, Ecuador

²Universidad de Pinar del Río, Martí 270 esq. a 27 de noviembre, Pinar del Río, Cuba
Email: mallyhe55@hotmail.com

In order to know the productive performance of chickens (Gen Nana) that consumed cassava leaves, variety Verdecita MCOL 1505, included in the diet, 96 birds were used without sexing, from 28 to 90 d of age. In a random block design, they were distributed in three experimental treatments (6, 9 and 12 %) and one control (maize and soybean base diet), 24 birds per treatment, six replications of four birds each. The experimental treatments were similar among them and different from the control ($P < 0.05$). They presented lower intake without affecting food conversion. The birds that consumed 9 and 12 % of cassava leaves had higher carcass yield (90 and 89.5 %), legs weight (642 and 582 g), less fat (45 g) and greater profitability (27 and 26 %). The results suggest that with 9 and 12 % of cassava leaves the productive performance and profitability are improved.

Key words: *treatments, variety, fat, productive performance, profitability*

Food is the most important component for the production of birds and the availability of local inputs, and it is essential for poultry growth (FAO 2017). Currently, due to the instability of prices in the international market, the production of feeds from traditional inputs, like maize and soybeans, leads to look for alternative sources such as by-products, due to the food deficit and the need to produce larger scale with favorable results (Lezcano *et al.* 2015).

Cassava plant, because of its high yield in the tropics (16000 kg/ha), is a viable alternative in animal feed. Its leaves are an underutilized product in these cultivars (Hermida 2015). However, it is considered a protein source with a high content of vitamins, minerals and fiber. Its main disadvantage is the content of hydrocyanic acid (HCN), which increases with age, variety and edaphic conditions (Zeledon 2017), and decreases by means of natural dehydration (solar rays), a safe system to destroy it without affecting the action of linamarase enzyme, which acts on the cyanogenic glycosides present in the plant (Linamarin and Lotaustralin) and originate free HCN (Connolly 2017).

For decades, cassava foliage has been used in ruminant feeding as a source of bypass protein or protein used by the animal, without being consumed by ruminal bacteria (Giraldo *et al.* 2008). It is also used

Para conocer el comportamiento productivo de pollos (Gen Nana) que consumieron hojas de yuca, variedad Verdecita MCOL 1505, incluida en la dieta, se utilizaron 96 aves sin sexar, de 28 a 90 d de edad. En un diseño de bloques al azar, se distribuyeron en tres tratamientos experimentales (6, 9 y 12 %) y un control (dieta base de maíz y soya), 24 aves por tratamiento, seis réplicas de cuatro aves cada una. Los tratamientos experimentales fueron similares entre ellos y diferentes al control ($P < 0.05$). Presentaron menor consumo sin afectar la conversión alimentaria. Las aves que consumieron 9 y 12 % de hojas de yuca tuvieron mayor rendimiento de canal (90 y 89.5 %), peso de muslos + encuentros (642 y 582 g), menos grasa (45 g) y mayor rentabilidad (27 y 26 %). Los resultados sugieren que con 9 y 12 % de hojas de yuca se mejora el comportamiento productivo y la rentabilidad.

Palabras clave: *tratamientos, variedad, grasa, comportamiento productivo, rentabilidad.*

El alimento es el componente más importante para la producción de aves y la disponibilidad de insumos locales, y es esencial para el crecimiento de la avicultura (FAO 2017). Actualmente, por la inestabilidad de los precios en el mercado internacional, la elaboración de piensos a partir de insumos tradicionales, como el maíz y la soya, conlleva a buscar fuentes alternativas como los subproductos, dado el déficit de alimento y la necesidad de producir a mayor escala con resultados favorables (Lezcano *et al.* 2015).

