

## Artículo científico

# Comportamiento productivo y química sanguínea en pollitas de reemplazo de ponedoras White Leghorn alimentadas con harina de forraje de *Tithonia diversifolia*

## *Productive behavior and blood chemistry in replacement pullets of White Leghorn layers fed Tithonia diversifolia forage meal*

YSNAGMY VAZQUEZ PEDROSO<sup>1</sup>, BÁRBARA RODRÍGUEZ SÁNCHEZ<sup>1</sup>, LOURDES LUCILA SAVÓN VALDÉS<sup>1</sup> Y TOMÁS ELÍAS RUÍZ VÁZQUEZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento Monogástricos, Instituto de Ciencia Animal, Mayabeque, Cuba. [ica.edu.cu](http://ica.edu.cu)

<sup>2</sup>Departamento Pastos y Forrajes, Instituto de Ciencia Animal, Mayabeque, Cuba. [ica.edu.cu](http://ica.edu.cu)

### Resumen

La harina de forraje de *Tithonia diversifolia* constituye una alternativa práctica para la sustitución de alimentos convencionales en dietas para aves, dadas sus características nutricionales. Sin embargo, las investigaciones sobre el uso de esta planta en alimentación de aves aún son escasas, por lo que persiste la necesidad de continuar los estudios y en especial, en el caso de pollitas de reemplazo, categoría avícola poco investigada. El presente estudio evaluó el efecto de la harina de forraje de tithonia (ecotipo 10) en el comportamiento productivo y química sanguínea de pollitas de reemplazo de ponedoras White Leghorn L-33, de 1 a 18 semanas de edad. Se utilizaron 840 aves con peso vivo promedio inicial de  $70 \pm 10$  g. Los tratamientos experimentales consistieron en una dieta control (maíz-soya) y la inclusión de 10, 15 y 20 % de harina de forraje de *Tithonia diversifolia*, con siete repeticiones (jaulas) cada uno y cada jaula con 30 pollitas como unidad experimental. De 7 a 63 d de edad las aves alimentadas con tithonia tuvieron un comportamiento productivo similar al control. En aves de 64 a 126 días se detectó mayor uniformidad en los lotes con el 20 % de inclusión de harina de tithonia. No se observaron diferencias entre tratamientos para la concentración de proteínas totales, albúmina y globulinas en sangre. Se concluyó que la inclusión de harina de tithonia del ecotipo 10 hasta en un 20 % de la dieta no afecta el comportamiento productivo ni la salud de pollitas de reemplazo de ponedoras White Leghorn entre 1 y 18 semanas de edad.

**Palabras clave:** alimentos alternativos, aves, forrajes arbóreos, ganancia de peso, proteínas sanguíneas.

### Abstract

*Tithonia diversifolia* foliage meal constitutes a practical alternative for the substitution of conventional feeds in poultry diets, due to its nutritional characteristics. There is limited information on the use of this feed in poultry diets, particularly in the case of replacements for laying hens. In the present study the effect of tithonia (ecotype 10) forage meal on the productive behavior and serum components in replacements of White Leghorn L-33 layers were evaluated. A total of 840 chicken, from 7–126 d of age, with an average initial live weight of  $70 \pm 10$  g were used. The experimental treatments consisted of a control diet (corn-soybean) and the inclusion of 10, 15 and 20 % of *Tithonia diversifolia* forage meal, with 7 replicates (cages) each with 30 birds in a cage as the experimental unit. No differences ( $P > 0.05$ ) between tithonia levels and the control diet were detected. The batch uniformity was higher with 20 % tithonia in the diet, for birds of 64–126 d of age. The inclusion of the tithonia (ecotype 10) foliage meal did not affect the concentration of total proteins, albumin and globulins in chicken serum. The results obtained suggest that using up to 20 % of tithonia

Correspondencia: Ysnagmy Vázquez Pedroso, Departamento Monogástricos, Instituto de Ciencia Animal. Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. [ysnagmy@ica.edu.cu](mailto:ysnagmy@ica.edu.cu)

(ecotype 10) meal in the diet of White Leghorn laying hen replacements, between 1 and 18 weeks of age, does not affect the productive performance and health condition of the chicken.

**Keywords:** alternative feeds, live-weight gain, poultry, serum proteins, woody perennial foliages.

## Introducción

En los últimos años, la búsqueda de alimentos alternativos no convencionales para la producción de monogástricos, basados en la utilización de productos fibrosos resultantes de la utilización de los recursos naturales disponibles, constituye una estrategia de alimentación importante (Rodríguez et al. 2018). Esto supone encontrar fuentes de proteína de fácil adquisición, capaces de cubrir las necesidades nutritivas de las especies no rumiantes y que, a su vez, tengan bajo costo y puedan contribuir a mantener tasas de crecimiento satisfactorias (Méndez-Martínez et al. 2019).

En ese contexto, se ha generado gran interés en la utilización del forraje de diversas leñosas, como es el caso de *Tithonia diversifolia*. Esta planta se caracteriza por su alta disponibilidad en el trópico y excelente valor nutritivo, dado su alto contenido de proteína y minerales, alta digestibilidad de la materia seca, presencia de aceites tanto en hojas como en flores, y un contenido de azúcares totales del 39.8 %. (Mahecha y Rosales 2005; González-Castillo et al. 2014).

