


## ***Larrea tridentata* como aditivo alimentario para mejorar el desarrollo y funcionalidad hepática en pollos de engorda**



Fabián Francisco Vanoye-Lara <sup>a</sup>

Juan Manuel Pinos-Rodríguez <sup>a\*</sup>

Juan Carlos García-López <sup>b</sup>

Samuel López-Aguirre <sup>a</sup>

Jorge Genaro Vicente-Martínez <sup>a</sup>

Argel Flores-Primo <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidad Veracruzana. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Miguel Ángel de Quevedo S/N, esq. Yáñez, Col. Unidad Veracruzana 91710. Veracruz, México.

<sup>b</sup> Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Agronomía y Veterinaria, San Luis Potosí, México.

\*Autor de correspondencia: [jpinos@uv.mx](mailto:jpinos@uv.mx)

### **Resumen:**

El efecto de la adición en la dieta de hojas secas y molidas de *Larrea tridentata* (LT) como aditivo alimentario natural fue evaluado en pollos de engorda sobre desarrollo productivo, peso, y lesiones de órganos digestivos y concentración sérica de enzimas hepáticas. Para ello, se utilizaron 200 pollitos de un día de nacidos, alimentados con alimento comercial con LT en dosis de 0, 5, 10 y 15 g kg<sup>-1</sup> de alimento. La evaluación productiva tuvo una duración de siete semanas, en la cual se registró el peso vivo y el consumo de alimento. Al término, los animales se sacrificaron, se recolectó sangre y se registró el peso del buche, molleja, ciegos y duodeno. Los pollos que consumieron alimento con 5 y 10 g LT mostraron mejoría ( $P<0.05$ ) en la ganancia de peso y la conversión alimenticia y una reducción ( $P<0.05$ ) en las concentraciones séricas de alanina amino transferasa, fosfatasa alcalina, y aspartato amino

transferasa en comparación con pollos que no consumieron LT. El peso de los órganos digestivos no fue afectado por LT y no se observaron lesiones macroscópicas aparentes. La dosis de LT que tuvo mayor efecto benéfico en las variables productivas fue 10 g kg<sup>-1</sup>. Por lo anterior, se concluye que la adición de 10 g de hojas de LT por kilo de alimento mejora la respuesta productiva en pollos de engorda, posiblemente como respuesta a que el ácido nordihydroguaiaretico reduce las enzimas hepáticas ejerciendo un efecto hepatoprotector.

**Palabras clave:** Ácido nordihydroguaiaretico, Albumina, Enzimas hepáticas, Globulina.

Recibido: 28/08/2023

Aceptado: 10/04/2025

La demanda social para producir alimentos de origen animal más limpios, con huella de carbono baja y con mejor ética es cada vez mayor, y por ello hay una búsqueda constante de formas naturales alternativas a las químicas para la industria ganadera. Los compuestos bioactivos de las plantas como aditivos alimentarios tienen una diversidad de efectos en los animales, desde los que promueven la salud y productividad hasta los tóxicos y letales. Por lo anterior, los biocompuestos son alternativas viables naturales a algunos productos químicos, fármacos y promotores del crecimiento utilizados de manera rutinaria en la industria de la alimentación animal, aunque es cierto que se requiere mayor documentación, investigación y estandarización para determinar su nivel óptimo sobre la eficiencia productiva y rentabilidad económica<sup>(1)</sup>.

*Larrea tridentata* (LT) o gobernadora es un arbusto perenne de amplia distribución en los desiertos del norte de México y del sur de los Estados Unidos de América del Norte. Se le han identificado diversos metabolitos como lignanos fenólicos de los cuales el más estudiado es el ácido nordihydroguaiaretico (NDGA), con funcionalidades como bactericida, insecticida, fungicida, nematocida, antiprotozoario, antiviral, antioxidante, antitumoral y neuroprotector<sup>(2,3)</sup>; sin embargo, informes indican que la oxidación de catecol del NDGA a quinonas puede tener efectos celulares no deseables por alteración de proteínas y ADN celular<sup>(4)</sup>.

La información documental del uso del arbusto de gobernadora en animales de interés zootécnico es escasa, pero algunos estudios indican su potencial para mejorar variables productivas y de salud. Por ejemplo, extractos de hojas de LT adicionados en la dieta de pollos de engorda y corderos mejoraron los parámetros productivos y brindaron cierta actividad protectora en hígado al disminuir la concentración de enzimas hepáticas<sup>(5,6)</sup>. En

ninguno de estos estudios con animales se reportaron efectos de toxicidad por el consumo de LT.

