

## Performance of the chickens (*Gallus gallus domesticus* L.) carcass subjected to grazing with *Canavalia ensiformis* L.

### Rendimiento de la canal de pollos (*Gallus gallus domesticus* L.) sometidos a pastoreo con *Canavalia ensiformis* L.

Reyes-Pérez Roel<sup>1</sup>; González-Cortés Nicolás<sup>2\*</sup>; Jiménez-Vera Román<sup>2</sup>; Guzmán-Ceferino Juan<sup>2</sup>; Estrada-Lievano Juan Martín<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Programa de Ingeniería en Alimentos; <sup>2</sup>Programa Desarrollo Agropecuario Sustentable Campus Tenosique, Carretera Tenosique-Cascadas de Reforma km 1, Col. Solidaridad Tenosique, Tabasco, México. <sup>3</sup>Universidad Autónoma de Chiapas Facultad Maya de Estudios Agropecuarios Carretera Catazajá-Palenque km 4, Catazajá, Chiapas, México.

\*Autor para correspondencia: nicolas.gonzalez@ujat.mx

#### ABSTRACT

**Objective:** Analyze the performance of the chicken carcass finished in grazing with canavalia (*Canavalia ensiformis* L.) under edaphoclimatic conditions of the humid tropic of Mexico.

**Design/methodology/approximation:** A total of n=40 Cobb-500 line chickens of 22 d of age and a weight of  $1.45 \pm 0.17$  kg were used. Chickens were divided into two groups under a completely randomized design: A) chickens fed canavalia plus concentrated feed and ground yellow corn (*Zea mays* L.) (ratio 1: 1), and B) confined chickens fed concentrate and ground yellow corn (ratio 1: one); both groups were fed in the morning for 20 d. The data were analyzed by means of an ANOVA ( $P < 0.05$ ) and comparison of means by the Tukey method.

**Results:** Grazing chickens had the same carcass weight performance as chickens in stabled. However, the grazing chickens consumed 30% less concentrated feed, in addition they presented less fat in breast and abdominal.

**Limitations of the study/implications:** Do not use the plant of canavalia more than 120 d of cultivation, because the content of protein in the leaves decreases.

**Findings/Conclusions:** With the grazing in canavalia, it is reduced up to 50% of fat in breast and a saving of 30% of concentrated food and ground corn without affecting the yield of meat.

**Key words:** backyard poultry, sustainable poultry, grazing



Agroproductividad: Vol. 12, Núm. 4, abril. 2019. pp: 3-8.

Recibido: octubre, 2018. Aceptado: marzo, 2019.

## RESUMEN

**Objetivo:** evaluar el rendimiento de la canal de pollo finalizados en pastoreo con canavalia (*Canavalia ensiformis* L.), en condiciones edafoclimáticas del trópico húmedo de México.

**Diseño/metodología/aproximación:** Se utilizó n=40 pollos línea Cobb-500 de 22 d de edad y un peso de  $1.45 \pm 0.17$  kg. Los pollos se distribuyeron en dos grupos bajo un diseño completamente al azar: A) pollos alimentados con canavalia más alimento concentrado y maíz amarillo molido (*Zea mays* L.) (relación 1:1), y B) pollos confinados alimentados con concentrado y maíz amarillo molido (relación 1:1); ambos grupos fueron alimentados por la mañana durante 20 d. Los datos fueron analizados mediante un ANOVA ( $P < 0.05$ ) y comparación de medias por el método de Tukey.

**Resultados:** Los pollos en pastoreo tuvieron el mismo rendimiento de peso canal que los pollos estabulados. Sin embargo, los de pastoreo consumieron 30% menos alimento concentrado, además presentaron menos grasa en pechuga y abdominal.

**Limitaciones del estudio/implicaciones:** No utilizar la planta de canavalia de más de 120 d de cultivo, porque el contenido de proteína en las hojas disminuye.

**Hallazgos/conclusiones:** Con el pastoreo de canavalia se reduce hasta el 50% de grasa en pechuga y se ahorra 30% de alimento concentrado y maíz molido sin afectar el rendimiento de carne.