En la producción avícola, la utilización de la harina de forraje de tithonia como sustituto parcial de las harinas de soya y maíz, ha funcionado con éxito en dietas para pollos de engorde a niveles del 5 al 15 % (Buragohain y Rajkhowa 2019; Roa et al. 2020; Rodríguez et al. 2020); y entre 10 y 15 % en dietas para gallinas ponedoras (Rodríguez et al. 2018; Fuente-Martínez et al. 2019; Carranco-Jáuregui et al. 2020).

Los estudios de Ruíz et al. (2010, 2017, 2021) han mostrado los avances logrados en Cuba en la evaluación de diferentes forrajes de *T. diversifolia* colectados en todo el país. De estos, el ecotipo 10 presentó las características agronómicas y nutricionales adecuadas para su empleo en la alimentación de pollos, gallinas ponedoras y cerdos (Savón et al. 2008; Rodríguez et al. 2018; Savón et al. 2022); en cambio, el empleo de este ecotipo en dietas para pollitas de reemplazo aún es incipiente y existe poca información al respecto. Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la inclusión de harina de *T. diversifolia* ecotipo 10 en dietas de pollitas de reemplazo de ponedoras White Leghorn L-33, entre una y 18 semanas de edad, sobre el comportamiento productivo y la química sanguínea de esas aves.

## Materiales y Métodos

Se trabajó con forraje de *Tithonia diversifolia* ecotipo 10, la cual se había establecido en la Unidad Experimental de Pastos y Forrajes “Miguel Sistach Naya” del ICA, sobre un suelo ferralítico rojo (Hernández-Jiménez et al. 2019). El proceso de cosecha del forraje y elaboración de la harina se realizó tal como ha sido descrito por Savón et al. (2022).

### *Animales y dietas experimentales*

El trabajo se desarrolló en la Unidad Experimental Avícola del Instituto de Ciencia Animal, Mayabeque, Cuba. Se utilizaron 840 pollitas de reemplazo de gallinas ponedoras White Leghorn L-33, de 1 a 18 semanas de edad, con peso vivo promedio inicial de  $70 \pm 10$  g. Los animales se alojaron en jaulas metálicas de 1 m<sup>2</sup>, a razón de 30 aves por jaula. Todos los animales se sometieron a condiciones similares de manejo y alimentación, con suministro de agua y alimento *ad libitum*.

Los animales recibieron 24 h de iluminación artificial durante la primera semana de vida y a partir de la segunda hasta las 18 semanas de vida, las pollitas fueron sometidas a un régimen de luz de 14 horas totales diarias (luz natural más luz artificial). Todos los animales se vacunaron contra la enfermedad de Marek, bronquitis infecciosa, viruela aviar, Gumboro y Newcastle, según el esquema de vacunación establecido para esta categoría.

Las aves se distribuyeron aleatoriamente en cuatro tratamientos: una dieta control (maíz-soya) y la inclusión de 10, 15 y 20 % de harina de forraje de tithonia como reemplazo de la mezcla maíz-soya; se tuvo 7 repeticiones (jaulas) por tratamiento, y la unidad experimental fue cada jaula con 30 pollitas. Las dietas se elaboraron semanalmente y se formularon isoprotéicas e isoenergéticas según las recomendaciones nutricionales citadas en la guía elaborada por Rostagno et al. (2017). La formulación de las dietas utilizadas en los períodos de crecimiento 7–28, 29–63 y 64–126 días se presenta en el Cuadro 1. Estas dietas habían sido utilizadas en un estudio desarrollado por Vázquez et al. (2021).

Previo a la formulación de las dietas, se realizó análisis químico de la harina de forraje de tithonia según AOAC International (2019). El contenido de materia

seca de la harina fue de 88.6 %, y los contenidos en base seca para proteína cruda, fibra cruda, calcio y cenizas fueron: 19.0, 15.0, 2.33 y 16.8 %, respectivamente. El fósforo disponible (0.18 %) se estimó al considerar que las aves jóvenes utilizan el 30 % del fósforo total (Scott et al. 1976). El contenido de energía metabolizable de la harina de forraje de tithonia se estimó era de 6.98 MJ de EM/kg, según Rodríguez et al. (2020), y fue este valor que se utilizó para la formulación de las dietas.

### Evaluación del comportamiento productivo

Todos los indicadores del comportamiento productivo se determinaron en los periodos de 7 a 28; 29 a 63 y 64 a 126 días de edad. Se controló el consumo de alimento semanal por el método de oferta y rechazo, el peso vivo

en una balanza técnica (SARTORIUS, Alemania) con precisión  $\pm 0.10$  g y la mortalidad diaria por conteo. A partir de estos datos se estimó la conversión alimenticia, ganancia de peso, estándar del peso vivo (según el patrón de crecimiento de aves en Cuba) y viabilidad. A los 63 y 126 d de edad se seleccionaron al azar 11 aves por jaula para obtener el peso vivo individual y determinar la uniformidad del lote.

### Indicadores de química sanguínea

Al final del período experimental (126 d de edad) se seleccionaron al azar 10 animales por tratamiento, a los cuales se les tomó muestras de sangre a través de punción de la vena braquial (Marques et al. 2017), previo ayuno de alimento por ocho horas. El

**Cuadro 1.** Composición de las dietas para los reemplazos de ponedoras en la etapa 7 a 126 días, con diferentes niveles de inclusión de harina de forraje de *Tithonia diversifolia* (ecotipo 10).