La planta de yuca, por su alto rendimiento en el trópico (16000 kg/ha), es una alternativa viable en la alimentación animal. Sus hojas son un producto subutilizado en estos cultivares (Hermida 2015). Sin embargo, se le considera una fuente proteica con alto contenido de vitaminas, minerales y fibra. Su principal desventaja es el contenido de ácido cianhídrico (HCN), que aumenta con la edad, variedad y condiciones edáficas (Zeledon 2017), y disminuye por medio de la deshidratación natural (rayos solares), sistema seguro para destruirlo sin afectar la acción de la enzima linamarasa, que actúa sobre los glucósidos cianogénicos presentes en la planta (Linamarina y Lotaustralina) y que dan origen al HCN libre (Connolly 2017).

Por décadas, el follaje de yuca se ha utilizado en la alimentación de rumiantes como fuente de proteína sobrepasante o proteína aprovechada por el animal, sin ser consumida por las bacterias ruminales (Giraldo *et al.* 2008).

as a pigment for egg yolk in laying hens (Valdivié *et al.* 2010). From the nutritional point of view, the main limitation of this meal in the feeding of birds is its low ME content (5768.4 to 7093.5 MJ of ME/kg) (Dos Santos *et al.* 2009).

When high levels of this foliage are used, its content of CF, tannins, and perhaps of hydrocyanic acid, can affect the performance of birds (Buitrago 2009). In this sense, the rearing birds with alternative foods is an effective way to support farmers in the search for food security, and this is of great interest for developing countries (Fumero *et al.* 2009).

Therefore, this study aims to describe the productive performance of naked neck chickens (Gen Nana) fed with cassava leaf meal in the diet.

Materials and Methods

The research was conducted at the State Technical University of Quevedo, Ecuador, located at 75 m o.s.l., with an average annual temperature of 24.7 °C and sandy-silt-clayey soil.

Cassava plants, sweet variety Verdecita (MCOL 1505), had six months of establishment and were fertilized with natural fertilizer. Drying of cassava leaves was performed under roof, on cement floor, for three days. Every day, they were turned in three moments to achieve a uniform drying. They were ground in hammer mill, Henkel 2040 brand, with capacity for 30 kg and 1 mm screen. Ten leaf samples (1 kg/sample) were taken and sent to the laboratory of the National Institute of Agricultural Research (INIAP 2012, initials in Spanish). According to the report of this laboratory, nutritional composition of cassava leaf meal, variety Verdecita (MCOL 1505), was 85 % of DM and 24 % of CP, with an energy value of approximately 6.8 MJ/kg, 33 % of NDF and 27 % of ADF, with 77 % of digestibility.

Ninety six naked neck broilers (Gen Nana), without sexing, were used, from 28 to 90 d of age, with mean weights between 790 and 825 g/bird. They were given a reinforcement of the vaccine against Newcastle. They were housed in a rustic shed, built of bamboo cane and zinc roof (56 m²), and 24 cages (1m²), ground floor covered with chopped bamboo cane boards and chip bed (20 cm thick). A drinking trough, a plastic feeder and a 60 watt light bulb were installed in each cage. Birds were weighed at the beginning of the experiment and every 15 d.

Weight gains and feed conversion were calculated, according to controlled intake of food. After 90 days of age, six birds/treatment were weighed and slaughtered, according to the methodology described by Sánchez (1990), to evaluate carcass performance, its main cuts (breast, thighs + drumsticks) and abdominal fat. Animals were distributed in a random block design with three experimental treatments (6, 9 and 12 % inclusion of cassava leaf meal) and a

También se usa como pigmentante de la yema de huevos en gallinas ponedoras (Valdivié *et al.* 2010). Desde el punto de vista nutricional, la limitación principal de esta harina en la alimentación de las aves es su bajo contenido de EM (5768.4 a 7093.5 MJ de EM /kg) (Dos Santos *et al.* 2009).

Cuando se utilizan niveles altos de este follaje, su contenido de FB, taninos, y quizá de ácido cianhídrico, puede afectar el comportamiento de las aves (Buitrago 2009). En este sentido, la crianza de aves con alimentos alternativos es una vía eficaz para apoyar a los campesinos en la búsqueda de la seguridad alimentaria, y ello resulta de gran interés para los países en desarrollo (Fumero *et al.* 2009).