**Palabras clave:** avicultura de traspatio, avicultura sustentable, avipastoreo.

ridos en el mercado. Uno de los ingredientes tropicales para piensos que potencialmente podría ser utilizado como fuente de proteína es la canavalia (*Canavalia ensiformis* L.) es una planta anual, resistente a plagas, enfermedades, a sequías, se adapta a diferentes tipos de suelos y se desarrolla en la regiones tropicales y subtropicales. Esta leguminosa erecta es de crecimiento rápido y produce abundante forraje. La producción promedio de granos seco es de  $1.66 \text{ t ha}^{-1}$  y una producción de forraje que va desde  $3.23$  a  $4.04 \text{ t ha}^{-1}$  de materia seca (Sheahan, 2012). Datos reportados por Estupiñán *et al.* (2007) indican que las hojas contienen 14% de proteína, 52.3% de fibra detergente neutro (FDN), 37.6% de fibra detergente ácido (FDA), 56% de digestibilidad de la FDN y 49.5% de digestibilidad de la FDA por lo que este insumo puede aprovecharse como fuente de alimento para animales de traspatio. Pero se debe considerar que el uso de esta especie (Fabaceae) como pienso puede verse limitada por la presencia de factores anti nutricionales que reducen su valor de uso y afecta a los animales de diversas maneras. Los factores anti nutricionales predominantes en el cultivo de canavalia son la concavalina A, aminoácidos no proteicos (canavanina y canalina), saponinas, glucósidos cianogénicos y polifenoles (Akande 2016). Sin embargo, se ha evidenciado que los animales de corral pueden catalizarlo y aprovechar muy bien los otros nutrientes, además los pollos de engorda pueden tolerar ingestas diarias de hasta 100 mg de concavalina A durante seis semanas sin afectar el crecimiento (Méndez *et al.*, 1998). Sívoli *et al.* (2005) indican que la canavanina es catabolizada a canalina en el riñón de las aves, lo cual

## INTRODUCCIÓN

La avicultura de traspatio es una actividad muy importante porque contribuye significativamente en la seguridad alimentaria de las comunidades rurales de México. Esta actividad pecuaria se caracteriza por ser fuente proveedora de aminoácidos esenciales contenidos en la carne y huevo que no pueden ser reemplazados por proteína de origen vegetal, adicionalmente esta actividad tiene como objetivo ser un aporte económico para las familias rurales por la venta de estos productos en el mercado. La avicultura de traspatio se caracteriza principalmente por tener una dieta a base de maíz (*Zea mays* L.) (molido, quebrado o entero) por lo que este tipo de dietas afectan de forma negativa la salud y el crecimiento de las aves reflejándose en un menor desempeño productivo, caso contrario, cuando las aves son alimentadas con concentrados comerciales se incrementan el desempeño productivo de los pollos, pero se aumentan significativamente los costos de producción. Para los avicultores el rubro de alimentación es un costo muy oneroso ya que alrededor del 70% de los costos totales operativos son asignados a la alimentación, por lo tanto, es necesario encontrar insumos alternativos fácil de obtener, disponible y con nutrientes adecuados (Sudarman *et al.*, 2018). Siriwan *et al.* (2012) y Sotelo *et al.* (2014) mencionan la importancia de valorar los forrajes tropicales ambientalmente sostenibles como fuente de proteínas para la alimentación de las aves de corral, con el objetivo de reducir la dependencia del maíz y de los concentrados de proteínas adqui-

podiera representar una vía metabólica para la degradación de este metabolito anti nutricional. El objetivo de este estudio fue valorar la finalización de pollos de engorda (*Gallus gallus domesticus* L.) a libre pastoreo en el cultivo de canavalia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se desarrolló en la División Académica Multidisciplinaria de los Ríos, localizada en el municipio de Tenosique Tabasco, México. El clima es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, con temperatura media anual de 30.5 °C. La precipitación es de 3,286 mm con un promedio máximo mensual de 400 mm en el mes de septiembre y un mínimo mensual de 50 mm en el mes de abril. Las mayores velocidades del viento se registran en los meses de noviembre, con velocidades que alcanzan los 30 km h<sup>-1</sup>.

El trabajo se inició con n=40 pollitos macho (*Gallus gallus domesticus* L.) de la línea Cobb-500 de 3 d de edad, los cuales se confinaron en jaula metálica sin luz artificial durante la noche. El programa de alimentación estuvo con acceso libre solo de día (11 h luz), y durante 22 d se alimentaron con alimento concentrado comercial con el 20% de proteína, recomendado para pollitos en

engorda en etapa inicial, el cual contiene todos los nutrientes requeridos por que los pollitos logren un excelente crecimiento, y es recomendado por el fabricante desde el día uno hasta los 21 d de vida.