Materias primas usadas en los concentrados y aporte de nutrientes	Harina de forraje de tithonia (%)											
	7 a 28 días				29 a 63 días				64 a 126 días			
Harina de maíz	56.29	45.99	42.00	36.49	56.26	50.38	50.48	45.40	70.00	62.50	58.00	55.00
Harina de soya (44 % PB)	37.50	35.14	32.94	32.00	30.00	27.00	26.50	25.25	21.50	18.00	16.70	14.80
Salvado de trigo (14.5 % PB)	-	-	-	-	8.00	5.00	0.00	0.00	-	-	-	-
Harina de forraje de tithonia (19% PB)	0.00	10.00	15.00	20.00	0.00	10.00	15.00	20.00	0.00	10.00	15.00	20.00
Zeolita	-	-	-	-	-	-	-	-	3.00	3.00	3.00	2.50
Aceite vegetal	2.00	4.75	6.10	7.50	1.20	3.60	4.20	5.76	0.00	1.40	2.60	3.00
Fosfato monocalcico	1.71	1.67	1.65	1.63	1.85	1.75	1.80	1.80	1.50	1.50	1.50	1.50
Carbonato de calcio	1.49	1.40	1.05	0.90	1.75	1.25	1.00	0.75	2.30	1.90	1.55	1.55
Sal común	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
DL metionina	0.18	0.22	0.28	0.35	0.11	0.14	0.14	0.16	0.15	0.15	0.15	0.15
Lisina	0.05	0.05	0.20	0.35	0.05	0.10	0.10	0.10	0.07	0.07	0.02	0.02
Colina	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
Premezcla vitaminas y minerales*	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Contenido Estimado de Nutrientes												
Proteína bruta, %	21.0	21.0	21.00	21.00	18.5	18.5	18.5	18.5	14.5	14.5	14.5	14.5
Energía metabolizable, MJ/ kg	12.08	12.07	12.05	12.00	11.94	11.94	11.94	11.93	11.51	11.51	11.51	11.47
Fibra bruta, %	2.98	4.08	4.59	5.15	3.26	3.75	4.39	4.93	3.17	4.43	5.48	6.52
Calcio total, %	1.05	1.05	1.05	1.05	1.00	1.00	1.00	1.00	1.05	1.05	1.05	1.05
Fósforo disponible, %	0.48	0.48	0.48	0.48	0.45	0.45	0.45	0.45	0.40	0.40	0.40	0.40
Lisina, %	1.20	1.20	1.20	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	0.67	0.67	0.67	0.67
Metionina + cistina, %	0.80	0.80	0.80	0.80	0.67	0.67	0.67	0.67	0.57	0.57	0.57	0.57

\* Premezcla mineral por kg de alimento: selenio (0.1 mg), hierro (40 mg), cobre (12 mg), zin (120 mg), magnesio (100 mg), yodo (2.5 mg) y cobalto (0.75 mg) y Premezcla vitamínica por kg de alimento: vitamina A (10 000 UI), vitamina D3 (2 000 UI), vitamina E (10 mg), vitamina K3 (2 mg), vitamina B1 (tiamina, 1 mg), vitamina B2 (riboflavina, 5 mg), vitamina B6 (piridoxina, 2 mg), vitamina B12 (15.4 mg), ácido nicotínico (125 mg), pantotenato de calcio (10 mg), ácido fólico (0.25 mg) y biotina (0.02 mg).

procedimiento de captura y sangrado de cada animal no superó los cinco minutos. Para la obtención del suero, la sangre extraída se almacenó en tubos sin anticoagulante, y se extrajo el suero después de tres horas de incubación a 37 °C. El suero se conservó a -20 °C hasta su evaluación. Las proteínas totales se determinaron por el método colorimétrico de Biuret a 545 nanómetros (nm). La albúmina se cuantificó mediante el método de bromocresol verde en espectrofotómetro a 630 nm (Doumas et al. 1972). Las globulinas se calcularon por diferencia entre las proteínas totales y la albúmina.

#### Análisis estadístico

Los datos obtenidos en cada período de evaluación se sometieron a análisis de varianza, según un diseño completamente aleatorizado con cuatro tratamientos, y con 7 y 10 repeticiones por tratamiento, para los indicadores de comportamiento productivo y salud, respectivamente. Para el procesamiento estadístico se utilizó el software InfoStat, versión 2012 (Di Rienzo et al. 2012). Para determinar las diferencias entre medias se aplicó la Dócima de Duncan (1955), con un nivel de significancia de  $P < 0.05$ .

## Resultados

El Cuadro 2 muestran el comportamiento productivo de las aves entre los 7 y 63 d de edad. Los niveles crecientes de harina de tithonia no afectaron el comportamiento productivo de las aves ( $P > 0.05$ ). Es de destacar la alta viabilidad de animales ( $> 99\%$ ) en ambas etapas, así como el estándar del peso vivo, que mostró valores superiores al 93 % ( $P = 0.063$ ) a los 28 días de edad, y de 100 % ( $P = 0.176$ ) a los 63 días.

El comportamiento de los animales de 64 a 126 d de edad se muestra en el Cuadro 3. La inclusión de tithonia conservó los indicadores de peso vivo, consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia, ya que no presentaron diferencias con el tratamiento control ( $P > 0.05$ ). La uniformidad del lote se mantuvo en un rango que osciló de 76.6 a 88.3 % y fue mayor ( $P < 0.003$ ) en las aves que recibieron las dietas con 20 % de tithonia. La viabilidad fue similar a los períodos anteriores y superó el 99 %.

La inclusión de harina de forraje de tithonia no modificó ( $P > 0.05$ ) la concentración de proteínas totales, albúminas y globulinas en suero sanguíneo (Cuadro 4). Las aves mantuvieron una relación albúmina/globulina por encima de 0.8.

