

PRODUCCIÓN Y EFICIENCIA ECONOMICA EN GALLINAS DE POSTURA ALIMENTADAS CON *Tithonia diversifolia* Y *Manihot esculenta*⁶

[PRODUCTION AND ECONOMIC EFFICIENCY IN CHICKEN LAYERS FED WITH *Tithonia diversifolia* AND *Manihot esculenta*]

Veirme Velmar-Chan¹, Víctor Francisco Díaz-Echeverría^{1&}, Addy Consuelo Chavarría-Díaz¹, Fernando Casanova-Lugo¹, Ronald Herbé Santos-Ricalde², Ángel Trinidad Piñeiro-Vázquez³

¹Tecnologico Nacional de México. Instituto Tecnológico de la Zona Maya. División de Estudios de Posgrado e Investiga. Juan Sarabia Quintana Roo México. ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. ³Tecnologico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Conkal. División de Estudios de Posgrado e Investiga. Juan Sarabia, Quintana Roo, México.

[&]Autor para correspondencia: (diazvic@prodigy.net.mx).

RESUMEN

Se evaluó la inclusión de 0, 10, 20 y 30% de *Tithonia diversifolia* y 20% de *Manihot esculenta* en dietas isoproteicas e isoenergéticas, sobre la producción y la eficiencia económica en 90 gallinas de 31 a 45 semanas de edad, con peso vivo de 1.57 ± 0.087 kg, distribuidas completamente al azar en cinco tratamientos: 0% *Tithonia*-0% yuca (A), 0% *Tithonia*-20% yuca (B), 10% *Tithonia*-20% yuca (C), 20% *Tithonia*-20% yuca (D), 30% *Tithonia*-20% yuca (D). El consumo de alimento fue mayor en las dietas D y E ($p < 0.05$). El porcentaje de postura y el peso del huevo fue menor en la dieta E ($p < 0.05$), la cual presentó una mayor conversión alimenticia ($p < 0.05$). El costo de la alimentación se redujo a medida que aumentó el nivel de *T. diversifolia* siendo menor en la dieta E ($p < 0.51$). El ingreso por venta y la eficiencia económica, no presentan diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$). Es factible la inclusión de 20% de harina de *T. diversifolia*, manteniendo un nivel fijo de harina de *M. esculenta* en la dieta para gallinas de postura. La reducción en el costo de alimentación hace factible la utilización de hasta un 30% del árbol forrajero en la dieta.

Palabras claves: Árboles forrajeros, aves, insumos energéticos.

ABSTRACT

The effect of 0, 10, 20 and 30% of *Tithonia diversifolia* and 20% *Manihot esculenta* in isoproteic and isoenergy diets was evaluated, on production and economic efficiency in 90 hens aged 31 to 45 weeks, with a live weight of 1.57 ± 0.087 kg, distributed completely randomly in five treatments: 0% *Tithonia*-0% cassava (A), 0% *Tithonia*-20% cassava (B), 10% *Tithonia*-20% cassava (C), 20% *Tithonia*-20% yuca (D), 30% *Tithonia*-20% cassava (D). The highest food consumption was in diets D and E ($p < 0.05$). The lowest posture percentage and weight of the egg was in diet E ($P < 0.05$), which had a greatest food conversion ($p < 0.05$). The cost of food decreased as the level of *T. diversifolia* increased, being lower in diet E ($p < 0.01$). Income per sale and economic efficiency, have no significant differences between treatments ($p > 0.05$). It is feasible to include 20% of *T. diversifolia* flour, maintaining a fixed level of *M. esculenta* flour in the posture hen diet. The reduction in the cost of feeding makes it feasible to use up to 30% of the forage tree in the diet.

Index words: Forage trees, birds, energy supplies.