Por lo anterior, se requiere continuar investigando el uso del arbusto de gobernadora, en especial la dosis con la mejor actividad como aditivo alimentario, ya que su adición en el alimento en dosis elevadas pueden limitar el consumo de la dieta completa<sup>(7)</sup>. El objetivo de este trabajo fue evaluar el uso de diferentes dosis de *Larrea tridentata* como aditivo alimentario natural en la alimentación de pollos de engorda, cuantificando los parámetros productivos, el peso de órganos y la concentración de proteínas y enzimas hepáticas en plasma.

Los ejemplares de *Larrea tridentata* (LT) se colectaron en el municipio de Villa Hidalgo, estado de San Luis Potosí, México, donde el clima es semiárido templado y frío con temperatura mínima de 8.4 °C y máxima de 32 °C. El ensayo con los pollos y necropsias se realizaron en el Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Los procedimientos fueron revisados y aprobados por el Comité de Bioética del Instituto, ubicado en la zona centro del estado de San Luis Potosí, con las mismas condiciones ambientales y climáticas de donde fueron recolectados los ejemplares de LT. Los análisis hematológicos se realizaron en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana.

Se utilizaron 200 pollitos de la línea Cobb 500 de un día de nacidos, con un peso vivo promedio de  $54.7 \pm 2.8$  g, vacunados contra Marek. Los pollitos se ubicaron en cuatro criadoras eléctricas de batería con termostato integrado para controlar la temperatura a 37 °C y humedad (Petersime NV, Zulte, Belgium). Cada criadora tenía cinco niveles, es decir, un total de 20 niveles en las cuatro criadoras. Cada nivel (10 pollitos) se asignó aleatoriamente uno de las cuatro dietas o tratamientos experimentales (0, 5, 10 y 15 g kg<sup>-1</sup> de hoja molida de *L. tridentata*).

Las dietas experimentales (Cuadro 1) y agua *ad libitum* se ofrecieron durante el experimento. Del día 1 al día 7 de edad, los pollitos consumieron alimento iniciador y del día 8 al día 49 de edad, alimento finalizador. Las dietas experimentales se elaboraron en una planta de alimentos de la ciudad de San Luis Potosí exprofeso para el presente estudio. Una vez elaboradas las dietas, en la misma planta de alimentos se mezclaron homogéneamente (mezcladora vertical 500, Azteca, México) con las hojas secas y molidas de LT de acuerdo con cada tratamiento.

**Cuadro 1:** Ingredientes y nutrientes del iniciador y finalizador para pollo de engorda

<b>Ingrediente (g kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Iniciador</b>	<b>Finalizador</b>
Maíz amarillo	563.11	682.25
Pasta de soya 48% PC	360.28	256.98
Aceite vegetal	28.35	20.19
Fosfato dicálcico	17.94	14.64
Carbonato de calcio 38%	15.82	13.92
Sal	4.0	3.53
DL-Metionina 99%	2.38	1.67
L-Lisina HCL 99%	1.75	0.57
Colina clorhidrato 60%	1.07	1.0
Premezcla vitaminas <sup>a</sup>	2.5	2.5
Premezcla minerales <sup>b</sup>	2.5	2.5
L-Treonina 98.5%	0.3	0.25
<b>Nutriente (%)<sup>c</sup></b>		
Energía metabolizable, Mcal kg <sup>-1</sup>	2.8	3.2
Proteína cruda	21.73	18.59
Grasa	5.3	4.73
Fibra cruda	2.91	2.79
Cenizas	6.66	5.66
Calcio	1.0	0.85
Fósforo	0.75	0.64
Lisina	1.33	1.01
Metionina	0.9	0.76
Treonina	0.86	0.71

<sup>a</sup> Por kilo: 0.8 mg tiamina, 2.2 mg riboflavina, 10.0 mg ácido pantoténico, 11 mg niacina, 3 mg piridoxina, 0.25 mg ácido fólico, 0.1 mg biotina, 0.004 mg vitamina B12, 1500 UI palmitato de retinol, 300 ICU colecalfiferol, 5.0 IU acetato de  $\alpha$ -tocoferil, 0.5 mg menaquinona.

<sup>b</sup> Por kilo: 0.1 mg selenio, 4 mg cobre, 35 mg zinc, 30 mg manganeso, 60 mg hierro, 0.35 mg yodo.

<sup>c</sup> Proporcionado por la planta de alimentos.