**Cuadro 2.** Efecto de la inclusión de harina de forraje de tithonia (ecotipo 10) en indicadores productivos de pollitas de reemplazo de ponedoras (7 a 63 d de edad).

Indicadores	Harina de forraje de <i>Tithonia diversifolia</i> , %									
	7 a 28 días					29 a 63 días				
	0	10	15	20	P≤	0	10	15	20	P≤
Consumo de alimento (g/ave)	419 ±6.50	429 ±6.50	427 ±6.50	408 ±6.50	0.101	1320 ±14.02	1346 ±14.02	1359 ±14.02	1317 ±14.02	0.109
Conversión alimenticia (g/g)	2.12 ±0.04	2.17 ±0.04	2.17 ±0.04	2.01 ±0.04	0.054	2.62 ±0.04	2.65 ±0.04	2.69 ±0.04	2.60 ±0.04	0.474
Ganancia de peso vivo (g/ave)	198 ±2.42	198 ±2.42	197 ±2.42	203 ±2.42	0.389	503 ±4.05	509 ±4.05	507 ±4.05	507 ±4.05	0.782
Peso vivo (g/ave)	261 ±2.04	261 ±2.04	262 ±2.04	268 ±2.04	0.063	764 ± 3.34	770 3.34	769 3.34	775 3.34	0.177
Uniformidad (%)	-	-	-	-	-	80.51 ±2.25	81.81 ±2.25	81.81 ±2.25	84.41 ±2.25	0.668
Estándar del peso vivo (%)	93.37 ±0.73	93.16 ±0.73	93.52 ±0.73	95.77 ±0.73	0.063	100.58 ±0.44	101.26 ±0.44	101.15 ±0.44	100.58 ±0.44	0.176
Viabilidad (%)	99.99 ±0.12	99.99 0.12	99.99 0.12	99.75 0.12	0.409	99.59 ±0.16	99.75 ±0.16	99.75 ±0.16	99.43 ±0.16	0.414

Media ± Error estándar.

**Cuadro 3.** Efecto de la inclusión de harina de forraje de tithonia (ecotipo 10) en indicadores productivos del reemplazo de ponedoras (64 a 126 d de edad).

Indicadores	Harina de forraje de <i>Tithonia diversifolia</i> , %				P≤
	0	10	15	20	
Consumo de alimento (g/ave)	4251 ±42.75	4336 ±42.75	4241 ±42.75	4361 ±42.75	0.146
Conversión alimenticia (g/g)	8.09 ±0.12	8.33 ±0.12	8.06 ±0.12	8.50 ±0.12	0.068
Ganancia de peso vivo (g/ave)	526 ±4.68	521 ±4.68	526 ±4.68	513 ±4.68	0.200
Peso vivo (g/ave)	1290 ±3.22	1291 ±3.22	1295 ±3.22	1288 ±3.22	0.532
Uniformidad (%)	76.62 <sup>a</sup> ±1.98	81.81 <sup>a</sup> ±1.98	80.51 <sup>a</sup> ±1.98	88.30 <sup>b</sup> ±1.98	0.003
Estándar del peso vivo (%)	99.24 ±0.25	99.31 ±0.25	99.62 ±0.25	99.11 ±0.25	0.531
Viabilidad (%)	99.91 ±0.08	99.99 ±0.08	99.93 ±0.08	99.91 ±0.08	0.546

<sup>ab</sup> Letras desiguales en la misma fila difieren significativamente a  $P < 0.05$ , (Duncan, 1955); Media ± Error estándar.

**Cuadro 4.** Efecto de la inclusión de harina de forraje de tithonia (ecotipo 10) en indicadores de salud de reemplazo de ponedoras (126 d de edad)

Indicadores	Harina de forraje de <i>Tithonia diversifolia</i> , %				P≤
	0	10	15	20	
Proteínas totales (g/L)	40.84 ±1.71	38.16 1.71	40.49 1.71	45.06 1.71	0.052
Albúmina (g/L)	18.06 ±0.73	17.92 ±0.73	18.75 ±0.73	20.14 ±0.73	0.142
Globulinas (g/L)	22.80 ±1.23	20.26 1.23	21.74 1.23	24.92 1.23	0.071
Relación albúmina/globulina	0.81 ±0.04	0.91 0.04	0.88 0.04	0.82 0.04	0.284

## Discusión

El contenido de fibra de los tratamientos experimentales es más alto que el reportado para el concentrado comercial, lo cual afectó ligeramente solo el valor energético de la dieta con 20 % de inclusión de harina de Tithonia. Quizás eso explique el por qué no se afectó ( $P > 0.05$ ) el peso vivo, el consumo de alimentos, la conversión

alimenticia y la ganancia de peso vivo de los animales en ninguna de las etapas del estudio y permitió obtener para esas variables valores similares a los obtenidos cuando se utilizó la dieta convencional. Esto indica que las dietas en estudio tuvieron un contenido adecuado de energía y proteína, lo cual permitió que las pollitas de reemplazo lograran satisfacer sus necesidades nutritivas y por lo tanto, no se afectó su comportamiento.