Posteriormente, los pollos con 25 d de edad y un peso de 1.45±0.17 kg, se seleccionaron al azar para distribuirlos en dos grupos: Grupo A) pollos alimentados con canavalia más alimento concentrado y maíz amarillo molido (*Zea mays* L.) (relación 1:1) colocado en comederos especiales dentro del cultivo y Grupo B) pollos confinados alimentados en jaula de metal sin luz artificial y alimentados con concentrado y maíz amarillo molido (relación 1:1); ambos grupos fueron alimentados por la mañana durante 20 d (Cuadro 1).

La actividad de pastoreo se realizó en un área de 30 m<sup>2</sup> de cultivo de canavalia de 90 días de siembra en condiciones de trópico húmedo de México, realizando dos rotaciones durante los 20 d experimentales Figura 1. Previamente a la siembra de la canavalia, se

adicionó al suelo 4 kg m<sup>-2</sup> de composta, y no se aplicó ningún agroquímico y se mantuvo siempre el cultivo libre de malezas.

A los 20 d del experimento, se sacrificaron las aves, y se calcularon 17 variables de respuesta: 1) Supervivencia (%): número de aves vivas por tratamiento, 2) y 3) peso promedio antes del experimento y al finalizar el experimento: se pesó los pollos de cada uno de los tratamientos en basculas Torrér<sup>®</sup> de capacidad de 0.002 a 15 kg. 4) y 5) ganancia de peso (kg) durante el tiempo (días) que tardo el experimento, se determinó por



**Figura 1.** Pastoreo en cultivo de *Canavalia ensiformis* L., en el trópico húmedo de México.

**Cuadro 1.** Composición nutrimental de la mezcla de alimento concentrado y maíz amarillo (*Zea mays* L.) (relación 1:1).

| Nombre del alimento       | Cantidad (%) | FC (%) | EM (Kcal kg <sup>-1</sup> ) | PC (%) |
|---------------------------|--------------|--------|-----------------------------|--------|
| Maíz amarillo             | 50           | 1.73   | 3290                        | 7.9    |
| Alimento finalizador aves | 50           | 3.7    | 2851*                       | 18     |
| Aporte nutrimental        |              |        |                             |        |
| FC %                      | 2.71         |        |                             |        |
| EM kcal/kg                | 3070.5       |        |                             |        |
| PC %                      | 12.95        |        |                             |        |

FC=fibra cruda, EM=energía metabolizable, PC=proteína cruda. \*La energía metabolizable se estimó a partir de la ecuación propuesta por Tablas Brasileñas para aves y cerdos (2017).

operaciones aritméticas, 6) peso de la canal (kg): fue el peso de la canal, eliminando vísceras, paras y cabeza, 7) peso de pechuga (kg): se realizaron los cortes adecuados para tener la pieza completa, 8) rendimiento de pechuga (kg) se determinó por aritmética en relación al peso de la canal. 9) y 10) El contenido (g) y el porcentaje de grasa en pechuga se determinó en función al peso de la pechuga con y sin grasa. 11) el contenido de grasa abdominal (g) se determinó pesando la grasa acumulada en vísceras y el área de la cloaca, 12) grasa en pechuga/abdominal con relación a peso de canal (%), 13) consumo de alimento (kg de alimento por ave) de los veinte días que tardo el experimento, 14) y 15) conversión alimenticia, en función a la cantidad promedio de alimento consumido por ave, 16) determinación del costo bruto (pesos) por alimentación con alimento concentrado más maíz amarillo molido (1:1) y 17) relación beneficio/costos bruto, esta variable se determinó en función al precio (\$) de la canal del pollo en el mercado nacional y los costos (\$) por concepto del precio alimento consumido. Los datos fueron analizados mediante un ANOVA ( $P < 0.05$ ) y comparación de medias por el método de Tukey con el paquete estadístico de Olivares (2015).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con la información se conoce que los pollos criados a campo abierto su carne es más saludable y aceptable, en comparación con los pollos en confinamiento (García y Eduardo, 2008). Las aves son omnívoras y se alimentan de gran variedad de plantas, semillas e insectos que suelen estar en los ecosistemas. Las semillas como las de los cereales les proporcionan calorías, mientras que especies de la familia Fabaceae, son fuente de proteína; la combinación de estas fuentes es importantes para el crecimiento y engorda de las aves de corral. Los resultados de este estudio demostraron que los pollos finalizados con maíz molido más alimento concentrado (relación 1:1) y pastoreo en cultivo de canavalia durante 20 d no presentaron diferencia estadística ( $P > 0.05$ ) en cuanto ganancia de peso, rendimiento de la canal y peso de pechuga que el grupo de pollos confinados. En relación a la ganancia de peso. Ponte *et al.* (2008) indican una ganancia de peso de 36 a 42 d sin restricción de alimento de  $31.7 \text{ g d}^{-1}$ , mientras que con acceso de pastura de fabáceas, una ganancia de peso 33.14. Lo anterior es menor a lo registrado en el presente trabajo, donde la ganancia de peso del día 22 a 42 registró ganancia de peso promedio de  $51.5 \text{ g d}^{-1}$ . Se registró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en cuanto al consumo de alimento, observan-