Por lo anterior, este estudio se propone describir el comportamiento productivo de pollos cuello desnudos, (Gen Nana) alimentados con harina de hojas de yuca en la dieta.

Materiales y Métodos

La investigación se realizó en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador, ubicada a 75 msnm, con temperatura promedio anual de 24.7 °C y suelo arenolimo-arcilloso.

Las plantas de yuca, variedad dulce Verdecita (MCOL 1505), tuvieron seis meses de establecimiento y se fertilizaron con abono natural. El secado de las hojas de yuca se realizó bajo techo, sobre piso de cemento, durante tres días. Cada día se voltearon en tres momentos para lograr el secado de forma uniforme. Se procedió a moler en molino de martillo, marca Henkel 2040, con capacidad para 30 kg y criba de 1 mm. Se tomaron diez muestras de hojas (1 kg/muestra) y se enviaron al laboratorio del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP 2012). De acuerdo con el informe de este laboratorio, la composición nutricional de la harina de hojas de yuca, variedad Verdecita (MCOL 1505), fue 85 % MS y 24 % PB, con valor energético aproximado de 6.8 MJ/kg, 33 % FDN y 27 % de FDA, con digestibilidad de 77 %.

Se utilizaron 96 pollos cuello desnudo (Gen Nana) sin sexar, de 28 a 90 d de edad, con pesos que promediaron entre 790 y 825 g/ave. Se les suministró un refuerzo de la vacuna contra Newcastle. Se alojaron en un galpón rústico, construido de caña guadúa y techo de zinc (56 m²), y 24 jaulas (1m²), piso de tierra cubierto con tablas de caña guadúa picada y cama de viruta (20 cm de espesor). En cada jaula se instaló un bebedero y un comedero de plástico y un bombillo de 60 watt. Las aves se pesaron al inicio del experimento y cada 15 d.

Se calcularon las ganancias de peso y la conversión alimentaria, según el consumo de alimento controlado. Cumplidos los 90 d de edad, se pesaron y sacrificaron seis aves/tratamiento, según la metodología descrita por Sánchez (1990) para evaluar el rendimiento en canal, sus principales cortes (pechuga, muslos + encuentros) y grasa abdominal. Los animales se distribuyeron en un diseño de bloques al azar (DBCA) en tres tratamientos

control (without inclusion of meal). Six replications were made per treatment with four birds each. For the statistical analysis of results, the computerized statistical package INFOSTAT (Di Rienzo *et al.* 2012) was used. In the necessary cases, mean values were compared by Duncan (1955) test.

Diets of growth and final stages were formulated in accordance with the requirement of lineage (Sasso 2012). Percentage composition and bromatological analysis is presented in table 1.

experimentales (6, 9 y 12 % de inclusión de HHY) y un control (sin inclusión de harina). Se hicieron seis réplicas por tratamiento con cuatro aves cada uno. Para el análisis estadístico de los resultados, se utilizó el paquete estadístico computarizado INFOSTAT (Di Rienzo *et al.* 2012). En los casos necesarios, los valores medios se compararon mediante la dócima de Duncan (1955).

Las dietas de crecimiento y final se elaboraron de acuerdo con el requerimiento de la estirpe (Sasso 2012). La composición porcentual y análisis bromatológico se