⁶ Recibido: 7 de junio de 2021

Aceptado: 29 de octubre de 2021

INTRODUCCIÓN

El éxito y la rentabilidad de la producción avícola depende en gran parte del costo de los alimentos, los cuales pueden representar del 70 al 80% del costo total de producción, debido principalmente a la competencia en el uso de las fuentes convencionales de proteínas existente, entre humanos y las aves de corral (Ogungbesan *et al.*, 2014). Por lo tanto, la utilización de insumos alternativos en la ración de aves de corral es la mejor opción para una producción avícola exitosa (Gebremedhn *et al.*, 2018). En la alimentación de aves de postura, la energía y la proteína representan los mayores requisitos nutricionales de las dietas, donde el grano de maíz y la harina de soya han sido los insumos convencionales para el suministro de estos nutrientes. Los altos costos del maíz y la soya, que se emplean en la alimentación animal, ha promovido la búsqueda de alternativas de alimentación en los países en desarrollo, que ayuden a disminuir los costos de producción y mejoren la rentabilidad, sin afectar los rendimientos de los animales. (Rodríguez *et al.*, 2018).

A este respecto, Abou-Elezz *et al.* (2012a), señalan que la escasez en la producción de proteínas de origen animal para el consumo humano en los países en desarrollo y el alto costo de los insumos convencionales para la alimentación animal, han acelerado la investigación de la utilización de nuevos recursos alimenticios de bajo costo y fácil disponibilidad. Así mismo, se ha señalado que en la producción avícola existe la necesidad del uso de ingredientes alimenticios más baratos de alta disponibilidad que no compitan con el consumo humano, como es el caso de las harinas de hojas de árboles y arbustos forrajeros, que están ganando aceptación como piensos en la dieta de las aves de corral debido su alto contenido de nutrientes (Ogungbesan *et al.*, 2014).

En el trópico, existen numerosos árboles y arbustos que se pudieran utilizar como alternativa práctica y económicamente viable para garantizar una producción animal sostenible. La *T. diversifolia* es una de las plantas no leguminosas considerada como promisoría para la alimentación de diferentes especies animales. En ella se resalta el potencial forrajero, con alto valor nutritivo, altos contenidos de proteína y minerales, alta digestibilidad de la materia seca, presencia de aceites y un alto porcentaje de azúcares totales, pudiendo convertirse en harina de excelente calidad nutritiva, con valores reportados de 16.33 a 22.5% de proteína cruda, 44.38 a 70.35% de carbohidratos y de 15.82 a 21.80% de fibra cruda (Rodríguez *et al.*, 2018).

Se ha reportado que la capacidad de digerir alimentos fibrosos en las aves es baja, limitando la inclusión de harina de árboles forrajeros en las dietas (Ayssiwede *et al.*, 2010). Sin embargo, cuando las gallinas se alimentan con dietas altas en fibra, pueden aumentar su consumo para llenar los requerimientos de nutrientes (Abou-Elezz *et al.*, 2012a). Siendo factible el probar niveles de inclusión de harina de hoja de *T. diversifolia* mas altos al 20% reportado por Rodríguez *et al.* (2018) para gallinas de postura, buscando abaratar los costos de producción sin alterar los parámetros productivos.

Por otra parte, los tubérculos tropicales como la yuca (*Manihot esculenta*) son ricos en almidones de fácil aprovechamiento en el tracto digestivo de los monogástricos. Siendo la yuca uno de los cultivos con alto potencial de producción energética en la alimentación animal (Yam-Chale *et al.*, 2018). Este cultivo es rico en carbohidratos digeribles en forma de almidones (72.81%) y azúcares simples (5.26%) dentro de los tubérculos, mismos que aportan cantidades de energía digestible (ED), que supera ampliamente a los granos de cereales. Se ha reportado que el nivel máximo de harina de yuca que se puede utilizar en las dietas para aves de postura varía de 30 a 50% de la dieta, dependiendo de la edad del tubérculo y de la utilización o no de la cascara del mismo, pues el nivel de toxicidad produce una reducción en la producción, calidad y grosor de la cascara del huevo (Tesfaye *et al.*, 2014).

