

Efecto de la harina de *Tithonia diversifolia* sobre las variables productivas en gallinas ponedoras

Effect of *Tithonia diversifolia* meal on productive variables in laying hens

 **Benjamín Fuente-Martínez** benjaminfuente@yahoo.com.mx ^{1*},  **María Carranco-Jáuregui** rexprimero@hotmail.com ^{2**}, **Vilma Barrita-Ramírez** [mvz.vilmabarrita@hotmail.com](mailto:mvmz.vilmabarrita@hotmail.com) ³, **Ernesto Ávila-González** avilaernesto@yahoo.com ¹, **Leonor Sanginés-García** leosangines@hotmail.com ²

¹Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Cd. de México, México.

²Departamento de Nutrición Animal Dr. Fernando Pérez-Gil Romo, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Cd. de México, México. ³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Cd. de México, México. *Autor responsable: Benjamín Fuente-Martínez. **Autor de correspondencia. María Carranco-Jáuregui. Departamento de Nutrición Animal Dr. Fernando Pérez-Gil Romo, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Vasco de Quiroga No. 15, Col. Belisario Domínguez Sección XVI, Alcaldía Tlalpan, Ciudad de México, México. C.P. 14000. E-mail: rexprimero@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el efecto de inclusión de harina de *Tithonia diversifolia* (HTD) en raciones para gallinas ponedoras de primer ciclo sobre las variables productivas. 192 gallinas Bovans blancas, con 30 semanas de edad y 11 semanas en producción fueron distribuidas al azar en 4 tratamientos (testigo, 5%, 10% y 15% inclusión HTD) y 4 repeticiones cada uno. Durante 10 semanas de ensayo se evaluaron las variables productivas. Los resultados se analizaron por un diseño estadístico de mediciones repetidas en el tiempo y un análisis de regresión múltiple para las variables. No hubo diferencia ($P>0.05$) para peso de huevo, conversión alimentaria, porcentaje de huevo roto, en fáfara y sucio; en porcentaje de postura y masa de huevo los grupos con HTD presentaron valores inferiores al testigo ($P<0.05$). Consumo de alimento en 5 y 10% fueron mayores al testigo ($P<0.05$). De acuerdo a los resultados obtenidos bajo las condiciones de trabajo empleadas, se concluye que la harina de *Tithonia diversifolia* puede considerarse una alternativa para la alimentación de gallinas ponedoras hasta un nivel de 10% de inclusión sin afectar las variables productivas.

Palabras Clave: *Tithonia diversifolia*, gallinas ponedoras, huevo, variables productivas.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of *Tithonia diversifolia* meal (TDM) inclusion in rations for laying hens of the first cycle on productive variables. 192 white Bovans hens, 30 weeks of age and 11 weeks in production were randomized into 4 treatments (control, 5%, 10%, and 15% TDM inclusion) with 4 repetitions each. During 10 weeks of trial, the productive variables were evaluated. The results were analyzed by statistical design of repeated measurements over time and multiple regression analysis for the variables. There was no significant difference ($P>0.05$) for egg weight, feed conversion, percentage of a broken egg, in coltsfoot and dirty; percentage of egg-lying and egg mass groups with TDM presented values lower than the control ($P<0.05$). Food consumption in treatments 5 and 10% was greater than the control ($P<0.05$). According to the results obtained under the work conditions, it is concluded that *Tithonia diversifolia* meal can be considered an alternative for the feeding laying hens up to a 10% inclusion level without affecting the production variables.

Keywords: *Tithonia diversifolia*, laying hens, egg, productive variables.

INTRODUCCIÓN

Dentro de la crisis económica y de la producción pecuaria actual, promueven la búsqueda de alternativas de alimentos que disminuyen costos sin afectar el rendimiento de los animales, y una de estas opciones son los alimentos no tradicionales que son una alternativa potencial para solventar, aunque sea parcialmente, la problemática de la alimentación animal en México. Cabe mencionar que un alimento no tradicional o no convencional es “todo producto natural u obtenido mediante un cultivo o resultante de la obtención de un producto primario no utilizado actualmente, o utilizado de manera escasa para la alimentación de animales, con un mínimo de disponibilidad en periodos determinados; el cual aportará uno o más nutrientes requeridos por el organismo animal para su desarrollo, y ser inocuo en la forma y cantidad suministrada” ([Rodríguez et al., 2018](#); [Pérez-Gil et al., 2014](#); [González-Castillo et al., 2014](#)).

