

Evaluación de la inclusión de la hoja *Moringa oleifera* sobre parámetros productivos e inmunológicos en pollos de engorda

RAMÍREZ-ACOSTA, Mariana*†, SÁNCHEZ-CHIPRÉS, David Román, JIMÉNEZ-PLASCENCIA, Cecilia, JUÁREZ-WOO, Carlos y RENDÓN-GUÍZAR, Jesús Ignacio

Universidad de Guadalajara.

Recibido 7 de Julio, 2017; Aceptado 16 de Septiembre, 2017

Resumen

M. oleifera representa una alternativa como fuente de proteína en la alimentación animal. Se pretende evaluar los efectos de la inclusión de la hoja de *M. oleifera* sobre los parámetros productivos e inmunológicos de pollos de engorda. Se utilizaron 180 pollos (hembras) línea genética Cobb distribuidas en 3 tratamientos: Control, M10 y M20. Se realizó AQP a la hoja de *M. oleifera* y a las dietas y se evaluó porcentaje de digestibilidad *in vitro*. Se determinaron parámetros productivos, rendimiento en canal y contenido de IgY. Se utilizó un modelo estadístico completamente al azar. Se realizó análisis de varianza. *M. oleifera* obtuvo 26.24% de proteína. Los animales del grupo M10 ganaron 2541 g de peso y consumieron 4748 g de alimento, valores superiores a los grupos Control y M20; la conversión alimenticia fue menor en M10 con 1.87 sin existir diferencia estadística significativa ($P > 0.05$). El contenido de IgY a los 21 días fue mayor en M10 y M20 con 177 y 213 ng/mL, respectivamente, respecto al Control, que obtuvo 92 ng/mL, siendo estas diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$). *M. oleifera* tiene efecto positivo como inmunoestimulante, alto contenido de nutrientes y puede utilizarse en alimentación animal.

Moringa, pollos engorda, nutrición, inmunología

Abstract

M. oleifera represents an alternative source of protein in animal feed. We intend to evaluate the effects of the inclusion of the *M. oleifera* leaf on the productive and immunological parameters of chickens for fattening. We used 180 chickens (females) Cobb genetic line distributed in 3 treatments: Control, M10 and M20. AQP was performed on the *M. oleifera* leaf and on the diets, and percentage of digestibility *in vitro* was evaluated. Production parameters, yield and IgY content were determined. A completely randomized statistical model was used. Analysis of variance was performed. *M. oleifera* obtained 26.24% protein. The animals of group M10 gained 2541 g of weight and consumed 4748 g of food, which are greater values than Control and M20 groups; Food conversion was lower in M10 at 1.87, without significant statistical difference ($P > 0.05$). IgY content at 21 days was higher in M10 and M20 at 177 and 213 ng / mL respectively, compared to Control at 92 ng / mL, being these differences statistically significant ($P < 0.05$). *M. oleifera* has a positive effect as an immunostimulant, high nutrient content and can be used in animal feeding.

Moringa, broiler, nutrition, immunology

Citación: RAMÍREZ-ACOSTA, Mariana, SÁNCHEZ-CHIPRÉS, David Román, JIMÉNEZ-PLASCENCIA, Cecilia, JUÁREZ-WOO, Carlos y RENDÓN-GUÍZAR, Jesús Ignacio. Evaluación de la inclusión de la hoja *Moringa oleifera* sobre parámetros productivos e inmunológicos en pollos de engorda. Revista de la Invención Técnica 2017. 1-3:34-42

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: chipres99@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Los sectores de producción de aves en los países en desarrollo se encuentran enfrentando algunos problemas como el incremento de los costos de alimentación. Debido a esto, se han buscado fuentes alternativas de proteína y energía que se encuentren disponibles y no sean tan costosas. *M. oleifera* es un árbol con una gran importancia económica, y ha sido incorporado por nutriólogos en dietas de aves para examinar sus efectos en los parámetros productivos (Talha, 2013).

Moringa oleifera es el género de un árbol perteneciente a la familia Moringaceae (Kumar et al., 2013). Esta planta tiene importancia como forrajera debido a sus características nutricionales y a su alto rendimiento en producción de biomasa fresca (Padilla et al., 2014).

