

Efecto de la Suplementación con Microalgas Vivas Sobre la Tasa de Postura en Aves Ponedoras y la Condición Corporal en Caprinos en el Noreste de México

L.A. Sumuano-Barragán¹ y D.M. Garza-García^{2*}

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía.
Av. Francisco I. Madero S/N, Ex Hacienda el Cañada,
General Escobedo, N.L. México. 66050.

²Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas
Av. Pedro de Alba s/n, Cd. Universitaria,
San Nicolás de los Garza, N.L. México. 66455.

*Autor para correspondencia: misael.garzagr@uanl.edu.mx

Resumen

La producción ganadera en México enfrenta el desafío de aumentar la eficiencia en respuesta a la creciente demanda de alimentos, impulsando la búsqueda de alternativas biotecnológicas que reduzcan la dependencia de insumos sintéticos. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la suplementación con Ganamaxi®, una suspensión de microalgas vivas desarrollada por GEXUS® (composición taxonómica no divulgada por confidencialidad comercial), como agente prebiótico en gallinas ponedoras de la raza Rhode Island Red y en ganado caprino.

En el ensayo avícola (n = 14 aves por grupo), se adicionaron 400 mL diarios de la suspensión al alimento sólido durante 10 días. La tasa de postura del grupo tratamiento aumentó de 50% (7/14) a 100% (14/14), mientras que el grupo testigo se mantuvo sin cambio; la diferencia fue estadísticamente significativa (prueba exacta de Fisher, p = 0.003). Se registró además una mejora cualitativa en la coloración y consistencia de la yema.

En el ensayo caprino, la adición de 2 L diarios de la suspensión en el agua de bebida durante 6 días se asoció con signos cualitativos de recuperación fisiológica —mejoras en condición corporal, cobertura muscular y calidad del pelaje— observados en un ejemplar representativo del grupo de tratamiento. Dado el carácter exploratorio de esta evaluación, no fue posible realizar inferencias estadísticas sobre el grupo completo.

En conjunto, los resultados sugieren que la suplementación con Ganamaxi® podría contribuir a la optimización de la biodisponibilidad de nutrientes, posiblemente a través de efectos sobre la salud intestinal y ruminal. No obstante, dado el carácter exploratorio del estudio — particularmente en el ensayo caprino— se requieren investigaciones adicionales con mayor tamaño de muestra, diseño experimental controlado y análisis cuantitativos robustos que permitan confirmar y generalizar estos efectos.

Se concluye que Ganamaxi® representa una alternativa relevante para mejorar la respuesta productiva en sistemas pecuarios, bajo un enfoque de producción más sostenible y resiliente en el norte de México.

Palabras clave: microalgas, nutrición animal, producción pecuaria, prebiótico, sostenibilidad

Abstract

Livestock production in Mexico faces the challenge of increasing efficiency in response to growing food demand, driving the search for biotechnological alternatives that reduce dependence on synthetic inputs. The aim of this study was to evaluate the effect of supplementation with Ganamaxi®, a live microalgae suspension developed by GEXUS® (taxonomic composition undisclosed for commercial confidentiality), as a prebiotic agent in Rhode Island Red laying hens and in goats.

In the poultry trial (n = 14 birds per group), 400 mL of the

suspension was added daily to the solid feed for 10 days. The laying rate of the treatment group increased from 50% (7/14) to 100% (14/14), while the control group showed no change; the difference was statistically significant (Fisher's exact test, $p = 0.003$). A qualitative improvement in yolk coloration and consistency was also recorded.