La presente escasez y amenaza de agotamiento de combustibles fósiles tienen ciertas limitaciones sobre el incremento de la productividad agrícola, aún en países desarrollados. Mayores restricciones existen en países en desarrollo, debido a su baja productividad agrícola y aumento de la población. A este respecto cabe señalar que algunos alimentos utilizados en nutrición animal también son aptos para la alimentación humana; por lo que surge la necesidad de evaluar productos con posibilidades de sustituir los ingredientes clásicamente utilizados (sorgo, soya, maíz, etc.) en la alimentación animal. Una alternativa a dicha problemática en este contexto puede ser la planta arbustiva *Tithonia diversifolia* en la alimentación de aves ([Rodríguez et al., 2018](#); [Betancourt et al., 2017](#); [González-Castillo et al., 2014](#)).

Tithonia diversifolia también conocida como árbol maravilla, botón de oro, girasol mexicano, falso girasol, crisantemo de Nitobe, Quil Amargo y Wild Sunflower ([Martínez, 1979](#)), se localiza en áreas tropicales y subtropicales y posee casi 15,000 especies distribuidas por todo el mundo. Este género está presente con 10 especies en Centroamérica y es aceptado su centro de origen en América Central o México ([Alonso et al., 2010](#)). Crece al borde de los caminos de forma rápida, incluso bajo condiciones desfavorables y se multiplica fácilmente. Puede soportar la poda a nivel de suelo, la quema y las ramas podadas se ofrecen como alimento al ganado ([González-Castillo et al., 2014](#)). Se conoce que dicha especie mejora el reciclaje de nutrimentos, previene la erosión, reduce los efectos del pisoteo animal sobre el suelo y ofrece una alta productividad de biomasa sin insumos agroquímicos ([Fernández, 2017](#)). Existen evidencias de que especies de plantas no leguminosas como *Tithonia diversifolia* acumulan nitrógeno y fósforo; además de la habilidad para recuperar los escasos nutrimentos del suelo, con un amplio rango de adaptación; tolerando condiciones de acidez y baja fertilidad en suelo ([Mahecha y Rosales, 2005](#)). Se ha utilizado como planta multipropósito: cerco vivo, abono verde, fuente de alimento en silvopastoreo de ganado bovino o forraje de corte en la alimentación de aves y rumiantes entre otros usos ([Pérez et](#)

[al., 2009](#)). Desde la década de los 90's se iniciaron estudios para evaluar su potencial forrajero y se recomendó su uso para la alimentación de ovinos, caprinos y bovinos; así como para animales monogástricos ([La O, 2012](#)).

Con estos antecedentes, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de diferentes niveles de inclusión de harina de *Tithonia diversifolia*, en raciones para gallinas ponedoras sobre las variables productivas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Obtención y determinación de la composición química de Harina de *Tithonia diversifolia* (HTD). La colecta se llevó a cabo en la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nayarit, ubicada en Compostela, Nayarit, México. Se cosecharon manualmente hojas y peciolas (644.5 kg/fresco) a 60 días de rebrote y se eliminó todo material ajeno a la investigación. Se pre-secaron en sombra y posteriormente se terminaron de secar en estufa de secado a 60°C/24 horas. Se molieron en un molino de martillos con malla de 1 mm, esta harina se guardó en bolsas de plástico negras a temperatura ambiente y se le llevó a cabo análisis de humedad, cenizas, proteína cruda, extracto etéreo y fibra cruda ([AOAC, 2005](#)); así como perfil de aminoácidos por HPLC ([Waters, 1993](#)).

Elaboración de dietas y comportamiento de las aves. Todos los procedimientos con las aves fueron aprobados por el Subcomité Institucional para el Cuidado y Uso de Animales Experimentales (SICUAE), Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México ([NOM-062-ZOO-1999](#)). El estudio se llevó a cabo en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (CEIEPAV) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México. Se utilizaron 192 gallinas Bovans blancas de primer ciclo; edad 30 semanas, 11 semanas de producción y peso promedio de 1.562 ± 0.051 kg, alojadas en jaulas con 3 gallinas cada una en batería; con temperatura promedio de 16°C. Fueron distribuidas en un diseño completamente al azar, en 4 tratamientos con 4 repeticiones de 12 aves cada uno: 1) dieta testigo; 2) 5% de HTD; 3) 10% de HTD y 4) 15% de HTD); el agua y alimento se ofrecieron *ad libitum*. Las dietas se formularon con base en sorgo + pasta de soya cumpliendo con las necesidades nutricionales de la estirpe de acuerdo a la fase de producción, con el programa computacional Allix2. Ver. 5.37.1 ([Tabla 1](#)). Durante 10 semanas de ensayo con las aves, se llevó un registro semanal de porcentaje de postura, consumo de alimento, peso y masa de huevo, índice de conversión alimentaria, porcentaje de huevo roto, sucio y en fáfara.

Análisis estadístico. Para las variables productivas se utilizó un diseño de mediciones repetidas en el tiempo ([Kuehl, 2001](#)); así como un análisis de Regresión Múltiple ([Kuehl,](#)

Tabla 1. Dietas experimentales suplementadas con harina de *Tithonia diversifolia* (kg).