do disminución del consumo de alimento de casi 30% en los pollos en pastoreo con respecto a los confinados atribuido al consumo de alimento de canavalia. Los datos reportados en relación al consumo de concentrado y forraje de animales en pastoreo son similares a los reportados por Rivera-Ferrel *et al.* (2007) en donde indican que animales en pastoreo tienen un consumo de concentrado de  $115 \text{ g d}^{-1}$  por ave y un consumo de pastos de  $10.7 \text{ g d}^{-1}$  de materia seca. Bassler (1997) encontró que existe una reducción en la cantidad de concentrado de hasta 15% con un consumo de forraje superior a  $30 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$  debido a que la ingesta de forraje en pastoreo disminuye el consumo de concentrado. Ponte *et al.* (2008) indican que la proporción de forraje consumido se incrementa con un nivel de restricción de concentrado alcanzando niveles de consumo que va desde 1.6 a 4.9% de materia seca del total de alimento consumido por las aves, por lo que la disminución en el consumo de concentrado está asociado a mayor consumo de forraje de canavalia. Los datos del presente estudio, concuerdan que lo planteado por Belmar y Morris (1994) quienes mencionan que la inclusión de hasta 30% de harina de canavalia no afecta el crecimiento y la utilización de proteínas en los pollos. Esto se ve relacionado por lo encontrado por Vargas *et al.* (2001) donde el rendimiento productivo de los pollos en pastoreo no se ve afectado y que se reduce el consumo de concentrado en 10%, sin verse afectado la ganancia de peso y conversión (Figura 2).

En relación al rendimiento de la canal el presente estudio no presento diferencia significativa ( $P > 0.05$ ); sin embargo, en comparación con resultados de Ponte *et al.* (2008) quienes registraron un rendimiento de la canal de 63.12% para pollos alimentados con concentrado y 64.72% de pollos alimentados con suplemento comercial más forraje de fabáceas, en esta investigación fue de 66.5%. Es importante señalar que existió diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en relación a la cantidad de grasa en la pechuga ( $A = 21.6 \pm 7^b$ ,  $B = 43 \pm 8^a$ ) y abdominal ( $A = 73 \pm 15^b$ ,  $B = 147 \pm 25^a$ ). Como se puede observar la disminución del contenido de grasa pudo estar asociada a una reducción en el consumo del concentrado, lo cual implica una reducción en la cantidad de energía consumida por día. Esto concuerda con lo reportado por Rosa *et al.* (2007) quienes indican que un mayor consumo de energía promueve mayor deposición de grasa, por lo que dietas bajas en energía promueven un bajo contenido de grasa y mayor deposición de proteína, pero se debe enfatizar que un bajo consumo de



**Figura 2.** Determinación de peso de canal de pollos (*Gallus gallus domesticus* L.). A) Pollos finalizados en pastoreo con *Canavalia ensiformis* mas alimento concentrado y maíz amarillo molido (*Zea mays* L.) (relación 1:1), B) Pollos confinados y alimentados con alimento concentrado y maíz amarillo molido (relación 1:1).

energía podría afectar el desempeño productivo del animal.

El consumo de canavalia en pastoreo canavalia puede reducir los costos de alimentación, considerando que según datos del SIIIM (2018) el precio del kilogramo de maíz amarillo quebrado es de \$5.75 y el precio de alimentos concentrados es de \$8.00 pesos el kilogramo. Por tanto, la relación beneficio/costo (B/C) bruto en alimentación, considerando el precio de la canal de 43

pesos (SIIIM, 2018) se tiene que para pastoreo fue de 1: 3.93 y para confinamiento de 1: 2.95. En el Cuadro 2, se muestran los resultados de las 17 variables analizadas.