Key words: microalgae, animal nutrition, livestock production, prebiotic, sustainability

Introducción

La producción pecuaria en México representa un pilar estratégico para la seguridad alimentaria y la economía rural del país. En el sector avícola, México se posiciona como uno de los principales productores a nivel mundial; según datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2024), la producción nacional de huevo para plato supera las 3.1 millones de toneladas anuales, lo que refleja la relevancia de este sector en la dieta de la población. Por otro lado, la caprinocultura desempeña un papel socioeconómico fundamental, especialmente en las zonas áridas y semiáridas del norte y centro del país. Con un inventario que supera las 8.7 millones de cabezas, México mantiene una producción constante de carne y leche caprina, donde estados como Coahuila, San Luis Potosí y Nuevo León lideran la actividad, enfrentando retos constantes relacionados con la estacionalidad forrajera y el estrés ambiental (Tajonar et al., 2022; Ornelas-Eusebio et al., 2020).

Sin embargo, la producción animal moderna enfrenta desafíos significativos asociados al incremento en los costos de los insumos nutricionales y la presión por reducir el uso de antibióticos y aditivos sintéticos. Esta transición global hacia una producción más limpia ha impulsado la búsqueda de alternativas naturales que mejoren la eficiencia productiva sin comprometer la inocuidad. En este contexto, las microalgas han cobrado gran relevancia como una alternativa biotecnológica de alto valor (Mavrommatis et al.,

2023). Debido a su perfil bioquímico rico en aminoácidos, ácidos grasos, antioxidantes, vitaminas y pigmentos, estos microorganismos no solo actúan como suplementos nutricionales, sino que funcionan como potentes prebióticos capaces de modular el microbioma intestinal (Bature et al., 2022).

La literatura científica sugiere que la suplementación con microalgas vivas favorece la salud integral del animal al estimular una respuesta inmune más robusta y optimizar la biodisponibilidad de nutrientes a través de una mejor salud intestinal (Gadzama et al., 2025). A diferencia de los sustratos secos, las microalgas en estado vivo preservan metabolitos clave que actúan de manera inmediata en la fisiología del ave y el pequeño rumiante, facilitando una rápida absorción de compuestos bioactivos.

Bajo esta premisa, la empresa GEXUS®, ubicada en Nuevo León, ha desarrollado soluciones basadas en microalgas vivas diseñadas para maximizar la eficiencia metabólica en condiciones reales de producción. Estas tecnologías buscan fortalecer la resiliencia de los hatos y parvadas mediante la optimización de recursos, permitiendo que el productor alcance mejores índices de conversión y calidad de producto final de manera orgánica.

Ganamaxi es la solución biotecnológica de GEXUS® diseñada específicamente para la nutrición y salud animal. Se define técnicamente como una suspensión de microalgas vivas, formulada para actuar como un potente nutraceutico y prebiótico en diversas especies pecuarias.

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la suplementación con microalgas vivas como agente prebiótico en aves de postura de la raza Rhode Island Red y en ganado caprino, mediante un enfoque cuantitativo en el ensayo avícola y cualitativo/exploratorio en el ensayo caprino. Se analizó su impacto en parámetros productivos clave, tales como la tasa de postura y la recuperación de la

condición corporal, con el fin de proporcionar evidencia técnica que respalde el uso de microalgas vivas como una alternativa sustentable y rentable para la industria pecuaria nacional.

Material y métodos

Es importante señalar que el presente estudio tuvo un carácter exploratorio, por lo que algunas variables, particularmente en el ensayo caprino, fueron evaluadas de manera cualitativa. En este sentido, los resultados deben interpretarse como evidencia preliminar que requiere validación mediante estudios con diseño experimental controlado y análisis estadísticos robustos.

Localización

El ensayo en aves se llevó a cabo en una unidad de producción avícola ubicada en el municipio de Montemorelos, Nuevo León, México. Por su parte, el ensayo en caprinos se realizó en el municipio de Pesquería, Nuevo León, México.

Las dos localidades presentan condiciones climáticas características del noreste de México, con temperaturas elevadas durante el día y variaciones térmicas moderadas.

Datos de los animales

Para el ensayo en aves se utilizaron gallinas de postura de la raza Rhode Island Red, distribuidas en dos grupos de 14 individuos cada uno: un grupo testigo y un grupo de tratamiento. Ambos grupos fueron conformados procurando homogeneidad en las variables experimentales, incluyendo edad, dieta base y condiciones de manejo. Las aves tenían una edad aproximada de 1 año y recibieron la misma dieta basal durante todo el periodo experimental.