Ingrediente	Testigo	Harina de <i>Tithonia diversifolia</i>		
		5%	10%	15%
Sorgo	660.100	621.402	539.721	456.940
Pasta de soya	221.000	202.002	222.720	242.414
Carbonato de calcio	101.791	98.000	94.033	90.112
Harina <i>Tithonia diversifolia</i>	0.000	50.000	100.000	150.000
Fosfato de calcio	4.568	4.553	4.361	4.183
Sal	3.026	3.046	3.057	3.068
Premezcla de vitaminas y minerales ¹	2.400	2.400	2.400	2.400
DL-Metionina 99%	2.289	2.401	2.042	1.704
Aceite vegetal	1.482	13.277	29.991	47.504
L-Lisina HCl 78.8%	1.179	1.246	0.000	0.000
Cloruro de colina 60%	0.500	0.500	0.500	0.500
Pigmento rojo vegetal ²	0.800	0.800	0.800	0.800
Pigmento amarillo vegetal ³	0.500	0.000	0.000	0.000
Antioxidante ⁴	0.150	0.150	0.150	0.150
Bambermicina	0.125	0.125	0.125	0.125
Fitasa ⁵	0.100	0.100	0.100	0.100
Total	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
		Análisis calculado		
Energía metabolizable, kcal/kg	2,800	2,800	2,800	2,800
Proteína cruda, %	17.4	17.4	18.97	20.48
Metionina + cistina total, %	0.73	0.73	0.73	0.73
Lisina total, %	0.86	0.86	0.866	0.967
Treonina total, %	0.622	0.625	0.691	0.754
Triptófano total, %	0.205	0.189	0.196	0.201
Fibra cruda, %	2.446	2.831	3.331	3.824
Calcio total, %	4.100	4.100	4.100	4.100
Fósforo disponible, %	0.420	0.420	0.420	0.420
Sodio, %	0.180	0.180	0.180	0.180

¹Contenido por kg: A; 4.0 MUI: D₃; 666,666.7 UI: RovomixHyD; 5kg: K₃; 1.67g: B₁; 0.83g: B₂; 2.33g: B₆; 1.17g: B₁₂; 6,666.67mg: Niacina; 10g: Ácido D-Pantoténico; 3.33g: Ácido fólico; 0.33g: Biotin; 33.33mg: Colina; 100g: Hierro; 20g: Zinc; 26.67g: Manganeso; 36.67g: Cobre; 5g: Iodo; 0.33g: Selenio; 0.1g.

²Avired: 5g/kg (mínimo) de xantofilas de frutos de *Capsicum* spp.

³Florafil 93 Powder (Vepinsa): 30g/kg (mínimo) de xantofilas totales.

⁴BHA; 1.2%; BHT; 9.0%; Etoxiquin; 4.8%; Agentes quelantes; 10.0%.

⁵Quantum Blue 5000 FTU/kg derivada de *E. coli*.

[2001](#)) para encontrar un punto óptimo biológico, el cual se calculó a partir de la siguiente fórmula:

$$X = -\beta_1/2\beta_2$$

Se realizó una transformación de las variables ([Kuehl, 2001](#)) de ganancia de peso para obtener una homogeneidad de varianzas, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Log} \left(GP^2 + \frac{1}{4} \right)^{-2.71}$$

El paquete estadístico empleado fue SPSS, versión 21.0 para Windows, con nivel de significancia 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición química y perfil de aminoácidos de harina de *Tithonia diversifolia* (HTD).

La composición química de HTD ([Tabla 2](#)), sobresale la proteína cruda (27.44%). Este resultado comparado con otras muestras de *Tithonia diversifolia* (flores, hojas, peciolo y tallos) resultó ser similar a lo reportado por [García et al., \(2008\)](#) (25.7%); sin embargo, existen otros datos que oscilan entre 18.26 %, hasta 29.79% ([Lezcano et al., 2012](#); [Ruíz et al., 2016](#)). Con respecto al contenido de aminoácidos esenciales, la HTD presentó bajo contenido de éstos, en comparación a la pasta de soya utilizada como fuente de proteína en la avicultura, que reporta 48% de PC y de aminoácidos (g aa/100 g de proteína): metionina (0.70), cistina (0.73), lisina (3.02), treonina (1.90), valina (2.70) y leucina (3.8). Por lo anterior la HTD aporta 90%, 70%, 70.8%, 70.5%, 91.8% y 55.2% de estos aminoácidos respectivamente ([Cuca y Ávila, 2009](#)).

Tabla 2. Composición química, perfil de aminoácidos y minerales en harina de *Tithonia diversifolia*.