Table 1. Composition of diets

Stages	Cassava leaf meal, %							
	Growth stage(4-8 weeks)				Final stage(9-13 weeks)			
	0	6	9	12	0	6	9	12
	Indicators							
Maize, meal	62.12	56.40	53.35	51.35	64.62	57.10	55.50	53.00
Soybean, meal	15.00	15.00	15.00	15.00	10.00	11.48	10.08	9.58
Cassava meal	0.00	6.00	9.00	12.00	0.00	6.00	9.00	12.00
Mulberry, meal	3.50	3.50	3.50	3.50	3.00	3.00	3.00	3.00
Palm tree, oil	1.80	1.50	1.50	1.50	3.00	3.00	3.00	3.00
Fish, meal	8.40	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50
Alfalfa, meal	3.00	3.00	3.00	2.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Rice, powder	3.50	3.50	3.50	3.50	3.12	3.12	3.12	3.12
Dicalcium phosphate	0.62	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
Premix1	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Calcium carbonate	1.10	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Sodium chloride	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Propionic acid	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Antioxidant	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Lysine	0.25	0.25	0.25	0.25	0.45	0.45	0.45	0.45
Methionine	0.11	0.10	0.15	0.15	0.06	0.10	0.10	0.10
Formol	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	Bromatological analyses (%)							
Dry matter, %	85	86	87	85	85.00	86.00	86.00	85.00
CP, %	20	20	20	20	18.00	18.00	18.00	18.00
ME, MJ/kg	12	12	12	12	12.70	12.80	12.80	12.90
Crude fiber, %	3	3.3	3.7	3.9	3.25	4	4.2	4.5
Calcium, %	1.2	1.3	1.2	1.2	0.90	0.90	0.90	0.90
Phosphorus, %	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

One kg of food contains: Vitamin supplement: Vitamin A (10,000 IU), Vitamin D₃ (2000 IU), Vitamin E (10 mg), Vitamin K₃ (2 mg), Thiamin (1 mg) -B₁, Riboflavin (5 mg), Pyridoxine (2 mg) - B₆, Vitamin B₁₂ (15 mg), Nicotinic acid (125 mg), Calcium panthenol (10 mg), Folic acid (0.25 mg), and Biotin (0.02 mg). Mineral supplement: Selenium mineral: Selenium (0.1 mg), Iron (40 mg), Copper (12 mg), Zinc (120 mg), Mg (100 mg), Iodine (2.5 mg) and Cobalt (0.75 mg).

Results and Discussion

Viability was 100 % in all treatments, which shows that the use of up to 12 % of cassava leaf meal, as a source of protein, low in metabolizable energy, does not cause deaths in naked neck broilers (Gen Nana). It is probably due to the low content of hydrocyanic acid (1.81 ppm) in the leaves, the effect of sun drying

presenta en la tabla 1.

Resultados y Discusión

La viabilidad fue de 100 % en todos los tratamientos, lo que demuestra que la utilización de hasta 12 % de harina de hojas de yuca, como fuente de proteína, baja en energía metabolizable, no provoca muertes en los pollos de cuello desnudo (Gen Nana). Es probable que se deba

and low content of antinutritional substances (Do Santos *et al.* 2009 and Zacarías *et al.* 2012). There were no significant differences between cassava leaf meal for final live weight, weight gain, carcass weight and drumstick+thigh, but they were lower ($P<0.05$) than control. However, 9 and 12 % of cassava leaf meal showed higher ($P<0.05$) carcass yield (90, 89.5 %) and profitability (27 and 26 %), as production costs decreased. On the other hand, as the level of inclusion increased (6, 9 and 12 % cassava leaf meal), fat decreased, which is a very important factor in a demanding and growing market of consumers who take care of their health (table 2).

al bajo contenido de ácido cianhídrico (1.81 ppm) en las hojas, efecto del secado al sol y del bajo contenido de sustancias antinutricionales (Do Santos *et al.* 2009 y Zacarías *et al.* 2012). LNo hubo diferencias significativas entre los niveles de HHY para el peso vivo final, ganancia de peso, peso de la canal y muslo+encuentro pero fueron inferiores ($P<0.05$) al control. Sin embargo, 9 y 12 % de HHY mostraron mayor ($P<0.05$) rendimiento de la canal (90, 89,5%) y rentabilidad (27 y 26 %), al disminuir los costos de producción. Por otra parte, en la medida que se incrementa el nivel de inclusión (6, 9 y 12 % HHY), la grasa disminuyó, lo que constituye un factor muy importante en un mercado exigente y