Existen muy pocos trabajos en la literatura sobre el uso del forraje de tithonia en pollitas de reemplazo de ponedoras; sin embargo, en estudios sobre la inclusión de harina de *Moringa oleifera* en esta misma categoría de aves, Almeida y Savón (2011) tampoco reportaron afectación en la ganancia de peso. Por su parte, Mesa et al. (2020) no encontraron efecto sobre el comportamiento productivo de las pollitas al suministrar hasta un 20 % de harina de forraje de *M. oleifera*. En cambio, Trujillo y Escobar (2012) observaron que la inclusión de niveles altos (25, 50 y 75 % en la dieta) de harina de otras especies forrajeras (*Trichanthera gigantea*, *Tithonia diversifolia*, *Saccharum* spp, *Alocasia macrorrhiza* y *Musa paradisiaca*) tuvo un efecto negativo sobre el comportamiento productivo de pollos de engorde, con disminución en la ganancia de peso desde 31 hasta 83 %. También, Melesse et al. (2011) y Almeida et al. (2016) reportaron un aumento en el consumo de alimentos al incluir moringa en la ración de pollos, y lo atribuyeron a la incapacidad de esta para cubrir los requerimientos energéticos. Sin embargo, en el caso particular de este estudio las dietas fueron isoenergéticas, por lo que no se apreció dicho efecto.

De igual forma, los resultados de este estudio coinciden con lo reportado por Jiménez-Moreno et al. (2010) quienes no encontraron efecto sobre el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia, en pollos de 1 a 21 d de edad, al incluir 1.54 % de fibra cruda, 3 % de celulosa y otras cuatro dietas dispuestas factorialmente que incluían 3 % de cáscara de avena o pulpa de remolacha. Gutiérrez-Castro y Hurtado-Nery (2019) por su parte, no hallaron cambios en el consumo de alimento con niveles crecientes de tithonia (5, 10 y 15 %) en dietas de pollos de engorde.

Rivera et al. (2018) afirman que *Tithonia diversifolia* es una planta forrajera con potencial para la producción avícola desde el punto de vista nutricional, sobre todo por su bajo contenido de metabolitos secundarios perjudiciales. Por su parte, Verdecia et al. (2021) informaron la presencia de niveles bajos de esos grupos funcionales, como taninos, alcaloides y saponinas, lo que permite un mejor aprovechamiento de los nutrientes por los animales que la consumen.

En cuanto a la uniformidad del lote, en la literatura científica hay escasos trabajos que evalúen este indicador en pollitas de reemplazo de ponedoras alimentadas con tithonia. La mayor uniformidad obtenida con el 20% de inclusión de la harina de este forraje en el alimento y la menor uniformidad con el tratamiento control pudiera estar condicionada por la presencia de algún compuesto bioactivo no identificado que está presente en la harina de forraje de *Tithonia diversifolia*, ecotipo 10 que lo favorece. En este sentido, Scull et al. (2022) encontraron niveles bajos de alcaloides, compuestos fenólicos y triterpenos; metabolitos que pueden desencadenar marcada actividad biológica en los animales. Este resultado debe ser objeto de investigación en estudios posteriores.

Itzá et al. (2011) señalan que se logrará una mejor producción mientras más homogénea sea la población. Abad y Sarabia (2014) refieren que la uniformidad es buena cuando es superior a 80 %. En este estudio, independientemente que las aves con 20 % de tithonia mostraron el valor más alto de uniformidad (Cuadro 3), con los tres niveles de inclusión de harina de este forraje se obtuvo uniformidades por encima del 80 %, lo que se considera como buena según estos autores. Se espera que esto permitirá eventualmente mantener una producción de huevos de acuerdo con la potencialidad de la línea genética usada (Gous 2018).

Los resultados del comportamiento productivo de este trabajo indican que las pollitas de reemplazo de ponedoras White Leghorn L33 responden positivamente a la inclusión de este forraje hasta un 20 % de la ración, lo cual constituye un nuevo aporte para esta categoría de aves. Además, si bien este estudio no incluyó un análisis económico, se reconoce que al ser más baratas las raciones que incluían harina de *Tithonia diversifolia* ecotipo 10 en sustitución de la harina de maíz-soya, eso debe resultar en mejores indicadores económicos tal como fue mostrado por Báez-Quiñones et al. (2022).

Los indicadores séricos medidos en este estudio (Cuadro 4) estuvieron dentro de los rangos fisiológicos referenciales para la especie, que son de 30–50 g/L de proteínas totales y 11–27 g/L de albúmina, según Campbell (2012) y Miranda et al. (2010), respectivamente. Por otro lado, Gutiérrez-Castro y Corredor-Matus (2019) tampoco encontraron variación en dichos indicadores al evaluar la inclusión de hasta 15 % de harina de tithonia en la dieta de pollos de ceba. Sin embargo, con el uso de harina de follaje de moringa, Abbas et al. (2018) observaron una disminución de esos indicadores a

medida aumentó el nivel de inclusión. Los niveles de proteínas en suero obtenidos en este estudio se asemejan a los de Almeida et al. (2020), quienes encontraron valores de 36.4 y 16.7 g/L para proteínas totales y albúmina, respectivamente; y las ligeras diferencias a favor de este estudio posiblemente sean debidas al sexo y la edad de muestreo de los animales, ya que, en esta investigación se evaluaron pollitas de reemplazo de 18 semanas de edad y las aves experimentales se sometieron a un periodo de ayuno de 8 horas antes del muestreo.

La albúmina se sintetiza exclusivamente en el hígado y representa la mayor fracción proteica del plasma. Por tanto, al no encontrar diferencias entre tratamientos, sugiere que los niveles de harina de forraje de tithonia estudiados, no afectaron la síntesis de esta proteína a nivel hepático (Savón et al. 2022) para esta categoría de animales. Resultados similares fueron encontrados por Gutiérrez-Castro y Corredor-Matus (2019) al evaluar 15 % de inclusión de harina de tithonia en la dieta de pollos de ceba.