Por lo anteriormente planteado, en el presente trabajo se evaluó el efecto de la inclusión de diferentes niveles de harina de hoja de *T. diversifolia* y un nivel fijo de harina de *M. esculenta* sobre la producción, y eficiencia económica de gallinas de postura, bajo las condiciones del sur de Quintana Roo, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El estudio se realizó en el Instituto Tecnológico de la Zona, ubicado en las coordenadas geográficas 18° 31' 58" N y 88° 29' 19" O. El clima es cálido subhúmedo tipo AW₁, la temperatura media anual fluctúa de 24.5 y 25.8 °C, con altitud media de 15 m.

Animales y alojamiento

Se utilizaron 90 gallinas Bovans White de 30 semanas de edad, con peso vivo inicial de 1.573 ± 0.087 kg. Los animales se alojaron en jaulas metálicas, dotadas de comederos lineales y bebederos automáticos tipo pivote. El manejo de las aves se realizó de acuerdo al manual para manejo, cuidado y uso de animales experimentales NOM-062-ZOO (1999). Previo al periodo experimental las aves fueron desparasitadas con Panacur® (Fenbendazol 4%) en polvo a razón de 150 g ton⁻¹ de alimento, posteriormente fueron vitaminados con Carosen® (Vitamina A, D3, E, Complejo B, K, Nicotinamida y Pantotenato de Calcio) a razón de 1g 20 L⁻¹ de agua.

Elaboración de harina de *T. diversifolia*

El material vegetativo se cosecho de una parcela de 45 días de rebrote establecida en un suelo Gleisol haplico. Se cortó hoja y tallo tierno, se secó en estufa de aire forzado a 60 °C hasta peso constante y se molió con criba de 3 mm. La harina fue almacenada en botes de plástico con tapa hasta su uso.

Elaboración de la harina de yuca

Se cosechó tubérculo en verde que fue lavado y picado en rodajas de 2 mm de grosor, se secó en estufa de aire forzado a 60 °C por 72 h o hasta peso constante, para garantizar la eliminación del ácido cianhídrico y se molió con criba de 3 mm.

Tratamientos y diseño experimental

Los tratamientos evaluados fueron la inclusión de diferentes niveles de *T. diversifolia* y un nivel fijo de 20% de yuca en la dieta: A=0% *T. diversifolia*-0% yuca; B=0% *T. diversifolia*-20% yuca; C=10% *T. diversifolia*-20% yuca; D=20% *T. diversifolia*-20% yuca; E=30% *T. diversifolia*-20% yuca, que fueron distribuidos en un diseño completamente al azar con nueve repeticiones, la unidad experimental consistió en dos gallinas por jaula.

Alimento

Se formularon cuatro dietas experimentales con los requerimientos propuestos por ISA (2018) para postura en la etapa de 30 a 42 semanas de edad. En la elaboración se utilizó harina de *T. diversifolia*, harina de yuca, pasta de soya, maíz molido, pre mezclas de vitaminas y minerales, aminoácidos sintéticos y aditivos. Los animales recibieron 15 días de adaptación a las dietas y manejo. El periodo experimental tuvo una duración de 12 semanas.

Parámetros productivos

Las dietas se almacenaron en contenedores de plástico con tapa y se ofreció a las 8:00, 12:00 y 16:00 h del día. El alimento se ofreció *ad libitum*. Al final de la semana se pesó el residuo y se calculó el consumo como la diferencia entre lo ofrecido y rechazado por jaula, posteriormente se ajustó a g animal día⁻¹. Los huevos se recolectaron a las 9:00, 13:00 y 17:00 h, se registro la producción por jaula y se ajustó a animal día⁻¹, posteriormente se estimó el porcentaje de postura (%). Los huevos producidos por jaula fueron contabilizados y pesados en un bascula granataria marca Ohaus® CS 200. La conversión alimenticia se calculó dividiendo el total del alimento consumido entre los kg de huevo producido y se registró en kg alimento/kg huevo.