Table 2. Productive performance

Indicators	Cassava leaf meal, %				SE (±)	Probability
	Control 0	6	9	12		
Viability, %	100.00	100.00	100.00	100.00		
Initial liveweight, g/bird	825.00	815.00	800.00	790.00	7.13	>0.1538
Final liveweight, g/bird	3287.50 ^a	2989.00 ^b	3000.00 ^b	2943.00 ^b	125.13	<0.0031
Weight gain, g	2462.50 ^a	2174.00 ^b	2202.67 ^b	2153.00 ^b	116.34	<0.0025
Intake, g	8258.00 ^a	7707.00 ^b	7770.00 ^b	7670.00 ^b	264.20	<0.0011
Food conversion	3.35	3.54	3.53	3.56	0.08	>0.1542
Carcass weight, g	2880.17 ^a	2535.50 ^b	2707.50 ^b	2634.00 ^b	107.67	<0.00001
Leg weight, g/CP	558.00 ^b	506.00 ^b	642.00 ^a	582.00 ^b	0.05	<0.0021
Breast weight, g/CP	707.00 ^a	659.00 ^b	631.00 ^b	579.00 ^b	59.00	<0.00007
Fat, g/CP	60.00 ^b	48.00 ^a	45.00 ^a	40.00 ^a	0.50	<0.0040
Carcass yield, %	87.50 ^b	84.80 ^b	90.00 ^a	89.50 ^a	1.07	<0.0007
Profitability, %	23.00	24.00	27.00	26.00		

^{a, b}Different letter in the same line differ at $P < 0.05$ Duncan (1955). * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$

These results agree with those presented by Santos *et al.* (2014), who worked with naked neck broilers (Gen Nana) fed with inclusions (3.6 and 9 %) of foliage of *Morus alba* in the diet. These authors reported that as levels increased, carcass pigmentation improved, and the abdominal fat content of birds decreased to develop leaner meats.

These properties have been attributed to the high content of xanthophylls in cassava leaves (605 mg/kg of total xanthophylls and 508 mg/kg of pigment xanthophylls), while the maize grains contains only 25 mg of total xanthophylls/kg. It has been demonstrated that high levels of fiber in rations of broilers reduce the absorption of cholesterol and lipids at intestinal level (Savón 2010). Results close to those found in this research presented by Connelly (2017), who worked with broilers and used three treatments (T1 = 100 % concentrate, T2 = cassava foliage at 5 % plus cassava root meal at 10 % and T3 = 10 % of cassava foliage and 10 % cassava root meal).

This author found significant differences in all productive indicators. The highest values in the control or T1. However, the highest profitability was recorded in T2, due to the reduction in food expenses.

creciente de consumidores que cuidan su salud (tabla 2).

Estos resultados concuerdan con los presentados por Santos *et al.* (2014), quienes trabajaron con pollos cuello desnudo (Gen Nana) que se alimentaron con inclusiones (3.6 y 9 %) de follajes de *Morus alba* en la dieta. Estos autores informaron que en la medida que se incrementaron los niveles, mejoró la pigmentación de la carcasa, y disminuyó el contenido de grasa abdominal de las aves para permitir carnes más magras.

Estas propiedades se han atribuido al contenido elevado de xantofilas que posee la hoja de yuca (605 mg/kg de xantofilas totales y 508 mg/kg de xantofilas pigmentantes), mientras que el grano de maíz contiene solo 25 mg de xantofilas totales /kg. Se ha demostrado que niveles elevados de fibra en las raciones de las aves producen reducción en la absorción del colesterol y de los lípidos al nivel intestinal (Savón 2010). Resultados cercanos a los encontrados a esta investigación presentó Connelly (2017), quien trabajó con pollos parrilleros y utilizó tres tratamientos (T1= concentrado 100%; T2= follaje de yuca al 5 % más harina de raíz de yuca al 10 % y T3= follaje de yuca al 10 % y harina de raíz de yuca al 10%).