	Base seca
Análisis proximal (g/100g)¹	
Sólidos totales	92.16
Proteína cruda	27.44
Extracto etéreo	2.25
Fibra cruda	12.11
Cenizas	18.53
Extracto libre de nitrógeno	39.67
Aminoácidos	(g aa/100 g de proteína) ²
Metionina	0.636
Cistina	0.577
Metionina + Cistina	1.213
Lisina	2.146
Treonina	1.348
Ácido aspártico	3.010
Ácido glutámico	2.191
Prolina	2.153
Glicina	2.664
Alanina	1.947
Valina	2.482
Isoleucina	0.894
Leucina	2.103
Serina	1.978
Fenilalanina	1.386
Arginina	0.963
Histidina	0.376
Minerales	(g/100g) ¹
Fósforo fítico	0.70
Fósforo total	0.53
Calcio	3.15
Sodio	18.36
Potasio	5294.19
Magnesio	507.64
Hierro (mg/kg)	412.31

¹ n=6. ² n=3

El contraste de resultados reportados de este estudio y por otros autores, podría explicarse por las diferentes partes de la planta estudiadas, la época de colecta, edad y localización geográfica de ésta.

Variables productivas. No se observó diferencia significativa ($P>0.05$) en postura, huevo roto, en fáfara y sucio. Con los diferentes niveles de inclusión de HTD, más la adición de una fitasa de uso microbiano (*E. coli*); independiente a la disminución de carbonato de calcio (hasta 11.5%), y fosfato de calcio (hasta 8%). Se puede decir, que al utilizar una fitasa se logra tener disponible el fósforo presente en la HTD, y como lo menciona [Frontela et al., \(2008\)](#) y [Cortés et al., \(2007\)](#) observaron que con el uso de fitasas se consigue hidrolizar el fitato, haciendo disponible al fósforo. El contenido de fitato en la dieta juega un papel importante para poder aprovechar el efecto benéfico de la fitasa.

En la [Tabla 3](#), se muestran los resultados promedio de las variables productivas al incluir diferentes porcentajes de HTD en dietas para aves de postura; se puede observar que no presentaron diferencia entre tratamientos ($P>0.05$) en las variables de peso de huevo y conversión alimentaria. En cuanto al peso de huevo se incrementó conforme pasó el tiempo y esto es debido a un fenómeno normal en las aves en producción; estos datos se pueden deber al consumo de proteína (18.0 g a 21.4 g ave/día), lisina (920 a 1000 mg), aminoácidos azufrados (759 a 788 mg), treonina (666 a 746 mg) y triptófano (209 a 219 mg); y al compararlos con el Manual de la estirpe ([Bovans White, 2009-10](#)) los niveles de proteína y lisina estuvieron por encima de lo recomendado (16.0 g ave/día de proteína y 0.881 g ave/día de lisina).

Tabla 3. Promedio de las variables productivas en gallinas Bovans Blanca de primer ciclo con diferentes porcentajes de inclusión de harina de *Tithonia diversifolia*.

Harina de <i>Tithonia diversifolia</i>	Postura (%)	Peso de Huevo (g)	Consumo, ave/día (g)	Conversión Alimentaria (kg:kg)	Masa de huevo, ave/día (g)	Variable productiva
Testigo	95.15 ^a	59.6	107 ^b	1.895	56.7 ^a	0.53
5%	94.69 ^{ab}	59.5	109 ^a	1.941	56.4 ^a	0.75
10%	93.18 ^b	60.2	108 ^{ab}	1.931	56.1 ^a	0.07
15%	89.76 ^c	59.5	104 ^c	1.951	53.4 ^b	-1.51
EEM	0.51	0.20	0.38	0.01	0.39	0.079
Valor de probabilidad						
Lineal	0.001	0.867	0.034	0.177	0.008	0.001
R ²	0.688	0.002	0.283	0.126	0.405	0.555
Cuadrática	0.001	0.866	0.001	0.347	0.010	0.000
R ²	0.785	0.022	0.666	0.15	0.506	0.760

EEM= Error estándar de la media

Diferente letra en la misma fila muestra valores estadísticamente distintos ($P<0.05$).

El porcentaje de postura más alto se presentó en la dieta Testigo (95.15%), seguido de 5% de HTD (94.69%), 10% de HTD (93.18%); y el valor más bajo lo presentó 15% de HTD (89.76%) ($P < 0.05$). En la [Figura 1](#) se observa la curva de regresión del porcentaje de postura, la cual indica un descenso conforme aumentó la inclusión de HTD, obteniendo un punto óptimo biológico con 1.52% de inclusión en la dieta ($P < 0.05$).