Eficiencia económica

El costo total de alimentación se obtuvo multiplicando el consumo total de alimento de la unidad experimental por el precio por kg de alimento en dólares americanos (USD) de cada dieta. Para el cálculo del ingreso por venta se tomó en cuenta la producción final de huevo por unidad experimental y se multiplico por el precio en USD del huevo, pagado por el distribuidor en el mercado local (0.063 USD huevo⁻¹). La eficiencia económica se calculó como la diferencia entre el ingreso por venta de huevo y el gasto por alimentación, dividida entre el gasto por alimentación (Santos-Ricalde *et al.*, 2017). El dólar americano fue estimado a una tasa de cambio de 23.78 pesos por dólar, cotizado con fecha 18 de marzo del 2020.

Análisis estadístico

Los parámetros de productivos y de eficiencia económica fueron sometidos a un ANOVA de un diseño completamente al azar con ayuda del programa estadístico. En casos de significancia las medias fueron comparadas mediante la prueba de Tukey ($p > 0.05$), con ayuda del programa computarizado SAS (2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros productivos

Las gallinas de los tratamientos D y E consumieron más alimento ($p < 0.01$), que las de la dieta B. El porcentaje de postura ($p < 0.01$) y el peso del huevo ($p < 0.05$) se redujeron gradualmente conforme se incrementó el nivel de *T. diversifolia* con 20% de yuca en la dieta, siendo más bajo en la dieta E. La conversión alimenticia se incrementó, a medida que se incrementó el nivel de *T. diversifolia* con 20% de yuca en las dietas, siendo la más alta la observada en la dieta E ($p < 0.01$) (Cuadro 1).

El aumento en el consumo de alimento observado en las dietas D y E con 20 y 30% de *T. diversifolia* pueden estar asociados a los incrementos en el porcentaje de FDN en la dieta, pues este efecto pudo alterar la eficacia en la utilización de los nutrientes de la dieta reduciendo la cantidad de nutrientes disponibles y el aporte energético, provocando un aumento en el consumo de animal para llenar los requerimientos de energía (Abou-Elezz *et al.*, 2012a). El incremento en el consumo de fibra cuando se utilizan harina de hojas y su efecto en el incremento del consumo, ha sido reportado con anterioridad en gallinas Bovans White alimentadas con un 15% de *T. diversifolia* en la dieta (Rodríguez *et al.*, 2018); así como en gallinas Rhode Island Red alimentadas con niveles de hasta 15% de *Leucaena leucocephala* o *Moringa oleífera* en la dieta (Abou-Elezz *et al.*, 2012a). Dichos autores mencionan que las gallinas de postura alimentadas con dietas altas en fibra pueden aumentar su consumo para llenar sus requerimientos de nutrientes en especial el requerimiento de energía, lo que puede explicar el incremento en el consumo encontrado en este trabajo en las dietas D y E.

Cuadro 1. Parametros productivos de gallinas de postura alimentadas con inclusión de *T. diversifolia* y *M. esculenta* en la dieta en 12 semanas de producción.

Parámetros	Dietas experimentales						
	A	B	C	D	E	EE	Pr>F
Consumo de alimento (g ani ⁻¹ día ⁻¹)	112.64 ^{ab}	109.45 ^b	113.09 ^{ab}	120.66 ^a	119.54 ^a	0.232	0.0012
Porcentaje de postura (%)	95.69 ^a	94.62 ^{ab}	94.56 ^{ab}	90.19 ^{ab}	84.81 ^b	2.43	0.0159
Peso del huevo (g ani ⁻¹ día ⁻¹)	58.09 ^{ab}	59.07 ^a	57.46 ^{ab}	57.37 ^{ab}	56.27 ^b	0.58	0.0257
Conversión alimenticia (kg a ⁻¹ /kg h ⁻¹)	2.02 ^{bc}	1.98 ^c	2.12 ^{bc}	2.31 ^{ab}	2.47 ^a	0.07	0.0001

Pr>F=Probabilidad de encontrar significancia; EE= Error estándar de la diferencia entre medias; Medias con igual literal en las filas no son significativamente diferentes (Tukey, p<0.05); A=0% *T. diversifolia*-0% yuca; B=0% *T. diversifolia*-20% yuca; C=10% *T. diversifolia*-20% yuca; D=20% *T. diversifolia*-20% yuca; E =30% *T. diversifolia*-20% yuca; ani=animal; (kg ani⁻¹/kg h⁻¹) = kg alimento/kg huevo.