Los datos presentados concuerdan con lo planteado por Tufarelli et al. (2018) quienes mencionan la importancia de la inclusión de forrajes en las raciones para la generación de una alimentación integral con la finalidad de obtener mayor valor y éxito para la producción avícola local en muchas regiones del mundo. Esto concuerda con lo

**Cuadro 2.** Resultados del rendimiento de carne de pollos finalizados en pastoreo con *Canavalia ensiformis* L., en el trópico húmedo de México.

| Variable  | Unidad | Pastoreo               | Estabulado (control)   | Diferencia |
|---|--------|------------------------|------------------------|------------|
| Sobrevivencia   | %      | 100                    | 100                    | 0          |
| Peso vivo promedio inicial  | Kg     | 1.45±0.17              | 1.45±0.17              | 0          |
| Peso vivo promedio final  | Kg     | 2.46±0.21 <sup>b</sup> | 2.50±0.15 <sup>a</sup> | 0.2        |
| Ganancia de peso de 22 a 42 d   | Kg     | 1.028±12 <sup>a</sup>  | 1.052±18 <sup>a</sup>  | 0.024      |
| Ganancia de peso promedio por día   | G      | 50.5                   | 52.5                   | 1.82       |
| Peso en canal (sin vísceras, pata y cabeza)                                       | Kg     | 1.60±0.12 <sup>a</sup> | 1.71±0.18 <sup>a</sup> | 0.24       |
| Peso de pechuga   | G      | 410±11 <sup>a</sup>    | 450±27 <sup>a</sup>    | 40         |
| Rendimiento de pechuga/canal  | %      | 28                     | 26                     | 2          |
| Grasa en pechuga  | G      | 21.6±7 <sup>b</sup>    | 43±8 <sup>a</sup>      | 21.4       |
| Grasa/pechuga   | %      | 5.2                    | 9.5                    | 4.3        |
| Grasa abdominal   | G      | 73±15 <sup>b</sup>     | 147±25 <sup>a</sup>    | 74         |
| Grasa en pechuga/abdominal con relación a peso de canal                           | %      | 5.8                    | 11.11                  | 5.2        |
| Consumo de alimento de 22 a 42 d  | kg/ave | 2.50±12 <sup>b</sup>   | 3.55±18 <sup>a</sup>   | 1.01       |
| Conversión alimenticia bruta del día 22 a 42                                      |        | 1: 2.47 <sup>b</sup>   | 1: 3.38 <sup>a</sup>   |            |
| Consumo de alimento promedio por día por animal                                   | G      | 125                    | 178                    | 46         |
| Costo bruto por alimentación (alimento concentrado más maíz amarillo molido, 1:1) | \$     | 17.5                   | 24.85                  | 7.35       |
| Relación beneficio/costos bruto   | \$/    | 1: 3.93                | 1: 2.95                | 0.98       |

<sup>ab</sup> Letras distintas en cada fila indican medias diferentes por el método de Tukey (P<0.05).

reportado por Vivas (2014) donde la inclusión de forrajes de fabáceas mejoró su digestibilidad cuando se utiliza en pollos de engorde en finalización que, en crecimiento, por lo que recomienda esta tecnología en sistemas de producción campesina.

## CONCLUSIONES

El efecto de someter a pastoreo con canavalia a pollos de engorde de finalización reduce el consumo de concentrado, esto disminuye el aporte de energía impactando en disminución del contenido de grasa en la canal sin afectar el rendimiento productivo de las aves en relación a los pollos de engorda en confinamiento. El consumo de follaje de canavalia en pastoreo de pollos de engorda en finalización resulta útil para reducir la dependencia de concentrados y producir una canal más saludable sin afectar el comportamiento productivo de los pollos.

## AGRADECIMIENTO

Al Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP) por el financiamiento del proyecto "Desarrollo de modelos agroalimentarios sustentables en comunidades con alto grado de marginación en Tenosique, Tabasco" con clave: UJAT-CA-227.