Este autor encontró diferencias significativas en todos los indicadores productivos. Los valores más altos

It was observed that as the inclusion level of cassava leaf meal increased, the intake and weight gain of broilers decreased, without affecting food conversion. These results could be due to the presence of a larger population of lactic acid bacteria and yeasts, as well as a lower pH in the digestive area compared to those who consume diets rich in maize, which favor viability, weight gain, food conversion, carcass yield, as well as the liveweight of broilers (Promthong 2005). On the other hand, Buitrago (2009) indicates that with the use of high levels of cassava foliage in diets, its content of CF, tannins, and perhaps hydrocyanic acid, may affect the productive performance of birds because it affects diet intake.

However, Giraldo *et al.* (2008) indicate that diets with high levels of cassava foliage have low digestibility, which affects their productive performance. Zeledon (2017) used cassava leaf meal in broilers and reported a decrease in the productive indicators of intake, liveweight and weight gain. However, there was an increase in weight in breast, legs, less fat and an increase in economic yields. It is probable that, given the amount of digestible fiber in the diets, the intake in birds will be affected by the effect of satiety or filling that it produces. Nevertheless, the quantities used are not enough to obtain carcass with higher weight, without affecting their main cuts such as legs and their quality (flavor, color and texture), which favorably reduces fat, which is an important factor for health. It was determined that it is possible to improve egg yolk pigmentation and reduce feeding costs of laying hens, when 2.5 % of cassava foliage meal is included in diets with cassava meal and African palm oil, which are very expensive in the market. They are basic sources of starch and lipids for laying hens (Valdiviá *et al.* 2010). The results suggest that it is possible to include up to 12 % of cassava leaf meal, without affecting the productive performance with positive profitability.

en el control o T1. Sin embargo, la mayor rentabilidad la registró el T2, debido a la reducción en los gastos de alimentación. Se observó que en la medida que incrementaba el nivel de inclusión de la HHY, las aves disminuyeron el consumo y la ganancia de peso, sin afectar a la conversión alimentaria. Estos resultados se podrían deber a la presencia de una población mayor de bacterias ácido-lácticas y levaduras, así como a un pH más bajo en la zona digestiva en comparación con aquellos que consumen dietas ricas en maíz, que favorecen la viabilidad, ganancia de peso, conversión alimentaria, rendimiento de la canal, así como el peso vivo de las aves (Promthong 2005). Por su parte, Buitrago (2009) indica que cuando se utilizan niveles altos del follaje de yuca en las dietas, su contenido de FB, taninos, y quizá de ácido cianhídrico, puede afectar el comportamiento productivo de las aves porque afecta el consumo de las dietas.

Sin embargo, Giraldo *et al.* (2008) indican que las dietas con altos niveles de follaje de yuca tienen baja digestibilidad, lo que incide en su rendimiento productivo. Zeledon (2017) utilizó harina de hojas de yuca en pollos de engorde e informó disminución de los indicadores productivos de consumo, peso vivo y ganancia de peso. No obstante, hubo un incremento de peso en pechuga, muslos y encuentro, menor cantidad de grasa y un aumento de los rendimientos económicos. Es probable que dada la cantidad de fibra digestible en las dietas, se afecte el consumo en aves por el efecto de saciedad o llenado que produce. Sin embargo, las cantidades aprovechadas no son suficientes para obtener canales con mayor peso, sin que se afecten sus cortes principales como el muslo + encuentros y la calidad de ellas (sabor, color, textura), lo que disminuye favorablemente la grasa, un factor importante para la salud. Se determinó que es posible mejorar la pigmentación de la yema del huevo y reducir los costos de alimentación de las gallinas ponedoras, cuando se incluye 2.5 % de harina de follaje de yuca a dietas con harina de yuca y aceite de palma africana, que resultan muy caras en el mercado. Son fuentes básicas de almidón y lípidos para las gallinas ponedoras (Valdiviá *et al.* 2010). Los resultados sugieren que es posible incluir hasta 12 % de harina de hojas de yuca, sin afectar el comportamiento productivo con rentabilidad positiva.