Diariamente, en una báscula digital (Uline H-9983, México), se pesó el alimento ofrecido y rechazado y se promedió el consumo semanal. Los pollitos se pesaron semanalmente durante siete semanas en una balanza digital (Ohaus H-5854, Suiza). Con el consumo y peso semanal se calculó la conversión alimenticia. Al término del ensayo productivo, los pollos se sacrificaron de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999<sup>(8)</sup>. Una muestra de sangre intracardiaca se recolectó y se centrifugó a 2,800 rpm durante 15 min para obtener el suero. Las muestras de sangre se transportaron y mantuvieron a 4 °C en un refrigerador portátil para vehículo (Biobase CR-18, México). En laboratorio, y al suero se le determinó la concentración de alanina amino transferasa (ALT) fosfatasa alcalina (ALP) y aspartato amino transferasa (AST), así como proteínas totales, albúmina y globulina con un

equipo Technicon RA 50 Chemistry System (Bayer, Dublín, Alemania) y el kit de reactivos Spinreact (Barcelona, España)<sup>(9-12)</sup>. Se registró el peso del buche, molleja, ciegos y duodeno (Ohaus H-5854, Suiza).

El diseño estadístico que se utilizó fue un completamente al azar con cuatro tratamientos (dietas) y cinco repeticiones (nivel) cada uno. En el modelo estadístico de componentes mixtos (procedimiento MIXED), el tratamiento se consideró componente aleatorio y la repetición componente fijo. La prueba de comparación de medias se realizó por prueba de Tukey con un nivel de significancia de 0.05. Los análisis estadísticos se realizaron de acuerdo al manual de SAS<sup>(13)</sup>.

Los pollitos que consumieron las dietas experimentales con 5 y 10 g de LT tuvieron mayores ( $P<0.05$ ) pesos finales, ganancias diarias de peso y ganancias totales que los alimentados con 0 y 15 g. Por su parte, el consumo de alimento fue similar ( $P>0.05$ ) entre tratamientos, y por lo tanto los pollos que consumieron las dietas con 5 y 10 g LT (Cuadro 2) tuvieron las mejores conversiones alimenticias ( $P<0.05$ ).

**Cuadro 2:** Peso vivo, ganancia de peso y conversión alimenticia de pollos alimentados con un concentrado con diferentes niveles de hojas de *Larrea tridentata*

	<i>Larrea tridentata</i> (g kg <sup>-1</sup> concentrado)				EEM
	0	5	10	15	
Peso inicial, g	56.3	54.6	53.5	54.4	0.03
Peso final, g	2178.4 <sup>b</sup>	2467.9 <sup>a</sup>	2490.5 <sup>a</sup>	2248.6 <sup>b</sup>	1.45
Ganancia total, g	2122.1 <sup>b</sup>	2413.3 <sup>a</sup>	2437.0 <sup>a</sup>	2194.2 <sup>b</sup>	5.35
Ganancia diaria de peso, g	43.3 <sup>b</sup>	49.2 <sup>a</sup>	49.7 <sup>a</sup>	44.7 <sup>b</sup>	0.32
Consumo de alimento, g	5100.7 <sup>a</sup>	4910.1 <sup>a</sup>	5010.8 <sup>a</sup>	5097.62 <sup>a</sup>	4.45
Conversión alimenticia	2.4 <sup>a</sup>	2.0 <sup>b</sup>	2.0 <sup>b</sup>	2.3 <sup>a</sup>	0.02

EEM= error estándar de la media;

<sup>ab</sup> Medias con literales distintas en hilera son diferentes ( $P<0.05$ ).

El peso de la molleja, duodeno, ciego, bolsa de Fabricio, hígado y buche fue similar ( $P>0.05$ ) en los pollitos alimentados durante 49 días con las dietas experimentales con 0, 5, 10 y 15 g LT (Cuadro 3).

**Cuadro 3:** Peso de órganos de pollos alimentados con un concentrado con diferentes niveles de hojas de *Larrea tridentata*

Peso del órgano (g)	<i>Larrea tridentata</i> (g kg <sup>-1</sup> concentrado)				EEM
	0	5	10	15	
Molleja	17.5	19.3	21.2	18.4	0.13
Duodeno	12.3	11.9	13.7	12.9	0.56
Ciego	7.2	8.2	7.7	8.3	0.78
Bolsa de Fabricio	2.6	2.8	2.5	2.9	0.89
Hígado	53.5	59.3	58.2	57.7	0.56
Buche	5.3	4.9	4.7	5.5	0.23

EEM= error estándar de la media.