El porcentaje de postura se vio afectado en la dieta con 15% de HTD, pudiendo estar directamente relacionado con el consumo de energía (291.2 Kcal por ave/día). Este valor se encuentra muy cerca del límite reportado por [Leeson y Summers \(2008\)](#), quienes mencionan 290 Kcal. Los demás tratamientos tuvieron un consumo de 302 Kcal ave/día. Las aves del tratamiento con 15% de HTD utilizaron la energía para mantener su temperatura corporal, disminuyó la producción de huevo, efecto que se reflejó en la ganancia de peso de estas gallinas. En el consumo de alimento, el valor más bajo fue con 15% de HTD (104g), Testigo (107g), 10% de HTD (108g) y 5% de HTD (109g) ($P < 0.05$).

En la [figura 2](#), se muestra como el consumo de alimento aumentó de la dieta Testigo a la dieta con 5% HTD, con un posterior descenso conforme aumentó el porcentaje de inclusión de HTD en las dietas; que, de acuerdo a la regresión, presentó un punto óptimo biológico de 5.56% de inclusión de HTD. Este porcentaje de inclusión no afectaría el consumo, como se reflejó hasta en un 15%.

La disminución del consumo de alimento en el tratamiento con 15% de HTD, al compararse con investigaciones previas, como las realizadas por [Odunsi et al., \(1996\)](#), [Mahecha y Rosales \(2005\)](#) y [Togun et al., \(2006\)](#), que evaluaron la influencia de la harina de hojas de *Tithonia diversifolia* en las dietas de gallinas de postura, reportaron un menor consumo

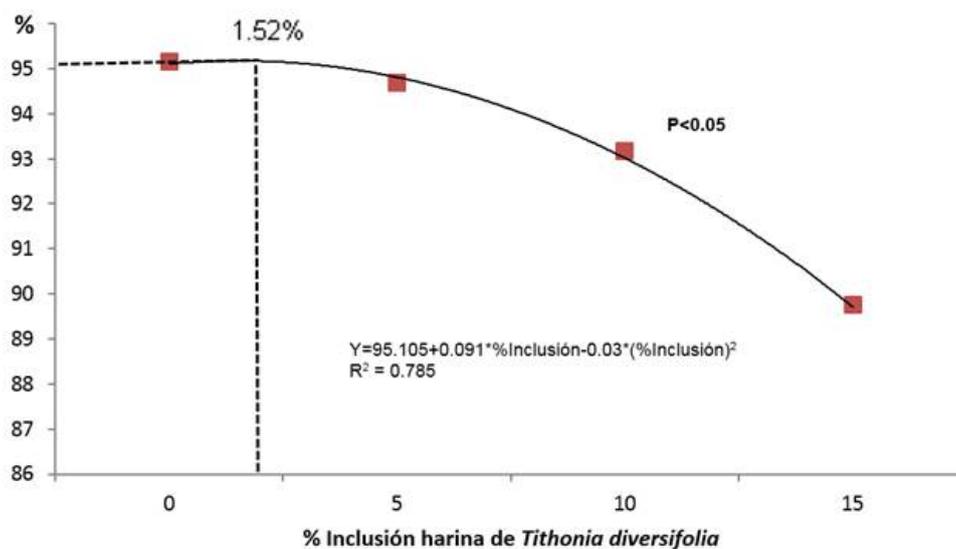


Figura 1. Regresión del porcentaje de postura con distintos porcentajes de inclusión de harina de *Tithonia diversifolia*.

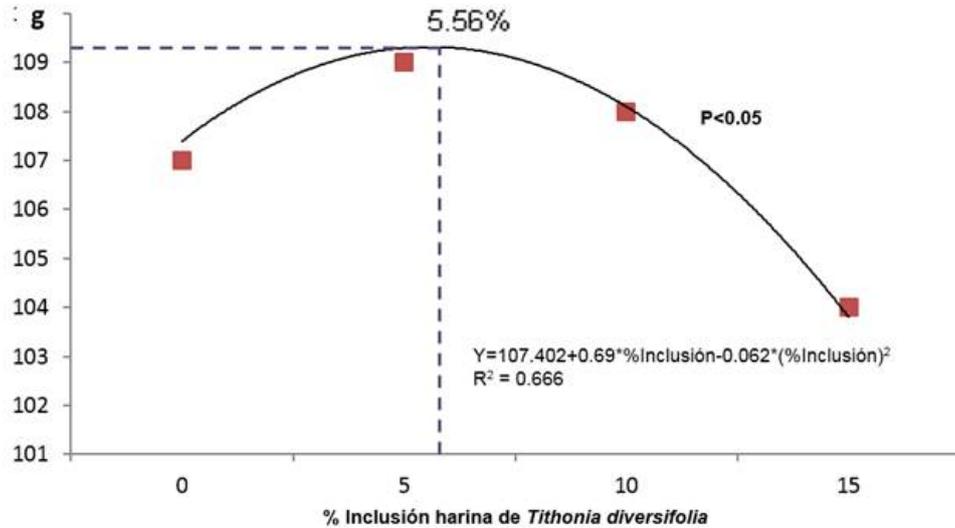


Figura 2. Regresión del consumo de alimento con distintos porcentajes de inclusión de harina de *Tithonia diversifolia*.