La reducción el porcentaje de postura y en el peso del huevo encontrado en este trabajo en el nivel de máxima inclusión de *T. diversifolia* con 20% de yuca (dieta E) puede estar directamente relacionado con el consumo de energía, pues como se mencionó con anterioridad, las dietas altas en fibra reducen el valor nutritivo de los alimentos, al reducir los nutrientes disponibles, donde los niveles crecientes de FDN en la dieta para gallinas de postura reducen los coeficientes de digestibilidad de la materia seca, nitrógeno, energía bruta y energía metabolizable (Rodríguez *et al.*, 2014; Rodríguez *et al.*, 2018). Así mismo, al incluir harina de árboles forrajeros en las dietas para aves de postura, se aumenta la presencia de factores anti nutricionales como los taninos, que forman complejos con las proteínas, almidón y enzimas digestivas, causando reducción de la digestibilidad principalmente de las proteínas, lo que reduce la disponibilidad de los aminoácidos para el mantenimiento y la producción, como lo reporta Fuente-Martínez *et al.* (2019), quienes mencionan que las concentraciones de taninos en la harina de *T. diversifolia* sobrepasa los 1,040 mg/100 g de ácido tánico, por lo que la concentración de taninos en la dieta se incrementa conforme se incrementa el nivel de *T. diversifolia* en la misma.

También debe de considerarse la baja capacidad del sistema digestivo de las gallinas en la utilización de los alimentos altos en fibra, pues el ciego es el único lugar para digerir la fibra vegetal por efecto de los microorganismos intestinales y este es muy corto en las aves (Abou-Elezz *et al.*, 2012a). Lo anteriormente descrito puede ayudar a explicar la reducción de postura y peso del huevo en la dieta E. La falta de diferencia en el porcentaje de postura y peso del huevo entre animales alimentados con niveles inferiores al 20% de inclusión de harina de *T. diversifolia* en la dieta (y la dieta control integrada principalmente por maíz y soya, coincide con los resultados reportados por Rodríguez *et al.* (2018), para gallinas Bovans alimentadas con niveles de inclusión de 0 a 20% de harina de *T. diversifolia* en la dieta. Así mismo la inclusión de niveles bajos de harinas de árboles forrajeros como *Morus alba* (Herrera-Gallo *et al.*, 2015) y *Gliricidia sepium* (Ogunbensa *et al.*, 2014) es posible. Dichos autores indican que la producción solo se sostiene con niveles bajos de inclusión del árbol forrajero, como ocurrió en este trabajo.

El incremento conversión alimenticia conforme se incrementó la *T. diversifolia* en la dieta encontrado es este trabajo, son el efecto del incremento lineal del consumo de alimento y la reducción lineal en el porcentaje de postura, conforme se incrementó el nivel de *T. diversifolia*, siendo mejor la conversión alimenticia para la dieta control. Resultados similares fueron reportados por Rodríguez *et al.* (2018) para gallinas de postura Leghor White, donde las peores conversiones alimenticia fueron para los animales consumiendo dietas con inclusión por encima del 20% de inclusión de *T. diversifolia*. Mejores conversiones alimenticia con dietas de maíz y soya, con respecto a dietas donde se incluye hojas de árboles y arbustos forrajeros, también han sido reportadas por Abou-Ellezz *et al.* (2012b) cuando compararon la producción de gallinas Rhode Island Red alimentadas con dietas convencionales y dietas con inclusión de hojas de *M. oleifera* en fresco como suplemento alimenticio. Los resultados encontrados en este trabajo para la conversión alimenticia, no coinciden con lo reportado por Herrera-Gallo *et al.* (2015), quienes reportan que

niveles de sustitución del 5% de la soya de la dieta por hojas de *Gliricidia sepium*, *Cajanus cajan* y *Morus alba*, no presentan diferencias en la conversión alimenticia con respecto a dietas sin inclusión de forraje de árboles y arbustos, dichas diferencias son debidas a que en el presente trabajo se utilizaron niveles más altos de forraje.