Las hojas del género *M. oleifera* se distinguen por su elevado contenido de macronutrientes como proteína y energía y micronutrientes como vitaminas y minerales. Sin embargo, cabe mencionar que también posee fenoles, factores anti-nutricionales como taninos, saponinas, fitatos y oxalatos (Teteh et al., 2013). El contenido de proteína de la hoja de *M. oleifera* es de 27 % según reportan Yaméogo et al. (2011), quienes realizaron un análisis químico proximal a la planta.

Justificación

La importancia de este trabajo radica en buscar una alternativa viable y disponible de una fuente proteica que pueda ser incorporada a las dietas de las explotaciones avícolas.

Problema

Actualmente, los productores enfrentan grandes dificultades debido a los altos costos de producción.

La alimentación representa aproximadamente el 70 % del total de costos de producción (SAGARPA, 2012). Debido a esto, se han buscado fuentes alternativas de proteína y energía que estén disponibles y no sean tan costosas.

Hipótesis

La inclusión de la hoja de *M. oleifera* en la alimentación de pollos de engorda tiene un efecto positivo en sus parámetros productivos e inmunológicos.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar los efectos de la inclusión de la hoja de *M. oleifera* sobre los parámetros productivos e inmunológicos de pollos de engorda.

Objetivos específicos

- Realizar análisis químico proximal de la hoja de *M. oleifera*. y de las dietas.
- Realizar prueba de digestibilidad in vitro a las dietas administradas.
- Evaluar parámetros productivos (ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia) de pollos alimentados con inclusión de harina de la hoja de *M. oleifera*.
- Determinar rendimiento en canal y peso relativo de órganos (hígado, Bolsa de Fabricio y timo).

Marco Teórico

Moringa oleifera

Moringa es el género de un árbol perteneciente a la familia Moringaceae.

Existen aproximadamente 13 especies de Moringa, de las cuales, la más común es *Moringa oleifera*. Crece en las regiones tropicales y sub-tropicales, aunque también tiene alta resistencia a climas secos y lluviosos. Tiene diversas propiedades, tanto medicinales como nutricionales. Se ha utilizado en la nutrición animal debido a la alta cantidad de proteína que posee en sus hojas. (Hiawatha Bey, 2010).

M. oleifera es originaria de la India, específicamente del sur del Himalaya. En 1920 se introdujo en Centroamérica como árbol ornamental, sin embargo, hoy en día ha adquirido gran importancia como planta forrajera debido a sus características nutricionales (Padilla et al., 2014). Sin embargo, es importante destacar que también posee factores antinutricionales como taninos, saponinas, fitatos y oxalatos; lo cual debe tomarse en cuenta para su inclusión en dietas para la alimentación animal (Teteh et al., 2013).

Se han realizado diversos estudios en la alimentación de pollos de engorda con la inclusión de *M. oleifera*. Teteh et al. (2013) incorporaron las hojas (secas y pulverizadas) de *M. oleifera* en porcentajes de inclusión de 1 y 2 %. Talha (2013) realizó una investigación sobre los parámetros productivos de pollos de engorda con 5 % de inclusión de *M. oleifera*, sin obtener repercusiones en la ganancia de peso y conversión alimenticia. Yaméogo et al. (2011) estudiaron la composición de la hoja de *M. oleifera* mediante análisis proximal y encontraron que contiene, en base seca, 27 % de proteína cruda, 6 % de humedad, 17 % de grasa y 38 % de carbohidratos.

Características agronómicas de *M. oleifera*

M. oleifera es un árbol de rápido crecimiento y adaptable a diversas condiciones climáticas por lo cual se vuelve una alternativa para la alimentación animal.

Puede crecer en lugares con precipitación de 300 a 1500 mm anuales, aunque es mejor su desarrollo en lugares con precipitación de 700 mm; crece en altitudes de 0 a 1800 msnm, aunque crece mejor por debajo de 600 msnm. Soporta temperaturas desde 3 hasta 48 °C, mas se desarrolla mejor en climas tropicales. Crece en suelos francos – francos arcillosos, no se adapta a suelos arcillosos, duros o pesados; tolera pH desde 4.5 hasta 8, prefiriendo los suelos neutros o ligeramente ácidos. Se ha demostrado que tolera una alta densidad de siembra, sin embargo, es preferente disminuir la densidad para obtener mayor rendimiento en forraje (Padilla, 2015)

Se ha reportado que se puede obtener un rendimiento de 80 toneladas de forraje fresco por hectárea bajo un sistema de cultivo temporal y de 210 ton/ha bajo un sistema de cultivo con riego con una frecuencia de corte de 45 días (Pérez et al., 2011). Según Reyes (2006), la frecuencia de corte de la planta y el año de corte, no repercute en el contenido de proteína cruda de la planta.