En el caso de los caprinos, se trabajó con dos grupos de 25 individuos cada uno, correspondientes a animales producto de la cruce Boer × Nubia. De igual

forma, los grupos fueron establecidos bajo criterios de homogeneidad en edad, peso corporal inicial, dieta base y condiciones de manejo. Los animales presentaban una edad aproximada de 9 meses y mostraban signos de deficiencia nutricional evidenciados por bajo peso y condición corporales reducida al inicio del ensayo.

Tratamiento

En aves, el tratamiento consistió en la adición diaria de 400 mL de suspensión de microalgas vivas durante un periodo de 10 días. La suspensión fue incorporada directamente al alimento sólido y distribuida en los comederos dentro del área experimental. El grupo testigo recibió únicamente la dieta convencional sin suplementación.

En caprinos, el tratamiento consistió en la adición diaria de 2 L de suspensión de microalgas vivas en el agua de bebida durante 6 días consecutivos, permitiendo su consumo *ad libitum*. El grupo testigo se mantuvo bajo condiciones convencionales sin suplementación.

En el ensayo avícola, se realizó la recolección diaria de huevos durante todo el periodo experimental (día 0 al día 9), registrando cada muestra de acuerdo con el día de evaluación. Para este estudio, las variables analizadas fueron el número de huevos y la coloración de la yema, evaluada de manera comparativa a lo largo del periodo experimental.

En el caso de los caprinos, la evaluación se limitó a un análisis cualitativo, basado en la observación de signos visibles de recuperación fisiológica. Estos incluyeron cambios en la condición corporal aparente, apariencia del pelaje, comportamiento general y estado físico observable de los animales durante el periodo de tratamiento.

Las observaciones en ambos ensayos se realizaron de manera continua, sin la aplicación de mediciones instrumentales ni análisis cuantitativos adicionales.



Figura 1. Mejora fisiológica tras la adición de Ganamaxi durante 6 días de aplicación en bebederos, identificado con el arete #110; A) Antes, día 0; B) Después, día 6.

Resultados y discusión

Ensayo en caprinos

En el ensayo caprino, las observaciones se realizaron a nivel grupal; sin embargo, se presenta un caso representativo con fines ilustrativos, la evidencia del cambio fenotípico observado en un ejemplar identificado con arete #110 tras la suplementación con microalgas vivas durante 6 días (Figura 1 y 2).



Figura 2. Incorporación de microalgas (Ganamaxi) al bebedero del grupo de tratamiento en caprinos.

Se observó una mejora notable en la condición corporal, reflejada en un incremento de la cobertura muscular y una recuperación en la conformación general del animal.

En la fase inicial, el ejemplar presentaba una marcada depresión en la región de la fosa paralumbar (ijar), así como exposición evidente de estructuras óseas, particularmente de las apófisis transversas lumbares, lo cual es indicativo de un estado de balance energético negativo. Posterior al tratamiento, se observó un incremento en el volumen abdominal y una mayor cobertura en la región dorsal, sugiriendo una recuperación fisiológica significativa.

Este efecto puede estar asociado con el papel de las microalgas como moduladores metabólicos, favoreciendo la eficiencia en la absorción de nutrientes y el aprovechamiento hídrico a nivel ruminal (Boukrouh et al., 2025).

La respuesta observada en un periodo corto sugiere que la suplementación no solo aporta nutrientes esenciales, sino que también impulsa procesos fisiológicos relacionados con el metabolismo energético (Silva et al., 2023).

Adicionalmente, se evidenció una mejora en la calidad del pelaje, pasando de una apariencia opaca a una textura más uniforme y brillante. Este cambio puede atribuirse a la biodisponibilidad de compuestos bioactivos presentes en las microalgas, tales como aminoácidos esenciales, vitaminas y antioxidantes (Orzuna-Orzuna et al., 2023).