## LITERATURA CITADA

- Akande, K.E. (2016). Effects of Anti-nutritive Constituents of Unprocessed Jack Bean (*Canavalia ensiformis*) (L) (DC) Seed Meal on Poultry Performance. AJEA, 10(6): 1-10. DOI: 10.9734/AJEA/2016/21980.
- Bassler, A. (1997). Prospects of keeping laying hens on grass/clover pasture – an introductory study on a mixed dairy-poultry farming system. MSc thesis Wageningen University, Wageningen, 102 pp.
- Belmar, C. R., Morris, T.R. (1994). Effects of the inclusión of treated Jack beans (*Canavalia ensiformis*) and the amino acid canavanine in chicks diets. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 123: 393-405.
- Estupiñán, K., Vasco, D., Duchi, N. (2007). Digestibilidad de los componentes de la pared celular del forraje de *Canavalia ensiformis* (L) DC en diferentes edades de corte. Revista Tecnológica ESPO, L 20: 223-228.
- Méndez, A., Vargas, R.E., Michelangeli, C. (1998). Effects of concanavalin A, fed as a constituent of jack bean (*Canavalia ensiformis* L.) seeds, on the humoral immune response and performance of broiler chickens. Poult Sci. 77(2): 282-9.
- Olivares, S.E. (2015). Paquete estadístico Versión 1.6. Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- Ponte, P.I.P., Prates, J.A.M, Crespo, J.P., Crespo, D.G., Mourão, J.L., Alves, S.P, Bessa R.J.B., Chaveiro-Soares, M.A., Gama, L.T., Ferreira, L.M.A., Fontes, C.M. G. A. (2008). Restricting the Intake of a Cereal-Based Feed in Free-Range-Pastured Poultry: Effects on Performance and Meat Quality. Poultry Science 87:2032–2042. doi:10.3382/ps.2007-00522.
- Rivera-Ferre, M.G., Lantinga, E.A., Kwakke, R.P. (2007). Herbage intake and use of outdoor area by organic broilers: effects of vegetation type and shelter addition. NJAS 54-3. Pp 279-291.
- Rosa, P.S., Faria-Filho, D.E., Dahlke, F., Vieira, B.S., Macari, M., Furlan, R.L. (2007). Effect of Energy Intake on Performance and Carcass Composition of Broiler Chickens from Two Different Genetic Groups. Brazilian Journal of Poultry Science. 9(2); 117-122.
- Sheahan, C.M. (2012). Plant guide for jack vean (*Canavalia ensiformis*). USDA-Natural Resources Conservation Service, Cape May Plant Materials Center, Cape May, NJ. [https://plants.usda.gov/plantguide/pdf/pg\\_caen4.pdf](https://plants.usda.gov/plantguide/pdf/pg_caen4.pdf). (accesado el 14 de octubre, 2018).
- SIIIM (Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados). (2018) Información de pollo por pieza en México: precios al mayoreo en centros de distribución. Disponible en: <http://www.economia-sniim.gob.mx/2010prueba/PolloPza.asp> (accesado el 14 de octubre, 2018)
- Siriwan, D., Martens, T., Tiemann, T., Bindelle, J., Peters, M., Lascano, C.E. (2012). Alternative plant protein sources for pigs and chickens in the tropics nutritional value and constraints: a review. Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics. 113(2); 1-23.
- Sívoli, R.L., Méndez, O.A., Michelangeli, B.C. (2005). Toxicidad del aminoácido no proteínico l-canavanina en pollos de engorde. Revista Científica, XV (2);155-158.
- Sotelo, M., Vivas, Q.N.J., Martens, S., Muñoz, L.S., Vivas, O.E.A., Cuchillo, H.M. (2014). *Canavalia brasiliensis* forage meal in broilers' finishing diets: *in vivo* digestibility and animal performance. Prague, Czech Republic, Tropentag, 17-19.
- Tablas brasileñas para aves y cerdos: composición de alimentos y requerimientos nutricionales (2017). Editor: Rostag H.S.; Autores: Rostagno H:S. Departamento de Zootecnia, UFV. 488p.
- Tufarelli, V., Ragni, M., Laudadio, V. (2018). Feeding Forage in Poultry: A Promising Alternative for the Future of Production Systems. Agriculture, 8 (81);1-10.
- Valdivié, M., Elías, A. (2006). Posibilidades del grano de *Canavalia ensiformis* fermentado con caña (Sacchacavalia) en pollos de ceba. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 40(4); 459-464.
- Vargas, R.R.A., Taylor, R., Okumoto, S. (2001). Producción de pollos de engorde bajo un sistema de pastoreo en el trópico húmedo de Costa Rica. Tesis de licenciatura. Universidad Earth. 82 p.
- Vivas, Q.N.J. 2014. Caupí (*Vigna unguiculata*) y canavalia (*Canavalia brasiliensis*) como materias primas no convencionales en alimentación de pollos de engorde. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias Posgrados.