conforme aumentaba su inclusión, llegando a ser menores a 100g/ave/día; lo cual coincide con los resultados de este estudio. Lo anterior podría deberse a la presencia de factores antinutricios, como los taninos; ya que estos pueden formar complejos con las proteínas, almidón y enzimas digestivas, causando reducción en el valor nutritivo de los alimentos; influyendo en crecimiento, digestibilidad de proteínas y disponibilidad de aminoácidos (Rodríguez et al., 2018; Lezcano et al., 2012).

En esta investigación se encontró que la harina de *Tithonia diversifolia* reporta la presencia de taninos (1039.79mg/100g ácido tánico), que aparte de lo antes mencionado también confieren a las dietas un sabor amargo, y conforme se incrementó los niveles de inclusión de HTD, el sabor aumentó, afectando el gusto del mismo. Esto mismo lo mencionan Rodríguez et al. (2018) en un estudio con gallinas ponedoras, incluyendo HTD en 10, 15 y 20%; indicando que con 20% se afectaron los aportes de nutrientes disponibles, en especial los aminoácidos; y otro factor a tomar en cuenta es que la HTD, presenta altos niveles de fibra (aproximadamente 31.6%) (Roa et al., 2010).

El valor más bajo de la masa de huevo/ave/día fue para el 15% de HTD (53.4g); sin embargo, para Testigo 5% y 10% de HTD, se encontraron en el mismo nivel (56.7g, 56.4g y 56.1g respectivamente) ($P < 0.05$). La masa de huevo (figura 3) presentó un decremento conforme aumentó la inclusión de la harina de HTD. La regresión cuadrática presentó un punto óptimo biológico ideal de 2.98% de inclusión en la dieta para que no se vea afectada la masa de huevo. Este valor de inclusión de HDT resulta mayor al valor en donde se obtendría por regresión, la máxima producción (1.52%); y menor, en donde se puede maximizar el consumo de alimento (5.56%); por lo que la creación de la variable productiva

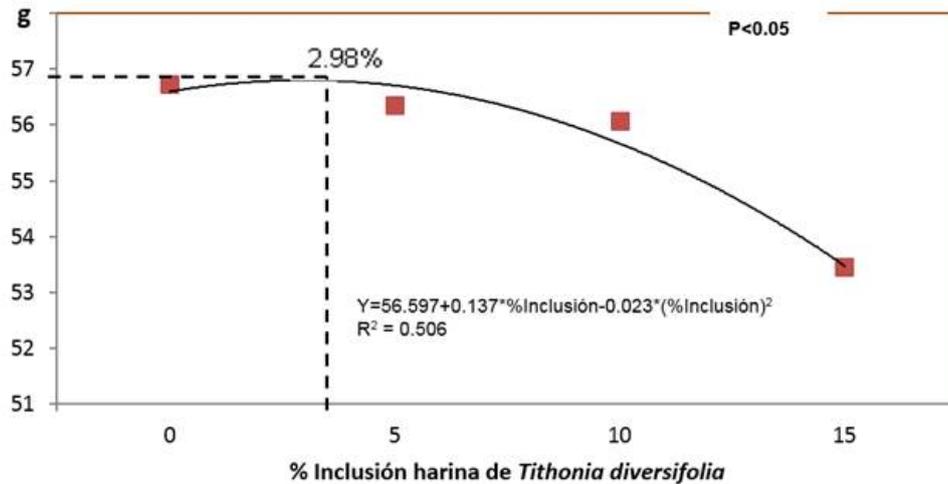


Figura 3. Regresión de masa de huevo con distintos porcentajes de inclusión de la harina de *Tithonia diversifolia*.

(combinación de porcentaje de postura, consumo de alimento y masa de huevo) ayuda a maximizar todas las variables.

A partir de las variables que presentaron una diferencia significativa (porcentaje de postura, consumo de alimento y masa de huevo), se creó una variable productiva, con el objetivo de resumir los datos para conocer la forma en la que éstas se relacionaban entre sí; por lo que se realizó una regresión cuadrática.

En la [figura 4](#), se puede observar cómo se forma la curva de regresión a partir de la formación de una variable productiva combinando las variables antes mencionadas, siendo el punto óptimo biológico ideal encontrado de 3.72% de inclusión en una dieta para gallinas ponedoras.