La rapidez en la respuesta (6 días) sugiere un posible efecto sinérgico entre la nutrición directa y la modulación del microbioma gastrointestinal, favoreciendo una mejor asimilación de la dieta base.

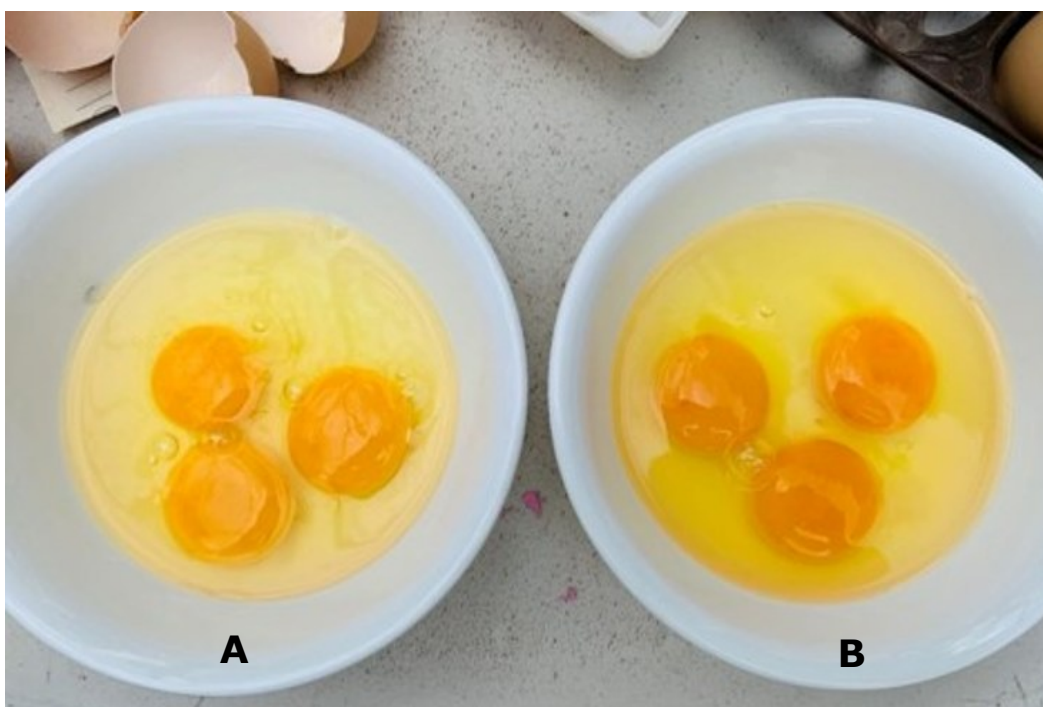


Figura 3. Cambios en la coloración de la yema tras la adición de Ganamaxi durante 10 días consecutivos en la mezcla de alimento en gallinas Rhode Island Red; A) testigo; B) tratamiento.

Ensayo en aves de corral

En las Figuras 3 y 4 se presentan los resultados de la evaluación de la calidad de la yema del huevo y tasa de postura en gallinas Rhode Island Red suplementadas con microalgas vivas durante 10 días.



Figura 4. Incorporación de Ganamaxi sobre la mezcla de alimento sólido en gallinas ponedoras.

La adición de 400 mL de suspensión de microalgas vivas al alimento sólido durante 10 días consecutivos produjo un incremento sostenido en la tasa de postura del grupo tratamiento (Tabla 1). Al inicio del ensayo, ambos grupos registraron una producción equivalente de 7 huevos en 14 aves (50% de postura). Al finalizar el periodo experimental, el grupo tratamiento alcanzó una producción de 14 huevos, correspondiente al 100% de postura, mientras que el grupo testigo se mantuvo sin variación en 7 huevos (50%). El incremento relativo del grupo tratamiento respecto al testigo fue del 100%, y dicho incremento fue progresivo a lo largo de los 10 días de suplementación. Adicionalmente, se registró una mejora cualitativa en la coloración de la yema en las aves del grupo tratamiento.