El rendimiento de materia seca puede variar de 2.6 ton/ha para densidades de 95 mil plantas/ha a 34 ton/ha en cada corte para densidades de 16 millones de plantas por hectárea, por lo que la densidad de siembra tiene una alta influencia en el rendimiento, por lo tanto, cuando disminuye la densidad de siembra, disminuye el número de rebrotes, lo cual está relacionado con la capacidad de la planta para absorber y acumular nutrientes dependiendo de su área disponible; mientras es mayor el área, es mayor la incorporación de nutrientes al interior de la planta y mejora el rebrote; sin embargo, pese a que los rendimientos son mayores en menores distancias de siembra, la alta densidad de siembra, crea una mayor competencia entre plantas, vía fototropismo, lo cual, da como consecuencia la pérdida de plántulas (Sosa et al. 2017).

Industria avícola en México y Jalisco

La industria avícola en México ha adquirido gran importancia por ser una actividad de alto impacto socioeconómico tanto para la alimentación humana como para la generación de empleos (SENASICA, 2013). La explotación de los productos de ave en México tiene gran importancia; ocupa el 26 % del total de actividades pecuarias nacionales, y a su vez, el 53 % lo conforma la producción de carne en canal de ave.

La producción de pollo de engorda se ha incrementado 20 %, pasando de 3.04 millones de toneladas de pollo en pie producidas en el año 2005 y 3.67 millones de toneladas producidas en el año 2015 (SIAP, 2015). México ocupa el séptimo lugar en producción de carne de pollo a nivel mundial, seguido de Estados Unidos, China, Brasil, Unión Europea, India y Rusia (UNA, 2014).

La producción de pollo de engorda se extiende en todo el territorio nacional. Jalisco es el principal productor de carne de pollo del país, compitiendo con Veracruz, Durango, Aguascalientes y Querétaro (FND, 2014). En el año 2005 se produjeron aproximadamente 308.9 miles de toneladas de pollo en pie, y en 2015 se incrementó la producción 41 % con 437.6 miles de toneladas (SIAP, 2015).

Alimentación de pollos de engorda

Las dietas para pollos se componen de ingredientes como granos de cereales, harina de soya, grasas y una mezcla de vitaminas y minerales. La dieta, junto con el agua provee al animal de los nutrientes esenciales para su desarrollo, reproducción y salud, que son proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales. Cada nutriente es necesario para el aprovechamiento de la dieta, ya que si existe deficiencia o exceso en alguno de ellos, esto puede originar severas complicaciones (NRC, 1994).

Para formular las dietas, uno de los nutrientes que se debe tomar en cuenta es el nivel de energía, el cual puede servir de base para formular las concentraciones de los demás nutrientes en la dieta. Los carbohidratos son la principal fuente de energía en las dietas de pollos de engorda, provienen de granos de cereales como maíz, sorgo, trigo y cebada. Las grasas también se utilizan como fuente de energía, entre otras funciones como formación de tejido adiposo y multiplicación celular. Además de la energía, la proteína es sumamente importante ya que constituye la estructura de los tejidos como piel, plumas, huesos, ligamentos, tejidos blandos, órganos y músculos, lo cual implica que una aportación insuficiente de proteína, provoca un cese de crecimiento y productividad. Es importante tomar en cuenta los requerimientos de aminoácidos esenciales y no esenciales al formular la dieta. Por último, para el desarrollo del sistema óseo, son de suma importancia los minerales, además de fungir como cofactores de enzimas, mantenimiento del balance osmótico entre otras cosas (NRC, 1994).

Soya

La pasta de soya es un ingrediente muy utilizado en la alimentación animal, principalmente de pollos de engorde ya que posee un alto contenido de proteína, que va desde 44 a 46 % y permite satisfacer las necesidades nutricionales de líneas modernas de aves (Garzón, 2010).

En el período de 1998 a 2008, la soya tuvo un incremento en el volumen de producción de aproximadamente 70 millones de toneladas, alcanzando 230 toneladas en 2008. El 96 % de la producción de soya se concentra principalmente en 8 países, de los cuales, tres pertenecen al continente americano y abarcan el 80 % de la producción: Estados Unidos con 40 %, Brasil con 24 % y Argentina con 17 %.