Los análisis hematológicos en los pollos de 49 días de edad indicaron que la proteína total, albúmina y globulina no se modificaron ( $P>0.05$ ) por efecto de LT en la dieta. Sin embargo, los pollos que consumieron las dietas con 5, 10 y 15 g LT tuvieron concentraciones plasmáticas menores ( $P<0.05$ ) de alanina amino transferasa (ALT) fosfatasa alcalina (ALP) y aspartato amino transferasa (AST) en comparación con los pollos que no consumieron LT.

En un estudio en pollos a dosis de 20 g hoja de LT, el peso corporal y la ganancia de peso también fueron mayores en comparación que el grupo testigo, aunque notaron una reducción significativa en el consumo de alimento<sup>(5)</sup> posiblemente por la oxidación del NDGA y baja palatabilidad de LT<sup>(14,15)</sup>. Un análisis proximal realizado en la LT indicó que la parte aérea del arbusto contiene, en base seca, 12 % de proteína cruda, 58 % de fibra detergente neutro y 10 % de cenizas, por lo cual su incorporación como aditivo alimenticio para aves no modifica el consumo de la dieta integral en aves de corral<sup>(6)</sup>.

Los beneficios en la ganancia de peso y la reducción de enzimas hepáticas con la adición en la dieta de hoja de LT, puede ser directamente atribuido a la capacidad antioxidante de los anillos del catecol del NDGA<sup>(16,17)</sup>. En condiciones naturales, las defensas antioxidantes de los pollos mantienen en equilibrio la generación de especies reactivas de oxígeno, pero diversos factores estresantes como ambientales o alta demanda de nutricionales, inducen estrés oxidativo y trastornos metabólicos, en especial en pollos con alto rendimiento productivo<sup>(18)</sup>. Bajo estas condiciones de producción, los compuestos antioxidantes exógenos como los de LT, coadyuvarían con los mecanismos de defensa antioxidantes endógenos. Por ello, dietas ricas en antioxidantes, coadyuvando con los antioxidantes endógenos, son

esenciales para la máxima productividad de animales de producción como es el caso del pollo de engorda, ya que aumenta la capacidad del organismo para disminuir las especies reactivas de oxígeno, limitar el estrés oxidativo, prevenir infecciones entéricas y mejorar el rendimiento productivo en aves de corral<sup>(19)</sup>.

La reducción de enzimas hepáticas por efecto de NDGA de LT encontrados en el presente estudio ha sido corroborado previamente; Chan *et al*<sup>(20)</sup>, en un modelo murino con obesidad inducida encontraron que NDGA, a una dosis de 2.5 g kg<sup>-1</sup> dieta, redujo los niveles de alanina aminotransferasa (ALT), aspartato aminotransferasa (AST) y triglicéridos hepáticos, como respuesta a la activación de PPAR $\alpha$ , un regulador de la oxidación de ácidos grasos, y el ARNm de Cpt1c y Cpt2, genes involucrados en la oxidación de ácidos grasos; también indicaron la reducción del estrés hepático, la expresión de CASP3, proteína señalizadora de apoptosis, y se mejoró la expresión hepática de enzimas antioxidantes y de proteínas GPX4 y PRDX3; estos efectos podrían explicar la reducción en la concentración de transaminasas encontradas en este trabajo.

Debido a que los pollos que recibieron la dosis de 10 g kg<sup>-1</sup> de hoja de *Larrea tridentata* en el alimento, mostraron una mejor respuesta en el desempeño productivo y disminuyeron los niveles de enzimas hepáticas sin alterar el desarrollo de órganos, podría considerarse la mejor relación dosis-respuesta.

#### **Literatura citada:**

1. Durmic Z, Blache D. Bioactive plants and plant products: effects on animal function, health and welfare. *Anim Feed Sci Technol* 2012;176(1-4):150-162. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.07.018>.
2. Herrera-Medina RE, Álvarez-Fuentes G, Contreras-Servín C, García-López JC. Creosote bush (*Larrea tridentata*) phytochemical traits and its different uses: a review. *J Appl Life Sci Int* 2021;24(2):34-45. <https://doi.org/10.9734/jalsi/2021/v24i230221>.
3. Morales-Ubaldo AL, Rivero-Perez N, Valladares-Carranza B, Madariaga-Navarrete A, Higuera-Piedrahita RI, Delgadillo-Ruiz *et al*. Phytochemical compounds and pharmacological properties of *Larrea tridentata*. *Molecules* 2022;27:5393. <https://doi.org/10.3390/molecules27175393>.
4. Manda G, Rojo AI, Martínez-Klimova E, Pedraza-Chaverri J, Cuadrado A. Nordihydroguaiaretic acid: from herbal medicine to clinical development for cancer and chronic diseases. *Frontiers Pharmacol* 2020;11:151. <https://doi.org/10.3389/fphar.2020.00151>.