Cabe mencionar que con este valor no solo se obtiene mayor masa de huevo/ave/día; sino también una mayor producción y peso de huevo, menor consumo de alimento y conversión alimentaria; parámetros que también son importantes en la producción de huevo.

Varios estudios se llevaron a cabo, incluyendo harina de *Tithonia diversifolia* en gallinas de posturas, llegando a la conclusión de que esta harina se utilice en un porcentaje no mayor al 15%, para no afectar las variables productivas, o incluirla en un 3.72%, que fue el valor óptimo registrado en este estudio ([Mahecha y Rosales, 2005](#); [Togun et al., 2006](#); [González-Castillo et al., 2014](#); [Rodríguez et al., 2018](#)).

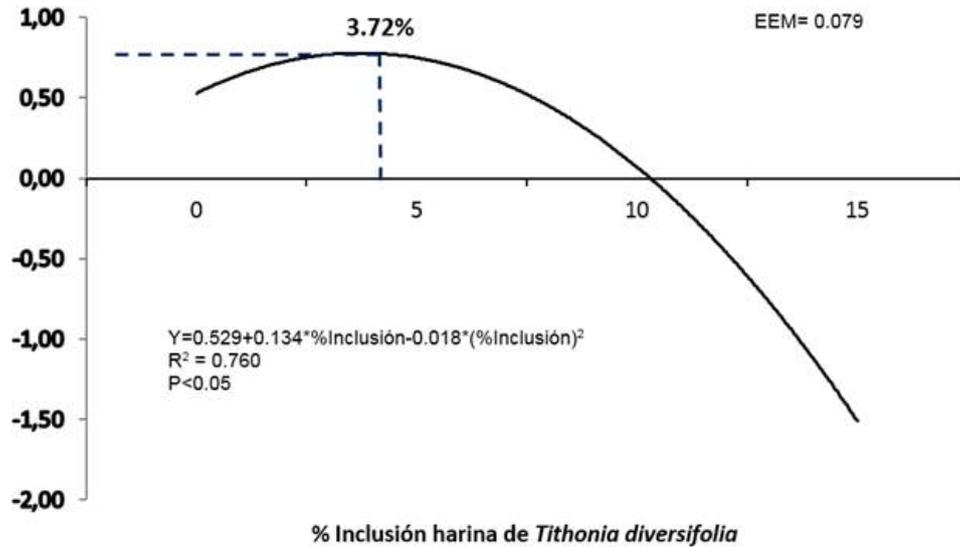


Figura 4. Regresión de la variable productiva con distintos porcentajes de inclusión de la harina de *Tithonia diversifolia*.

CONCLUSIÓN

De acuerdo al objetivo planteado en este estudio y a los resultados obtenidos bajo las condiciones de trabajo empleadas, se concluye que la harina de hojas con peciolo de harina de *Tithonia diversifolia*, puede considerarse como una alternativa para la alimentación de las aves de postura en un nivel de inclusión no mayor de 10% para no afectar las variables productivas.

LITERATURA CITADA

ALONSO TJ, Ruiz R, Achang G, Santos LDT, Sampaio RA 2012. Producción de biomasa y comportamiento animal en pastoreo con *Tithonia diversifolia* a diferentes distancias de plantación. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 24, Article # 160. <http://www.lrrd.org/lrrd24/9/lazo24160.htm>. ISSN: 0121-3784.

AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th edition. AOAC International, Arlington, VA, USA. ISBN 0-935584-77-3.

CORTES CA, Fuente MB, Fernández TS, Mojica EMC, Ávila GE. 2007. Evaluación de la presencia de una fitasa microbiana (*Peniophora lysil*) en dietas sorgo-soya deficientes en fósforo, para pollos de engorda, sobre la digestibilidad ideal de proteína, aminoácidos y energía metabolizable. *Veterinaria México*. 38(1): 21-29. ISSN 0301-5092.

CUCA GM, Ávila GE, Pro MA. 2009. Alimentación de las aves. 8^a ed. Chapingo, Edo. De México. Dirección del Patronato Universitario. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chapingo. ISBN: 978-607-12-0038-9.

FERNÁNDEZ MA. 2017. Producción de carne y leche bovina en sistemas silvopastoriles: Arbustos y especies arbóreas. Arbustos forrajeros. *Tithonia diversifolia* (Botón de oro). Aníbal Enrique Fernández Mayer 1ª ed. Bordenave, Buenos Aires, Argentina; Ediciones INTA Libro digital (PDF). ISBN: 978-987-521-800-0.

FRONTELA C, Ros G, Martínez C. 2008. Empleo de fitasas como ingrediente funcional en alimentos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 58(3): 215-220. ISSN: 0004-0622.