El otro 16 % pertenece a China, La India, Paraguay, Canadá y Bolivia. En mismo periodo, la superficie de soya cosechada se incrementó de 70.9 a 96.8 millones de hectáreas. Por la alta demanda y falta de disponibilidad de la Soya, el precio constantemente está incrementándose (SAGARPA, 2009).

Parámetros productivos en pollos de engorda

Los costos de alimentación se determinan por el precio por kilogramo y a su vez, la cantidad de dieta que se requiere para producir un kilo de peso (conversión alimenticia) (NRC, 1994).

La industria avícola se ha enfocado en mejorar la eficiencia en la alimentación modificando componentes de las dietas para obtener las cualidades deseadas en la canal. El uso de promotores de crecimiento en la alimentación ha sido utilizado durante muchos años, sin embargo, conforme pasa el tiempo, los consumidores tienden a elegir productos de animales que hayan sido alimentados con ingredientes de mejor calidad (Nkukwana et al., 2014).

La importancia de la eficiencia en la alimentación va encaminada a mejorar la conversión alimenticia, es decir, requerir menos alimento para lograr una unidad de peso. Los pollos de engorda, requieren una mínima cantidad de fibra en su dieta para mantener la actividad de su estómago muscular y la funcionalidad del tracto gastrointestinal. *M. oleifera* es una planta que posee efectos en la promoción de crecimiento, entre otros, debido a su importante contenido nutricional (Nkukwana et al., 2014).

Sistema inmune de pollos de engorde

En las aves, el sistema inmune se compone de los órganos linfoides primarios, que son la Bolsa de Fabricio y el timo, donde se producen y diferencian los linfocitos; y de los órganos secundarios, que son Bazo, glándula de Harder, placas de Peyer, tonsilas cecales, nódulos cervicotorácicos y células linfoides murales; que capacitan y procesan al antígeno.

La Bolsa de Fabricio está relacionada con la respuesta inmune humoral, en ella proliferan las células B; en tanto que el timo, está relacionado con la inmunidad celular, en él proliferan las células T (Robin, 2014).

En las aves jóvenes, la Bolsa de Fabricio juega un papel muy importante en el incremento de la inmunidad ya que aumenta linealmente frente a un desarrollo corporal relativamente lento y posteriormente se estabiliza con una disminución gradual de peso a partir de las 6 semanas (Nkukwana, 2014).

Uno de los factores que es importante tomar en cuenta en los animales es el estrés, el cual puede afectar la modulación de la respuesta inmune, entre otras cosas, provocando cambios en las células inmunes circulantes en sangre. Las causas más comunes de estrés en animales se deben a la alimentación y a las condiciones ambientales. Se ha comprobado que *M. oleifera* es un árbol rico en vitaminas, minerales y antioxidantes que promueve la salud y mejora la respuesta inmune. Se realizó un estudio para evaluar este efecto en ratones, donde se demostró que *Moringa* ayuda a disminuir el estrés induciendo la modulación de la respuesta inmune (Glenn, 2014).

Metodología de Investigación

Se utilizaron 180 pollos línea Cobb, hembras de un día de nacidas. Fueron distribuidas en 3 tratamientos de 6 repeticiones cada uno: 1.

Control, 2. M10 (10% de inclusión de *M. oleifera*), 3. M20 (20% de inclusión de *M. oleifera*). Las dietas se formularon al 95 % de lo estipulado por la NRC (1994). A las dietas se les determinó el análisis químico proximal, Calcio, Fósforo y prueba de digestibilidad *in vitro* por pepsina al 0.2 % con base en lo estipulado por la AOAC. Se pesó el alimento administrado diariamente y los rechazos semanalmente para determinar ganancia de peso (GP), consumo total de alimento (CT) y conversión alimenticia (CA). A las 7 semanas se sacrificó el 50 % de las aves y se determinó rendimiento en canal (RC). Se sacrificó un ave por corral a los 21 días de edad y a los 42 días de edad, de las cuales se extrajo el hígado, timo y Bolsa de Fabricio y se obtuvo su peso relativo (PR) de acuerdo a la siguiente fórmula: $PR = \frac{\text{Peso del órgano}}{\text{Peso total}} \times 100$.