References

- Buitrago, J. A. 2009. Characteristics and management of cassava for animal feeding. In: The use of cassava roots and leaves for on-farm animal feeding. Ed. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. p. 104
- Connolly, D. 2017. Inclusión de harina de follaje y raíz de yuca (*Manihot esculenta* crantz), en la alimentación de pollos de engorde y su efecto en el comportamiento productivo. Facultad de Ciencia Animal Departamento Sistemas Integrales de Producción Animal. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. p.52
- Di Rienzo, J. A., Balzarini, M., Casanoves, F., González, L., Tablado, M., Guzmán, W. & Robledo, C. W. 2012. Software estadístico infostat. Estadística y Biometría. 1ra ed. Ed. Las Brujas. Córdoba, Argentina. p.404
- Dos Santos, T. A., Machado, C. L., Miranda, D. H., Geraldo, A., Moreira, J. M., Curvelo, E. R., Viera, J. A. & Clemente, A. H. 2009. Inclusão da farinha das folhas de mandioca em dietas suplementadas com enzimas para poedeiras semi-pesadas: desempenho e desenvolvimento do TGI. II Semana de Ciência e Tecnologia de IFMG.
- Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F test. Biometric 11(1): 1-42
- Fumero, J. E., Godínez, O., Silva, N., García, A. J., Villa, J. R. & Quiñones, D. 2009. Paquete tecnológico para la producción de pollo campero. Rev. cubana. Cienc. Agríc. 33 (2):25
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2017). Aves de corral y la Producción

- y Sanidad Animal. Departamento de Agricultura y Protección del Consumidor. Available: <http://www.fao.org/ag/againfo/theme/s/es/poultry/production.html>.
- Giraldo, A., Velasco, R. J., & Villada, H. S. 2008. Digestibilidad Aparente de una Harina Proveniente de Hojas de Yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Información tecnológica, 19(1), 11-18. Available: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642008000100003>
- Hermida, H. 2015. Inclusión de harina de raíz de yuca en la dieta de pollos camperos K-53. Pastos y Forrajes, 38(2): 207-212. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) 2012. Laboratorio de Servicios de Análisis e Investigación en alimentos. Estación Experimental Santa Catalina. Departamento de Nutrición y Calidad. Quito-Ecuador.
- Lezcano, P., Vázquez A. & Bolaños A. 2015. Ensilado de alimentos alternativos, de origen cubano, una alternativa técnica, económica y ambiental para la producción de carne de cerdo. Rev. Cubana de Cienc. Agríc. 49:65-69
- Promthong, S. 2005. Comparative studies on physiological, histological and microbial properties in the digestive tract of broilers fed cassava versus corn diets. PhD. Thesis. Bangkok: Kasetsart University.
- Santos, M., Lon-Wo, E., Savón, L. & Herrera, M. 2014. Comportamiento productivo de pollos cuello desnudo heterocigotos en pastoreo, con diferentes espacios vitales y harina de hojas de *Morus alba* en la ración. Rev. Cubana de Cienc. Agríc. 48(3): 265-269
- Sasso. 2012. La mayor variedad de reproductores coloreados. Available: http://www.sasso.fr/pollueloslabel-coloreados.php?ref_coq=T77N&lg=es. [Consulted: August 09/2013]
- Savón, L. 2010. Harinas de forrajes tropicales. Fuentes potenciales para la alimentación de especies monogástricas. PhD Thesis Universidad Agraria de la Habana “Fructuoso Rodríguez Pérez. Cuba, p.223.
- Valdiviá, M., Rodríguez, B. & Bernal, H. 2010. Tecnología hiperproductora de follaje de yuca. In: Alimentación de aves, cerdos y conejos. Ed. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p. 33
- Zeledon, E. 2017. Evaluación de diferentes niveles de inclusión de harina de follaje y raíz de yuca (*Manihot esculenta* crantz), en la alimentación de pollos de engorde. Master Thesis. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Ciencia Animal. Managua, Nicaragua.
- Zacarias, J., Valdiviá, M. y Bicudo, S. (2012). Harina de follaje de yuca como pigmentante de dietas con aceite de palma para gallinas ponedoras. Rev. Cubana de Ciencia Agrícola. 46(2) 187 - 191.

Received: August 10, 2018