Para evaluar la significancia estadística de la diferencia observada, se empleó la prueba exacta de Fisher sobre una tabla de contingencia 2x2, comparando el

Tabla 1. Producción de huevo en gallinas Rhode Island Red bajo suplementación con microalgas vivas (400 mL/día, 10 días). Prueba exacta de Fisher

Grupo	n (aves)	Tasa de postura		Huevos al día 10	Incremento relativo (%)	p (Fisher)
		Inicio (%)	Final (%)			
Tratamiento	14	50	100	14	+100.0	0.003
Testigo	14	50	50	7	0.0	

Nota. Ambos grupos iniciaron con 7 huevos en 14 aves (50% de postura). Al día 10, el grupo tratamiento presentó postura del 100% (14/14 aves) y el grupo testigo se mantuvo en 50% (7/14 aves). La prueba exacta de Fisher (tabla 2×2: postura sí/no × grupo) confirmó diferencia estadísticamente significativa (p = 0.003). La mejora en coloración de yema fue observacional y no fue cuantificada estadísticamente.

número de aves que pusieron huevo al día 10 entre el grupo tratamiento (14/14) y el grupo testigo (7/14), obteniéndose un valor de p = 0.003, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa entre grupos. En cuanto a la calidad del huevo, se registró una mejora en la coloración de la yema, así como mayor consistencia y uniformidad. Estos efectos pueden atribuirse a la presencia de carotenoides y otros compuestos liposolubles presentes en las microalgas, los cuales se integran en el metabolismo del ave (Madacussengua et al., 2025).

A diferencia de sistemas convencionales donde se requieren pigmentantes sintéticos, la suplementación con microalgas permitió alcanzar una pigmentación uniforme de manera natural, lo que representa una ventaja en mercados que demandan productos más saludables.

Asimismo, el incremento en la tasa de postura y el vigor general de las aves sugieren una posible mejora en la eficiencia alimenticia, potencialmente relacionada con la modulación del microbiota intestinal y una mayor digestibilidad de los nutrientes (Resem et al., 2026). En conjunto, los resultados indican que la suplementación con microalgas vivas contribuye tanto a la mejora de parámetros productivos como a la optimización del metabolismo animal.

Limitaciones del estudio

El presente estudio tiene un carácter exploratorio y sus resultados deben interpretarse con cautela. En el ensayo avícola, el tamaño de muestra (n = 14 por grupo) es limitado para generalizar los hallazgos a otras condiciones de producción. En el ensayo caprino, la evaluación se realizó de manera cualitativa en un animal representativo, por lo que no es posible realizar inferencias estadísticas sobre el grupo completo. Adicionalmente, la duración de ambos ensayos (10 días en aves y 6 días en caprinos) no permite evaluar efectos a largo plazo sobre la producción o la salud animal. Se recomienda validar en posteriores estudios estos resultados integrando un mayor tamaño de muestra, diseño experimental controlado, seguimiento prolongado y análisis cuantitativos robustos que permitan establecer dosis óptimas y frecuencias de aplicación para cada especie.

Conclusiones

Los resultados del presente estudio sugieren que la suplementación con Ganamaxi (microalgas vivas), ya sea mediante el agua de bebida en caprinos o integrada en la mezcla de alimento para aves Rhode Island Red, genera una mejora en la condición fenotípica y los índices de productividad. En el caso de los

caprinos, la intervención de tan solo 6 días permitió una recuperación en la condición corporal y el vigor general, mientras que en las aves ponedoras se observó un incremento en la tasa de postura (pasando del 50% al 100%) y una optimización inmediata en la coloración y consistencia de la yema.