Eficiencia económica

El consumo total de alimento a las 12 semanas de prueba fue mayor en los tratamientos D y E ($p < 0.01$). Sin embargo, el costo total de alimentación se redujo conforme se incrementó el nivel de *T. diversifolia* con 20% de yuca, siendo más bajo en la dieta E ($p < 0.01$). La cantidad de huevos producidos en las 12 semanas de medición, el ingreso por venta de huevo y la eficiencia económica es similar entre los tratamientos ($p > 0.05$) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Eficiencia económica de gallinas de postura alimentadas con *T. diversifolia* y *M. esculenta* en la dieta, en 12 semanas de producción.

Parámetro	Tratamientos						
	A	B	C	D	E	EE	Pr>F
Consumo total de alimento (kg)	19.06 ^{ab}	18.48 ^b	19.26 ^{ab}	20.46 ^a	20.17 ^a	0.383	0.0040
Precio por kg de alimento (USD)	0.308	0.288	0.267	0.245	0.236		
Costo total de alimentación (USD)	5.87 ^a	5.32 ^b	5.14 ^{bc}	5.01 ^{bc}	4.76 ^c	0.103	0.0010
Huevos producidos (pza.)	160.67	158.66	158.66	151.22	143.66	4.515	0.0606
Precio por unidad de huevo (USD)	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063		
Ingresos por venta de huevo (USD)	10.12	9.99	9.99	9.52	9.05	0.282	0.0605
Eficiencia económica	0.72	0.88	0.94	0.91	0.90	0.054	0.0667

USD=Dólar americano a tasa de cambio de 23.78 pesos por dólar cotizado con fecha 18 de marzo del 2020; Pr>F=Probabilidad de encontrar significancia; EE=Error estándar de la diferencia entre medias; Medias con igual literal en las filas no son significativamente diferentes (Tukey, $p < 0.05$). A=0% *T. diversifolia*-0% yuca; B=0% *T. diversifolia*-20% yuca; C=10% *T. diversifolia*-20% yuca; D=20% *T. diversifolia*-20% yuca; E=30% *T. diversifolia*-20% yuca.

Aunque se observó un mayor consumo de alimento en las dietas con mayor inclusión de *T. diversifolia* con 20% de yuca (D y E), la reducción en el costo de la dieta por efecto del incremento del nivel de la harina de árbol forrajero (0.308 a 0.236 USD) causó una reducción en el costo total de alimentación, siendo menor en las dietas con niveles altos de sustitución de la soya de la dieta por harina de *T. diversifolia* y 20% de sustitución del maíz de la dieta por harina de yuca, estos efectos han sido reportados con anterioridad por Tetteh et al. (2013) y Ymeri et al. (2017). La reducción en el costo total de alimentación por la inclusión de insumos más baratos en el alimento de gallinas ponedoras ha sido reportado por Deniz et al. (2013) al sustituir el maíz de la dieta por granos de destilería de bajo costo en la producción de gallinas Súper Nick Blancas; Gebremedhn et al. (2018) encontraron que los costos de alimentación disminuyen a medida que se incrementan el nivel de granos de cervecería en la dieta de gallinas Bovans Marron; Pérez-Martínez et al. (2019) en gallinas Bovans, donde se sustituyeron el aceite de soya por aceite acidulado de soya de menor costo.