5. García-López JC, Lee-Rangel HA, López S, Vicente J, Pardo-Sedas V, Estrada-Coates AT. Effects of *Larrea tridentata* on growth, organ weights and hepatic enzymes of broilers. *Agrociencia* 2018;5(2):1-8.
6. Hernández-Baez I, García-López JC, Espinosa-Reyes G, Lee-Rangel HA, Faz-Colunga DA, Pinos-Rodríguez JM. Biomasa de gobernadora (*Larrea tridentata*) como forraje para borregos. *Rev Chapingo Ser Zonas Áridas* 2019;18(2):1-9. <https://doi.org/10.5154/r.rchsa.2019.09.023>.
7. López-Aguirre S, García-López JC, Pinos-Rodríguez JM, Yáñez-Estrada L, López-Hernández Y. Chemical characterization and oral toxicity of an aqueous extract of *Larrea tridentata*. *J Nat Prod Res* 2016;2:79-82.
8. Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999, 2014. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de animales de laboratorio. Diario Oficial de la Federación, México.
9. Murray R, Kaplan A. Quantitative determination of albumin IVD. *Clinical chemistry*. St Louis, Toronto, Princeton: The CV Mosby Co.; 1984.
10. Wegner C, Kaplan A. Alkaline phosphatase. *Clinical chemistry*. St Louis, Toronto, Princeton: The CV Mosby Co.; 1984.
11. Tietz NW. *Clinical guide to laboratory tests (ELISA)*. 3th ed. Philadelphia, USA: WB Saunders Co.; 1995.
12. Burtis CA, Ashwood ER, Bruns DE. *Tietz textbook of clinical chemistry and molecular diagnostic*. 5th ed. St. Louis, Missouri, USA: Elsevier Saunders; 2012.
13. SAS, Statistical Analysis System. *SAS/STAT 9 User's Guide*. Carry, NC, USA: SAS Inst. Inc. 2002.
14. Bode AM, Dong Z. Toxic phytochemicals and their potential risks for human cancer. *Cancer Prevent Res* 2015;8:1-8. <https://doi.org/10.1158/1940-6207.CAPR-14-0160>.
15. Jeon SB, Ji KA, You HJ, Kim JH, Jou I, Joe EH. Nordihydroguaiaretic acid inhibits IFN-gamma-induced STAT tyrosine phosphorylation in rat brain astrocytes. *Biochem Bioph Res Com* 2005;328:595-600. <http://doi.org/10.1016/j.bbrc.2005.01.025>.
16. Billinsky JL, Krol ES. Nordihydroguaiaretic acid autoxidation produces a schisandrin-like dibenzocyclooctadiene lignan. *J Nat Prod* 2008;71:1612-1615. <http://doi.org/10.1021/np8001354>.
17. Billinsky JL, Marcoux MR, Krol ES. Oxidation of the lignin nordihydroguaiaretic acid. *Chem Res Toxicol* 2007;20:1352-1358. <http://doi.org/10.1021/tx700205j>.

18. Akbarian A, Michiels J, Degroote J, Majdeddin M, Golian A, De Smet S. Association between heat stress and oxidative stress in poultry; mitochondrial dysfunction and dietary interventions with phytochemicals. *J Anim Sci Biotechnol* 2016;7:37. <http://doi.org/10.1186/s40104-016-0097-5>.
19. Ponnampalam EN, Kiani A, Santhiravel S, Holman BWB, Lauridsen C, Dunshea FR. The importance of dietary antioxidants on oxidative stress, meat and milk production, and their preservative aspects in farm animals: antioxidant action, animal health, and product quality - Invited Review. *Animals* 2022;24;12(23):3279. <http://doi.org/10.3390/ani12233279>.
20. Chan JKW, Bittner S, Bittner A, Atwal S, Shen WJ, Inayathullah M, Rajada J, *et al.* Nordihydroguaiaretic acid, a lignan from *Larrea tridentata* (Creosote bush), protects against American lifestyle-induced obesity syndrome diet-induced metabolic dysfunction in mice. *J Pharmacol Exp Ther* 2018;365:281-290.