Estos hallazgos sugieren que la tecnología de microalgas vivas actúa como un catalizador biológico que incrementa significativamente la biodisponibilidad de nutrientes y metabolitos esenciales. Al mejorar la eficiencia metabólica y la salud intestinal, esta alternativa de suplementación nutrimental no solo potencia el rendimiento zootécnico, sino que también contribuye a una producción pecuaria más sostenible.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existe conflicto de interés en la realización del presente estudio.

Referencias

- Bature, A., Melville, L., Rahman, K.M., & Aulak, P. (2022). Microalgae as feed ingredients and a potential source of competitive advantage in livestock production: A review. *Livestock Science*, 259(104907), 104907. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.104907>
- Boukrouh, S., Mnaouer, I., Mendes de Souza, P., Hornick, J.-L., Nilahyane, A., El Amiri, B., & Hirich, A. (2025). Microalgae supplementation improves goat milk composition and fatty acid profile: a meta-analysis and meta-regression. *Archives Animal Breeding*, 68(1), 223–238. <https://doi.org/10.5194/aab-68-223-2025>
- Gadzama, I.U., Ray, S., Méité, R., Mugweru, I.M., Gondo, T., Rahman, M.A., Redoy, M.R.A., Rohani, M.F., Kholif, A.E., Salahuddin, M., & Brito, A.F. (2025). *Chlorella vulgaris* as a livestock supplement and animal feed: A comprehensive review. *Animals: An Open Access Journal From MDPI*, 15(6), 879. <https://doi.org/10.3390/ani15060879>
- Mavrommatis, A., Tsiplakou, E., Zerva, A., Pantiora, P.D., Georgakis, N.D., Tsintzou, G.P., Madesis, P., & Labrou, N.E. (2023). Microalgae as a sustainable source of antioxidants in animal nutrition, health and livestock development. *Antioxidants* (Basel, Switzerland), 12(10), 1882. <https://doi.org/10.3390/antiox12101882>
- Madacussengua, O., Mendes, A.R., Almeida, A.M., & Loredelo, M. (2025). Effects of using microalgae in poultry diets on the production and quality of meat and eggs: a review. *British Poultry Science*, 66(3), 374–390. <https://doi.org/10.1080/00071668.2024.2420330>
- Ornelas-Eusebio, E., García-Espinosa, G., Laroucau, K., & Zanella, G. (2020). Characterization of commercial poultry farms in Mexico: Towards a better understanding of biosecurity practices and antibiotic usage patterns. *PLoS One*, 15(12), e0242354. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242354>
- Orzuna-Orzuna, J.F., Chay-Canul, A.J., & Lara-Bueno, A. (2023). Performance, milk fatty acid profile and oxidative status of lactating small ruminants supplemented with microalgae: A meta-analysis. *Small Ruminant Research: The Journal of the International Goat Association*, 226(107031), 107031. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2023.107031>
- Resem, A.D.S., Rodrigues, D.C., Rodrigues, M.A., Jansen-Alves, C., Bona, N.P., Pereira, C.M.P. de, & Ramos, D.F. (2026). Use of microalgae in poultry farming: an alternative to reduce antibiotic dependence and improve meat and egg quality. *World's Poultry Science Journal*, 1–26.
- SIAP. Enlace de acceso (Fecha de consulta (06/04/2026)): https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_pecuario/
- Silva, M.R.L., Alves, J.P.M., Fernandes, C.C.L., Cavalcanti, C. M., Conde, A.J.H., Bezerra, A.F., Soares, A.C.S., Teixeira, D.Í.A., do Rego, A.C., & Rondina, D. (2023). Effect of short-term nutritional supplementation of green microalgae on some reproductive indicators of Anglo-Nubian crossbred goats. *Veterinary World*, 16(3), 464–473. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2023.464-473>
- Tajonar, K., López Díaz, C.A., Sánchez Ibarra, L.E., Chay-Canul, A.J., González-Ronquillo, M., & Vargas-Bello-Pérez, E. (2022). A brief update on the challenges and prospects for goat production in Mexico. *Animals: An Open Access Journal From MDPI*, 12(7), 837. <https://doi.org/10.3390/ani12070837>