La inclusión de los diferentes niveles de *T. diversifolia* y yuca no afectaron la producción total de huevos por tratamiento, siendo contrario a lo sucedido con el peso del huevo, que se describe en los parámetros productivos. Este efecto aunado al sistema de comercialización utilizado de venta por unidad de huevo producido, explica la falta de diferencias estadísticas encontradas en los ingresos por venta entre los tratamientos evaluados.

La igualdad en la eficiencia económica encontrada en este trabajo, pueden atribuirse a la reducción en los costos de alimentación logrados por la inclusión de la harina de *T. diversifolia* y yuca pues se ha

reportado que la inclusión de insumos locales de menor costo en las dietas de monogástricos reduce el costo de alimentación y mejora la eficiencia económica del sistema productivo (Pasupathi *et al.*, 2015; Santos-Ricalde *et al.*, 2017). Por otra parte, debe considerarse que la igualdad en la eficiencia económica entre las dietas con inclusión de *T. diversifolia* y yuca comparada con la dieta control a base de maíz y soya, que se reporta en este trabajo, indica que la inclusión de la harina del arbusto forrajero y la harina del tubérculo, no alcanza la eficiencia biológica de la producción lograda con dietas comerciales, sin embargo, la reducción en el costo de alimentación, las hace económicamente viables en la alimentación de gallinas de postura.

CONCLUSIONES

Es factible la utilizar 20% de harina de *T. diversifolia* con 20% de yuca en las dietas para gallinas de postura, sin que se afecten los parámetros productivos, igualando la eficiencia económica con las dietas control. Niveles superiores afectan los parámetros productivos.

AGRADECIMIENTOS

A la Productora Nacional de Huevos S.A. de C.V. del Estado de Yucatán (CRIO), en especial al MVZ Julio Flores Flores y al IAZ Luis Cortázar Sánchez, por el apoyo con el material genético utilizado en este trabajo. Se agradece al Tecnológico Nacional de México por el financiamiento parcial de este trabajo.

LITERATURA CITADA

- Abou-Elezz, F.M, L. Sarmiento-Franco, R.H. Santos-Ricalde and F. Solorio-Sánchez. 2012a. Apparent digestibility of Rhode Island Red hen's diets containing *Leucaena leucocephala* and *Moringa oleífera* leaf meals. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 15 (2), 199-206.
- Abou-Elezz, F.M.K., L. Sarmiento-Franco, R.H. Santos-Ricalde and F. Solorio-Sánchez. 2012b. The nutritional effect of *Moringa oleífera* fresh leaves as feed supplement on Rhode Island Red hen egg production and quality. *Tropical Animal Health Production* 44:1035–1040.
- Ayssiwede, S.B., A. Dieng, C. Chrysostome, W. Ossebi, J.L. Hornick, A. Missohou. 2010. Digestibility and metabolic utilization and nutritional value of *Leucaena leucocephala* (Lam.) leaves meal incorporated in the diets of indigenous seneghal chickens. *International Journal of Poultry Science* 9: 767-776.
- Deniz, G., H. Gencoglu, S.S. Gezen, I.I. Turkmen, A. Orman, C. Kara. 2013. Effects of feeding corn distiller's dried grains with solubles with and without enzyme cocktail supplementation to laying hens on performance, egg quality, selected manure parameters, and feed cost. *Livestock Science* 152: 174–181.
- Fuentes-Martínez, B., M. Carranco-Jáuregui, V. Barrita-Ramírez, E. Ávila-González y L. Sanguinés-García. 2019. Efecto de la harina de *Tithonia diversifolia* sobre las variables productivas en gallinas ponedoras. *Abanico Veterinario* 9: 1-12.
- Herrera-Gallo, S.M., A. Díaz-Castillo, G. Muñoz-Rodríguez, I. Espinoza-Guerra, J.M. Romero-Romero, T. Solís-Barros. 2015. Productive performance of Rhode Island Red hens fed with foliage shrubs. *Global Advanced Research Journal of Agricultural Science* 4 (10): 673-676.
- Gebremedhn, B., M. Niguse, T. Tesfamerion, A. Kidane, I. Gebresilassea and Y. Gebremeskel. 2018. Effects of dietary brewery spent grain inclusion on egg laying performance and quality parameters of Bovans Brown Chickens. *Journal of Poltry Science* 21 (2): 1-9.
- Institut de Sélection Animale (ISA). 2018. Bovans White commercial management guide. ISA North America, Kitchener, Ontario, Canada. pp. 1-42.
- NOM-062-ZOO-1999. 1999. Norma Oficial Mexicana: Especificaciones Técnicas para la Producción, Cuidado y Uso de los Animales de Laboratorio. Diario Oficial de la Federación, México: 6 de diciembre de 1999. Consultada 28/01/2019. En: <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/principal/archivos/062ZOO.PDF>.