En relación con las globulinas, tampoco se encontraron diferencias entre tratamientos y los valores obtenidos estuvieron dentro de los rangos normales (20–40 g/L) según Ross et al. (1976). Los niveles de globulina sérica obtenidos en este estudio son superiores a los encontrados por Savón et al. (2022) en dietas de pollos de ceba, quienes obtuvieron cifras de 14.48, 16.34, 14.28, 13.76 y 16.32 g/L para los tratamientos control, 5, 10, 15 y 20 % de harina de forraje de tithonia, respectivamente. Sin embargo, están en correspondencia con los valores de 17–20 g/L alcanzados por Gutiérrez-Castro y Corredor-Matus (2019) en pollos de ceba.

La relación albúmina/globulina observada para los diferentes tratamientos se considera favorable, puesto que obtuvo cifras próximas a la unidad. Según Savón et al. (2022), un valor de 1.0 es la relación óptima e indica que las aves se hallaban bien desde el punto de vista nutricional.

En síntesis, los parámetros de proteínas en el suero no fueron afectados por los niveles de inclusión de harina de tithonia; además, evidencian que no hubo interacción de factores antinutricionales para la síntesis de los indicadores séricos del metabolismo proteico. Por lo tanto, se reafirma la bondad de las características nutricionales de la harina de *Tithonia diversifolia* ecotipo 10 que había sido informada por Scull et al. (2022). Sin embargo, se recomienda evaluar otros parámetros sanguíneos que corroboren el estado de salud de las aves.

## Conclusiones

La inclusión de hasta 20 % de harina de forraje de *tithonia* del ecotipo 10 en raciones de pollitas de reemplazo de gallinas ponedoras White Leghorn, con edad entre 1 y 18 semanas, no afecta el comportamiento productivo ni la salud; por ello se recomienda utilizar hasta ese nivel en las dietas de esa categoría de aves.

## Referencias

(Nota de los editores: Enlaces verificados el 20 de mayo de 2023).

- Abad JC; Sarabia J. 2014. Mejora de la uniformidad en recría. Revista AviNews, Barcelona, España. [bit.ly/3OuHvDI](http://bit.ly/3OuHvDI)
- Abbas RJ; Abdul-Lateef N; Mehmood A; Jameel YJ. 2018. Haematological and biochemical indices of broiler chicks fed at different levels of *Moringa oleifera* leaf meal. Biochemical and Cellular Archives 18(2):1931–1936. [bit.ly/3MFyEoJ](http://bit.ly/3MFyEoJ)
- Almeida M; Martínez M; Dihigo LE. 2020. Blood indicators of colostomized broilers which intake *Moringa oleifera* forage meal. Technical note. Cuban Journal of Agricultural Science 54(1):95–100. [bit.ly/3OsTS3k](http://bit.ly/3OsTS3k)
- Almeida M; Martínez MP; Dihigo LE. 2016. Effect of *Moringa oleifera* forage meal intake on digestive indicators of colostomized broilers. Cuban Journal Agricultural Science 50(4):569–578. [bit.ly/3lpVEhy](http://bit.ly/3lpVEhy)
- Almeida M; Savón L. 2011. Efecto de la harina de forraje de *Tithonia diversifolia* en indicadores fisiológicos y de salud de pollitas de reemplazo de ponedoras. En: Memorias VII Congreso Internacional de Ciencias Veterinarias 4–8 abril, 2011. La Habana, Cuba. ISBN: 978-989-7190-3.
- AOAC International. 2019. Official Methods of Analysis. Association of Analytical Chemists, 21st Edition, Washington DC, USA.
- Báez-Quiñones N; Rodríguez B; Ruiz TE; Vásquez Y; Díaz-Rodríguez H. 2022. Resultados económicos del empleo de harina de forraje de *Tithonia diversifolia* en la dieta de diferentes categorías de aves. Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales 10(2):149–155. doi: [10.17138/tgft\(10\)149-155](https://doi.org/10.17138/tgft(10)149-155)
- Buragohain R; Rajkhowa TK. 2019. Growth nutrient utilization and economics of broiler fed *Tithonia diversifolia* flower meal (TDFM) as substitute of conventional feedstuffs in Mizoram India. Indian Journal of Animal Research 53(3):349–354. doi: [10.18805/ijar.B-3500](https://doi.org/10.18805/ijar.B-3500)