Análisis estadístico

El diseño experimental consistió en un modelo completamente al azar. Los datos se sometieron a un análisis de varianza utilizando el método Tukey para comparación de medias con un nivel de confianza del 95 %. Los datos se analizaron en el paquete estadístico Minitab (2014) ®.

Resultados

Los resultados obtenidos del análisis químico proximal realizado a la harina de la hoja de *M. oleifera* se muestran en el Cuadro 1 y su contenido proteico equivale a 26.24 %.

Nutriente (%)	<i>M. oleifera</i>
Materia seca	93.20
Humedad	6.80
Cenizas	9.98
Proteína Cruda	26.24
Extracto etéreo	4.66
Fibra cruda	7.42
Extractos libres de N	44.90

Tabla 1 Análisis químico proximal de la hoja de *M. oleifera*

Al obtener los resultados del Análisis químico proximal de las dietas de iniciación para los tratamientos Control, M10 y M20, se observa que el porcentaje de proteína cruda es similar en las tres dietas, en la dieta Control se obtuvo 0.51 % de proteína cruda más que la dieta M10 y 0.22 % más que la M20 (Cuadro 2).

Los resultados del AQP de las dietas de finalización se muestran en el Cuadro 2. En la dieta control se obtuvo 0.1 % más de proteína cruda que en la dieta M10 y 0.2 % menos que en la dieta M20, por lo tanto, el porcentaje de proteína cruda es similar en las tres dietas, oscilando alrededor de 18 %.

Al evaluar el contenido de Ca y P en las dietas de iniciación se obtuvo que los valores fueron similares entre sí y estos son mostrados en el Cuadro 2 en donde el contenido de Ca de la dieta M20 es 0.08 % mayor que el de la dieta Control y 0.1 % mayor que el de la dieta M10. El contenido de P es similar en las tres dietas.

De igual manera, los porcentajes de Ca y P de las dietas de finalización, también fueron similares entre sí. En la dieta control se obtuvo 0.02 % menos de Ca que en la dieta M10 y 0.05 % menos que en la M20.

El porcentaje de Fósforo para la dieta control fue 0.06 % menor que el de la dieta M10 y 0.03 % menor que el de la M20.

Nutriente (%)	Iniciación			Finalización		
	Control	M10	M20	Control	M10	M20
Materia seca	94.91	95.03	95.05	90.5	91.36	91.5
Humedad	5.09	4.97	4.95	9.51	8.64	8.50
Cenizas	7.10	7.25	7.49	6.33	6.55	6.75
Proteína Cruda	21.91	21.40	21.69	18.60	18.52	18.83
Extracto etéreo	6.02	6.08	6.15	6.13	6.01	6.20
Fibra cruda	2.90	3.43	3.93	3.10	4.02	4.37
Extractos libres de N	56.98	56.87	55.79	56.3	56.26	55.35
Calcio	0.98	1.00	1.08	0.74	0.76	0.79
Fósforo	0.48	0.47	0.48	0.40	0.46	0.43
EM (Mcal/kg)	3.16	3.14	3.11	2.97	2.98	2.97

Tabla 2 Análisis químico proximal de las dietas de iniciación y finalización

El porcentaje de Digestibilidad de la hoja de *M. oleifera* y de las dietas de iniciación y finalización se presentan en el cuadro 3. En la dieta Control de iniciación se obtuvo 1.2 y 2.4 % de digestibilidad menos que en las dietas M10 y M20 respectivamente. En las dietas de finalización, M10 fue más alto por 2 y 0.4 % que las dietas Control y M20 respectivamente. La hoja de *M. oleifera* tuvo un valor de digestibilidad de 84 %.

Tratamiento	I	F
Control	86.2	86.1
M10	87.4	88.1
M20	88.6	87.7
Hoja de <i>M. oleifera</i>	84.0	-

Tabla 3 Digestibilidad (%) de la hoja de *M. oleifera* y de las dietas de iniciación (I) y finalización (F).

Los parámetros productivos de las aves se muestran en el Cuadro 4, donde la ganancia total de peso (GP) promedio de las aves del tratamiento M10 fue de 2541, superior en 78 g a las del grupo M20 y en 59 g a las del grupo Control. A su vez, el consumo total de alimento (CT) del grupo M10 también fue superior al M20 por 62 g y al grupo Control por 15 g.