GARCÍA DE, Medina MG, Cova LJ, Torres A, Soca M, Pizzani P. 2008. Preferencia de vacunos por el follaje de doce especies con potencial para el sistema agrosilvopastoriles en el Estado de Trujillo, Venezuela. *Pastos y Forrajes*. 31(3): 255-270. ISSN: 0864-0394.

GONZÁLEZ CJC, Hahn von-Hessberg CM, Narváez SW. 2014. Características botánicas de *Tithonia diversifolia* (Asterales:Asteraceae) y su uso en la alimentación animal. Boletín Científico Centro de Museos de Historia Natural. 18(2): 45-58. ISSN: 0123-3068.

KUEHL RO. 2001. Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación. 2ª ed. The University of Arizona, USA. Thomson Editores, S.A. de C.V. ISBN: 970-686-048-7.

La O O, González H, Orozco A, Castillo Y, Ruíz O, Estrada A, Ríos F, Gutiérrez E, Bernal H, Valenciaga D, Castro B, Hernández Y. 2012. Composición química, degradabilidad ruminal *in situ* y digestibilidad *in vitro* de ecotipos de *Tithonia diversifolia* de interés para la alimentación de rumiantes. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*. 46:47-56. ISSN: 0034-7485.

LEZCANO Y, Soca M, Sánchez LM, Ojeda F, Olivera Y, Fontes D, Montejo IL, Santana H, Martínez J, Cubillas N. 2012. Caracterización cualitativa del contenido de metabolitos secundarios en la fracción comestible de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. *Pastos y Forrajes* . 35(3): 283-292. ISSN: 0864-0394.

LEESON S, Summers JD. 2008. Commercial poultry nutrition. Digitally reprinted from: Commercial Poultry Nutrition, Third Edition, University Books. Guelph, Ontario. ISBN: 978-1-904761-78-5.

MANUAL BOVANS WHITE. 2009-10. Guía de Manejo de la Nutrición de ponedoras comerciales. Institut de Sélection Animale B.V. Sitio web: <http://www.isapoultry.com>.

MARTÍNEZ M. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. 1ª ed. México DF. Fondo de Cultura Económica Libro. ISBN-13: 978-9681600112.

MAHECHA L, Rosales M. 2005. Valor Nutricional del Follaje de Botón de Oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, en la Producción Animal en el Trópico. *Livestock Research for Rural Development* . Volume 17 , Article # 100. from <http://www.lrrd.org/lrrd17/9/mahe17100.htm>. ISSN: 0121-3784.

NOM-062-ZOO-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. Sitio web: <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/principal/archivos/062ZOO.PDF>

ODUNSI AA, Farinu GO, Akinola JO. 1996. Influence of dietary wild sunflower (*Tithonia diversifolia*) leaf meal on layers performance and egg quality. *Nigerian Journal of Animal Production*. 25: 28-32. ISSN: 0331-2062.

PÉREZ A, Montejo IJ, Iglesias OJ, López OG, Martín DG, García DI, Milián I, Hernández A. 2009. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. *Pastos y Forrajes* . 32 (1): 1-15. ISSN: 0864-0394.

PÉREZ-GIL RF, Carranco JME, Calvo CMC, Solano L, Martínez ITJ. Caracterización química de panojas y vainas con semillas nativas del Estado de Guerrero, México, para uso en la alimentación animal. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 4:5(3): 307-319 (2014). ISSN: 2448-6698.

ROA M, Castillo C, Téllez E. 2010. Influencia del tiempo de maduración en la calidad de ensilajes con forrajes arbóreos. *Sistemas de Producción Agroecológicos* 1(1): 63-73. http://www.sistemasagroecologicos.co/art/vol1_no1_p63-73_roa.pdf. ISSN: 2215-3608.

RODRÍGUEZ B, Savón L, Vázquez Y, Ruíz TE, Herrera M. 2018. Evaluación de la harina de forraje de *Tithonia diversifolia* para la alimentación de gallinas ponedoras. *Livestock Research for Rural Development* . Volume 30 , Article # 56 from <http://www.lrrd.org/lrr30/3/brod30056.html>.

ROSALES M. 1996. *In vitro* assessment of the nutritive value of mixtures of leaves from tropical fodder trees [thesis for the degree of Doctor of Philosophy]. Oxford University, Oxford, UK. 214 p. Sitio web: <https://ora.ox.ac.uk/.../uuid:cb8e7b8f-fabb-4aed-a5c5-8a58b6c294a6>.

TOGUN VA, Farinu GO, Ojebiyi OO. 2006. Performance of Brown egg-type pullets fed diets containing graded levels of wild Sunflower (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray) forage meal as replacement for maize. *World Journal of Agricultural Science*. 2(4): 443-449. ISSN: 1817-3047.

WATERS. 1993. Water AccQ-Tag Chemistry Package. Manual Number WAT052874. Millipore Corporation, Milford, MA, USA.