- Campbell TW. 2012. Clinical chemistry of birds. In: Thrall MA, Weiser G, Allison RW, Campbell TW, eds. Veterinary hematology and clinical chemistry. 2nd Ed. John Wiley & Sons, Ames, USA. p. 582–598. ISBN: 978-0-813-81027-0.
- Carranco-Jáuregui ME; Barrita-Ramírez V; Fuente-Martínez B; Ávila-González E; Sanginés-García L. 2020. *Tithonia diversifolia* meal in diets for first cycle laying hens and its effect on egg yolk color. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 11(2):355–368. doi: [10.22319/rmcp.v11i2.5090](https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i2.5090)
- Di Rienzo JA; Casanoves F; Balzarini MG; Gonzalez L; Tablada M; Robledo CW. 2012. Grupo InfoStat versión 2012. FCA Universidad Nacional de Córdoba Argentina. [infostat.com.ar](http://infostat.com.ar)
- Doumas BT; Biggs HG; Arends RL; Pinto PVC. 1972. Determination of serum albumin. In: Cooper GR, ed. Standard Methods of Clinical Chemistry. Academic Press, New York, USA. p. 175–188. doi: [10.1016/B978-0-12-609107-6.50022-2](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-609107-6.50022-2)
- Duncan B. 1955. Multiple range and multiple F test. Biometrics 11(1):1–42. doi: [10.2307/3001478](https://doi.org/10.2307/3001478)
- Fuente-Martínez B; Carranco-Jáuregui M; Barrita-Ramírez V; Ávila-González E; Sanginés-García L. 2019. Effect of *Tithonia diversifolia* meal on productive variables in laying hens. Abanico Veterinario 9:1–12. doi: [10.21929/abavet2019.911](https://doi.org/10.21929/abavet2019.911)
- González-Castillo JC; Hahn Von-Hessberg CM, Narváez-Solarte W. 2014 Características botánicas de *Tithonia diversifolia* (Asterales: Asteraceae) y su uso en la alimentación animal. Boletín Científico Centro de Museos de Historia Natural de Caldas 18(2):45–58. [bit.ly/3oiXha5](http://bit.ly/3oiXha5)
- Gous RM. 2018. Nutritional and environmental effects on broiler uniformity. World's Poultry Science Journal 74:21–34. doi: [10.1017/S0043933917001039](https://doi.org/10.1017/S0043933917001039)
- Gutiérrez-Castro LL; Corredor-Matus JR. 2019. Química sanguínea en pollos de engorde alimentados con harina de Botón de Oro (*Thitonia diversifolia*) en fase de finalización. Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia 14:42–52. doi: [10.21615/cesmvz.14.3.4](https://doi.org/10.21615/cesmvz.14.3.4)
- Gutiérrez-Castro LL; Hurtado-Nery VL. 2019. Uso de harina de follaje de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de pollos de engorde. Orinoquia 23:56–62. doi: [10.22579/20112629.569](https://doi.org/10.22579/20112629.569)
- Hernández-Jiménez A; Pérez-Jiménez JM; Bosch-Infante D; Castro N. 2019. La clasificación de suelos de Cuba: énfasis en la versión de 2015. Cultivos Tropicales 40(1):a15–e15. [bit.ly/43c0W8r](http://bit.ly/43c0W8r)
- Itzá MF; Ortiz J; Vidales HJ; Olguien HA; Quintero JA; Rodríguez Alarcón CA; Orozco UM. 2011. Características de crecimiento de pollitas de postura en relación al tipo de alojamiento. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 46(7):768–771. doi: [10.1590/S0100-204X2011000700013](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000700013)
- Jiménez-Moreno E; González-Alvarado JM; González-Sánchez D; Lázaro R; Mateos GG. 2010. Effects of type and particle size of dietary fiber on growth performance and digestive traits of broilers from 1 to 21 days of age. Poultry Science 89:2197–2212. doi: [10.3382/ps.2010-00771](https://doi.org/10.3382/ps.2010-00771)
- 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 17, Article #100. [lrrd.cipav.org.co/lrrd17/9/mahe17100.htm](http://lrrd.cipav.org.co/lrrd17/9/mahe17100.htm)
- Marques G; Pompei JC; Martini M. 2017. Manual veterinario de toma y envío de muestras. MAPA/OPS/PANAFTOSA, Rio de Janeiro, Brasil. [iris.paho.org/handle/10665.2/34527](http://iris.paho.org/handle/10665.2/34527)