Para los valores de conversión alimenticia, los resultados muestran que el grupo Control fue mayor que el grupo M10 por 0.04 kg y con respecto al grupo M20 por 0.01 kg sin embargo, para ninguno de los parámetros antes mencionados se obtuvo diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$) entre tratamientos. La variable de Rendimiento en canal (RC) es mostrada en el Cuadro 4 y en ella se observa que las aves pertenecientes al grupo control presentaron un rendimiento en canal de 81.2 %, que fue superior con respecto al tratamiento M10 por 0.3 % y 0.6 % con respecto al grupo M20, no existiendo diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos ($P > 0.05$).

	Control	M10	M20
GP (g)	2482 ± 23.9 ^a	2541 ± 29.9 ^a	2463 ± 36.1 ^a
CT (g)	4733 ± 63.5 ^a	4748 ± 52.9 ^a	4686 ± 55.1 ^a
CA	1.91 ± 0.01 ^a	1.87 ± 0.02 ^a	1.90 ± 0.02 ^a
RC (%)	81.2 ± 0.7 ^a	80.9 ± 0.3 ^a	80.6 ± 0.3 ^a

^{a,b} Literales diferentes por fila indican diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$).
Medida de dispersión: Error Estándar de la media.

Tabla 4 Parámetros productivos de las aves por tratamiento.

Al analizar los resultados de la cantidad de IgY se obtuvo que en el día 21 existió diferencia estadísticamente significativa entre los valores del tratamiento Control respecto a M10 y M20, siendo los dos últimos más altos por 85 y 121 ng/mL respectivamente. Sin embargo, entre el tratamiento M10 y M20 no existió diferencia estadística significativa. A los 42 días se presentó diferencia entre el tratamiento Control y M10 siendo mayor el Control por 52 ng/mL. Sin embargo, entre el tratamiento Control y M20 no existió diferencia estadística significativa, al igual que entre el tratamiento M10 y M20 (Cuadro 5).

	21 días	42 días
Control	92 ± 15 ^a	160 ± 19 ^a
M10	177 ± 19 ^b	108 ± 11 ^b
M20	213 ± 15 ^b	140 ± 20 ^{ab}

^{a,b} Literales diferentes por columna indican diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$).
Medida de dispersión: Error Estándar de la media.

Tabla 5 Contenido de IgY expresada en ng/mL a los 21 y 42 días de edad

Conclusiones

El comportamiento productivo no fue afectado por la utilización de *M. oleifera*.

M. oleifera tuvo un efecto positivo como inmunoestimulante, ya que eleva los niveles de IgY en sangre.

M. oleifera tiene un alto contenido de nutrientes, principalmente de proteína cruda, es altamente digestible por lo que puede ser utilizada en la alimentación animal.

Referencias

- A.O.A.C. 2000. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Inc. Washington, D.C. E.U.A.
- Avijit, D., Sarathi, P.D., 2013. Influence of Moringa oleifera leaves as a functional feed additive on the growth performance, carcass characteristics and serum lipid profile of broiler chicken. Indian J. Anim. Res. 47 (5): 449-452.
- Cobb 500, 2013. Guía de manejo del pollo de engorde. Cobb Vantress.
- Cobb 500, 2015. Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde. Cobb Vantress.
- Etalem B. Tesfaye, Getachew M. Anmut, Mengisty L. Urge, Tadelle A. Dessie, 2014. Cassava root chips and Moringa oleifera leaf meal as alternative feed ingredients in the layer ration. J. Appl. Poult. Res. 23:614-624.
- FND, 2014. Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero. Panorama de Productos de Ave. Disponible en la web: <http://www.financierarural.gob.mx/>
- Garzón, A., 2010. La soya, principal fuente de proteína en la alimentación de especies menores. CORPOICA, Colombia
- Glenn, E.D., 2014. The effects of Moringa oleifera on stress induced immune modulation in mice. Master of science thesis. North Carolina A&T State University. Greensboro, North Carolina.
- Hiawatha Bey, H., 2010. The story of an amazing tree of life. All things Moringa.
- Kumar D., D., Dora, J.; Kumar, A., Kumar G., R., 2013. A Multipurpose Tree - Moringa oleifera. International Journal of Pharmaceutical and Chemical Sciences , 2: 415 - 422.
- Martín, C., Martín, G., García, A., Fernández, T., Hernández, E., Puls, J., 2013. Potenciales aplicaciones de Moringa oleifera. Una revisión crítica. Pastos y Forrajes , 36 (2): 137 - 149.
- MyBioSource ®, Chicken IgY ELISA Kit, Immunoperoxidase Assay for Determination of IgY in Chicken Samples, MBS564008.
- National Research Council, 1994. Nutrient Requirements of Poultry: Ninth Revised Edition, 1994. Washington, DC: The National Academy Press
- Nkukwana, T., Muchenje, V., Pieterse, E., Masika, P., Mabusela, T., Hoffman, L., Dzama, K., 2014. Effect of Moringa oleifera leaf meal on growth performance, apparent digestibility, digestive organ size and carcass yield in broiler chickens. Livestock Science 161 : 139 – 146.
- NOM-033-ZOO-1995, Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.
- Padilla, C., Fraga, N., Scull, I., Tuero, R., Sarduy, L., 2014. Efecto de la altura de corte en indicadores de la producción de forraje de Moringa oleifera vc. Plain. Revista Cubana de Ciencia Agrícola , 48 (4): 405 - 409.