- Ogungbesan, A., O. Fasina, G. Adeleke and A. Alabi. 2014. Egg-qualities, organs-weight and Carcass-attributes of laying hens (*Gallus domesticus brizzen*) fed *Gliricidia sepium* leaf meal levels supplemented with Maxigrain. *Journal of Biology Agriculture and Healthcare* 4 (22): 37-45.
- Pasupathi, K., H. Gopi, M. Babu and P. Muthusamy. 2015. Growth performance of rabbits on tree leaves included complete extruder feed. *World Veterinary Journal*. 5: 19–22.
- Pérez-Martínez, J., J.M. Cuca-García, G. Ramírez-Valverde, S. Carrillo-Domínguez, A. Pro-Martínez, E. Ávila-González y E. Sosa-Montes. 2019. Evaluación de dos aceites acidulados de soya en la producción y calidad de huevo en gallinas Bovans. *Revista Mexicana de Ciencia Pecuaria* 10 (2): 283-297.
- Rodríguez, F.E., B.N. De Melo, W.P. Henrique, C.C.E. Braga, D.G.A. Jerônimo and B.R. Madeira. 2014. Fiber level for laying hens during the growing phase. *Ciência y Agrotecnología* 38 (2): 326-330.
- Rodríguez, B., L. Savón, Y. Vázquez, T.E Ruiz y M. Herrera. 2018. Evaluación de la harina de forraje de *Tithonia diversifolia* para la alimentación de gallinas ponedoras. *Livestock Research for Rural Development*. 30 (56). Retrieved February 22, 2020. <http://www.lrrd.org/lrrd30/3/brod30056.html>.
- Santos-Ricalde, R., E. Gutiérrez-Ruiz, W. Novelo-Ucan, P. Martínez-Romero and J. Segura-Correa. 2017. Effect of feed restriction on intake of *Moringa oleifera* and *Leucaena leucocephala* and growth performance of rabbits. *Tropical Animal Health Production* 49:1685–1688.
- Static Analysis Symposium (SAS). (2016). Statics. Inc. Cary. NC. USA. V. S.
- Tesfaye, E.B., G.M. Animut, M.L. Urge and T.A. Dessie. 2014. Cassava root chips and *Moringa oleifera* leaf meal as alternative feed ingredients in the layer ration. *Journal of Applied Poultry Science Research*, 23(4), 614–624. doi:10.3382/japr.2013-00920.
- Tetteh, A.B., C. Yeboah and A. Amison. 2013. Profitability of broiler and layer production in the brong ahafo region of Ghana. *Journal of Agricultural and Biological Science* 8: 423-430.
- Yam-Chale, E.C., V.F. Díaz-Echeverría, A.C. Chavarría-Díaz, I. Oros-Ortega, A.J. Chay-Canul, Cen-Hoy and F. Casanova-Lugo. 2018. Forage and tuber yield and nutritional composition of *Manihot esculenta* Crantz meal whit organic fertilization. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 5 (13), 1-12.
- Ymeri, P., F. Sahiti, A. Musliu, F. Ahaqiri and M. Pllana. 2017. The effect of farm size on profitability of laying poultry farms in Kosovo. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 23 (3): 376–380.