- Melesse A; Tiruneh W; Negesse T. 2011. Effects of feeding *Moringa stenopetala* leaf meal on nutrient intake and growth performance of Rhode Island Red chicks under tropical climate. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 14:485–492. [bit.ly/43e8g33C](https://doi.org/10.15673/43e8g33C)
- Méndez-Martínez Y; Ramírez JL; Álvarez AR; Leyva L; Pérez Y. 2019. Partial substitution of commercial concentrate for *Azolla filiculoides* meal in the productive response of *Oryctolagus cuniculus*. *Cuban Journal of Agricultural Science* 53:149–159. [bit.ly/3pVJtCT](https://doi.org/10.15673/3pVJtCT)
- Mesa O; Valdivié M; Rodríguez B; Rabello CB; Berrio I; Couso Z. 2020. Use of diets with *Moringa oleifera* forage meal for White Leghorn L33 laying hens and replacement pullets. *Cuban Journal of Agricultural Science* 54:219–227. [bit.ly/42Ode7c](https://doi.org/10.15673/42Ode7c)
- Miranda S; Rincón-Reyes H; Muñoz R; Higuera A; Arzaillez-Fischer AM; Urdaneta H. 2010. Parámetros productivos y química sanguínea en pollos de engorde alimentados con tres niveles dietéticos de harina de granos de frijol (*Vigna unguiculata*) (i) Walp durante la fase de crecimiento. *Revista Científica (Maracaibo)* 17(2):150–160. [bit.ly/42SUhAa](https://doi.org/10.15673/42SUhAa)
- Rivera JE; Chará J; Gómez-Leyva JF; Ruíz T; Barahona R. 2018. Variabilidad fenotípica y composición fitoquímica de *Tithonia diversifolia* A. Gray para la producción animal sostenible. *Livestock Research for Rural Development* 30, Article #200. [lrrd.org/lrrd30/12/rive30200.html](https://lrrd.org/lrrd30/12/rive30200.html)
- Roa ML; Corredor JR; Hernández MC. 2020. Physiological behavior of broilers using diets with *Tithonia diversifolia* and probiotics. *Archivos de Zootecnia* 69(268):406–417. doi: [10.21071/az.v69i268.5388](https://doi.org/10.21071/az.v69i268.5388)
- 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* 30, Article #56. [lrrd.org/lrrd30/3/brod30056.html](https://lrrd.org/lrrd30/3/brod30056.html)
- Rodríguez B; Savón L; Vázquez Y; Ruíz TE; Herrera M. 2020. Comportamiento productivo de pollos de engorde alimentados con harina de forraje de *Tithonia diversifolia*. *Livestock Research for Rural Development*. 32, Article #22. [lrrd.org/lrrd32/2/brod32022.html](https://lrrd.org/lrrd32/2/brod32022.html)
- Ross JG; Christie G; Halliday WG; Jones RM. 1976. Determination of hematology and blood chemistry values in healthy six weeks old broiler hybrid. *Avian Pathology* 5(4):237–281. doi: [10.1080/03079457608418196](https://doi.org/10.1080/03079457608418196)
- Rostagno HS; Albino LF; Hannas HI; Donzele JL; Sakomura NK; Perazzo FG; Saraiva A; Teixeira ML; Rodríguez PB; Oliveira RF de; Barreto SLT; Brito CO. 2017. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 4ta edição. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, Brazil. [bit.ly/3oAL0hp](https://doi.org/10.15673/3oAL0hp)
- Ruíz TE; Alonso J; Febles GJ; Galindo JL; Savon LL; Chongo B B; Martínez Y; La O O; Cino D M; Crespo GJ; Mora L; Valenciaga N; Padilla C; Rodríguez B; Muir L; Rivero A; Hernández N. 2017. Evaluación de materiales recolectados de *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray en Cuba. En: *Memorias IX Congreso Sistemas Silvopastoriles*, Cali, Colombia, 6-8 septiembre 2017. p. 486–487. ISBN 978-958-9386-78-1
- Ruíz TE; Alonso J; Torres V; Valenciaga N; Galindo J; La O O; Febles G; Díaz H; Tuero R; Mora C. 2021. Evaluación durante la estación lluviosa de materiales recolectados de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en la zona de Las Tunas y Granma en el oriente de Cuba. *Avances en Investigación Agropecuaria* 25(1):75–85. [bit.ly/3Ox1t0R](https://doi.org/10.15673/3Ox1t0R)
- Ruíz TE; Febles G; Torres V; González J; Achang G; Sarduy L; Díaz H. 2010. Assessment of collected materials of *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray in the center-western region of Cuba. *Cuban Journal of Agricultural Science* 44: 285-289. [bit.ly/45g6XCY](https://doi.org/10.15673/45g6XCY)
- Savón L; Mora LM; Dihigo LE; Rodríguez V; Rodríguez Y; Scull I; Hernández Y; Ruíz TE. 2008. Efecto de la harina de follaje de *Tithonia diversifolia* en la morfometría del tracto gastrointestinal de cerdos en crecimiento-ceba. *Zootecnia Tropical* 26(3):387–390. [bit.ly/3MkyTgg](https://doi.org/10.15673/3MkyTgg)
- Savón L; Rodríguez B; Vázquez Y; Scull I; Herrera M; Ruíz TE. 2022. Immune response and blood biochemistry in broilers fed tithonia forage meal at the finishing stage. *Cuban Journal of Agricultural Science* 56(2):127–134. [bit.ly/4342pxE](https://doi.org/10.15673/4342pxE)
- Scott M; Nesheim M; Young R. 1976. *Nutrition of the Chicken*. Humprey Press, Geneva, NY, USA.
- Scull I; Savón L; Ruíz TE; Rodríguez Y. 2022. Componentes químicos y efecto de la harina de forraje de *Tithonia diversifolia* (Hemsl) en la calidad de la carne de cerdos en crecimiento-ceba. *Livestock Research for Rural Development* 34, Article #33. [lrrd.cipav.org.co/lrrd34/4/3433idan.html](https://lrrd.cipav.org.co/lrrd34/4/3433idan.html)
- Trujillo A; Escobar A. 2012. Evaluación de la sustitución de concentrado comercial por harina de forrajes en pollos de engorde Ross. *Agroecología: Ciencia y Tecnología* 1:6–12. [hdl.handle.net/11404/6717](https://hdl.handle.net/11404/6717)
- Vázquez Y; Rodríguez B; Savón L; Ruíz TE. 2021. Efecto de la harina de forraje de *Tithonia diversifolia* en indicadores productivos de reemplazo de ponedoras White Leghorn L-33. *Livestock Research for Rural Development* 33, Article #110. [lrrd.cipav.org.co/lrrd33/9/33110ysnag.html](https://lrrd.cipav.org.co/lrrd33/9/33110ysnag.html)
- Verdecia DM; Herrera RC; Torres E; Sánchez AR; Hernández



LG; Herrera RS; Ramírez JL; Bodas R; Giráldez FJ; Guillaume J; Uvidia H; López S .2021. Primary and secondary metabolites of six species of trees, shrubs

and herbaceous legumes. Cuban Journal of Agricultural Science 5:77–93. [bit.ly/3WiFLiU](https://bit.ly/3WiFLiU)

(Recibido para publicación 28 de julio 2022 aceptado 03 de mayo 2023; publicado 31 de mayo 2023)

© 2023



*Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales* es una revista de acceso abierto publicada por el *Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*, en asociación con el *Instituto de Recursos Genéticos de Cultivos Tropicales* de la *Academia China de Ciencias Agrícolas Tropicales (TCGRI-CATAS)*. Este trabajo está bajo la licencia Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).