Padilla, C. R., Valenciaga, N., Crespo, G., González, D., 2015. Requerimientos Agronómicos de *Moringa oleifera* (Lam.) en sistemas ganaderos, V Congreso Producción Animal Tropical, Mayabeque, Cuba

Pérez, R., De la Cruz, J. O., Vázquez, E., Obregón, J. F., 2011. *Moringa oleifera*, una nueva alternativa forrajera para Sinaloa. SAGARPA, Fundación Produce, Sinaloa.

Reyes, N., 2006. *Moringa oleifera* and *Cratylia argentea*: Potential Fodder Species for Ruminants in Nicaragua. Tesis doctoral. Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science Department of Animal Nutrition and Management, Uppsala.

Robin M., O.J., 2014. Sistema Inmune Aviar. Disponible en la Web: <http://www.wpsa-aeca.es>

SAGARPA, 2009. Estudio de gran visión y factibilidad económica y financiera para el desarrollo de infraestructura de almacenamiento y distribución de granos y oleaginosas para el mediano y largo plazo a nivel nacional. Disponible en la Web: <http://www.sagarpa.gob.mx/>

SAGARPA, 2012. Resultados e Informe del Sistema de aves de engorda, encuesta 2011. Sistema de Costos, Eficiencia y Competitividad de los Sistemas Pecuarios en México.

Sebola, N.A., Mlambo, V., Mokoboki, H.K., Muchenje, V., 2015. Growth performance and carcass characteristics of three chicken strains in response to incremental levels of dietary *Moringa oleifera* leaf meal. *Livestock Science* 178, 202-208.

SENASICA, 2013. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria Disponible en la Web: www.senasica.gob.mx

SIAP, 2015. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Disponible en la Web: <http://infosiap.siap.gob.mx>

Sosa, A.A., Ledea, J.L., Estrada, W., Molinet, D., 2017. Efecto de la distancia de siembra en variables morfoagronómicas de *moringa* (*Moringa oleifera*). *Agron. Mesoam.* 28(1):207-211.

Talha, E., 2013. The use of *Moringa oleifera* in poultry diets. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 37: 492 - 496.

Teteh, A., Lawson, E., Tona, K., Decuypere, E., Gbeassor, M., 2013. *Moringa Oleifera* Leave: Hydro-Alcoholic Extract and Effects on Growth Performance of Broilers. *International Journal of Poultry Science* , 12 (7): 401 - 405.

UNA, 2014. Unión Nacional de Avicultores. Crecerá 2.5% la avicultura mexicana en 2015. Disponible en la Web: <http://www.una.org.mx>

URPJ, 2016. Unión Regional de Porcicultores de Jalisco. Consultado en Noviembre 2016.

Wapi, C., Nkukwana, T.T., Hoffman, L.C., Dzama, K., Pieterse, E., Mabusela T., Muchenje, V., 2013. Physico-chemical shelf-life indicators of meat from broilers given *Moringa oleifera* leaf meal. *South African Journal of Animal Science*, 43 (Issue 5, Supplement 1).

Yaméogo, C.W., Bengaly, M.D., Savadogo, A., Nikiema, P.A., Traore, S.A., 2011. Determination of Chemical Composition and Nutritional Values of *Moringa oleifera* Leaves. *Pakistan Journal of Nutrition* , 10 (3): 264 – 26.

Agradecimiento

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)

Universidad de Guadalajara