

Aplicación de un fertilizante orgánico líquido y su aplicación en *Lactuca sativa*



Colaboración

Esmerralda Abigail García Suárez, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Misantla; Arely Sugey Núñez Serrano, Universidad Autónoma de Nuevo León; María Cristina López Méndez; Alan Antonio Rico Barragán, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Misantla

Fecha de recepción: 21 de mayo de 2025

Fecha de aceptación: 9 de septiembre de 2025

RESUMEN: Se evaluó el efecto de un fertilizante líquido orgánico elaborado a partir de contenido rumiante bovino sobre el crecimiento morfológico de la lechuga (*Lactuca sativa*), en comparación con un fertilizante químico y un tratamiento sin fertilizante. El experimento se llevó a cabo en Miahuatlán, Veracruz, aplicando los tratamientos mediante fertilización radicular y foliar. Se midieron la altura y el número de hojas de las plantas después de 60 días. Los resultados mostraron diferencias significativas entre los tratamientos y las técnicas de aplicación. El fertilizante orgánico aplicado por vía radicular generó la mayor altura promedio y un alto número de hojas, superando incluso al fertilizante químico. Estos hallazgos sugieren que el fertilizante orgánico líquido es una alternativa eficaz y sustentable en la producción agrícola de hortalizas.

PALABRAS CLAVE: Fertilizante orgánico líquido, *Lactuca sativa*, fertilización radicular, crecimiento vegetal, agricultura sustentable.

ABSTRACT: The effect of a liquid organic fertilizer made from bovine rumen content on the morphological growth of lettuce (*Lactuca sativa*) was evaluated, in comparison to a chemical fertilizer and a control treatment. The experiment was conducted in Miahuatlán, Veracruz, applying the treatments via root and foliar fertilization. Plant height and number of leaves were measured after 60 days. The results showed significant differences among treatments and application methods. Root-applied organic fertilizer produced the highest average height and a high number of leaves, even surpassing the chemical fertilizer. These findings suggest that liquid organic fertilizer is an effective and sustainable alternative for vegetable crop production.

KEYWORDS: Liquid organic fertilizer, *Lactuca sativa*, root fertilization, plant growth, sustainable agriculture.

INTRODUCCIÓN

En la agricultura, los fertilizantes orgánicos líquidos representan una sostenible e innovadora alternativa; son derivados de fuentes naturales y procesos orgánicos que ofrecen una forma eficiente y respetuosa con el ambiente de nutrir los cultivos, de combatir la desertificación, recuperar de fertilidad y de minimizar la contaminación ambiental por medio de la reducción, reutilización y reciclado de los residuos que contienen componentes importantes como

celulosas, hemicelulosas, ligninas, azúcares y compuestos nitrogenados [1].

Dentro de las zonas rurales, los desechos orgánicos más comunes incluyen a los residuos de los rumiantes; el estiércol y la sangre, que, junto a otros organismos, experimentan un proceso de descomposición natural creando un sistema equilibrado, generando finalmente materia orgánica que puede ser empleada para el compostaje mejorando la estructura del suelo y la capacidad para retener agua. Los contenidos rumiantes contienen un alto porcentaje de flora y fauna microbiana que favorecen la fermentación anaeróbica por lo que tiene un valor significativo en la agricultura, ya que si es gestionado adecuadamente puede convertirse en una fuente de nutrientes para el suelo a través de prácticas de compostaje. Otra de las ventajas es la reducción la acumulación de residuos en las explotaciones ganaderas y evitar problemas ambientales como la contaminación del agua y la emisión de gases de efecto invernadero [2].

Existe un gran interés de ganaderos, agricultores, técnicos y profesionales en la producción de fertilizantes orgánicos utilizando materia prima a partir de residuos de los desechos animales, alimentos y otras fuentes orgánicas, debido a su fácil producción e insumos que se requieren. En la actualidad, la producción de este tipo de fertilizantes es una alternativa de gran importancia debido a las altas demandas de alimentos sanos [3], una de los más producidos y consumidos son las hortalizas gracias a su fuente principal de vitaminas y minerales, y debido a que en su mayoría son de ciclo corto asimilan los nutrientes provenientes de fertilizantes sintéticos y orgánicos [4].

La lechuga forma parte del grupo de hortalizas de hoja y es ampliamente consumida a nivel global. La producción de lechuga ha alcanzado un éxito notable en los mercados internacionales, destacándose por su gran diversidad de cultivares. En los últimos años, este cultivo ha experimentado un avance significativo, tanto en términos de rendimiento como de calidad, lo que ha incrementado de manera considerable su demanda entre la población [5].

Por lo tanto, para este trabajo se plantea el uso de contenido rumiante bovino para la elaboración de fertilizante líquido orgánico mediante el proceso de fermentación anaeróbica y evaluarlo mediante un diseño de experimentos en la morfología del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*).

MATERIAL Y MÉTODOS

Sitio de Estudio

La presente investigación se llevó a cabo en la localidad de Miahuatlán, Veracruz (19° 42' 13" N, 96° 51'

51" O, 1970 msnm). El estudio tuvo una duración de 60 días de trabajo experimental, complementados por 50 días destinados al establecimiento del ensayo. Este enfoque metodológico permitió una evaluación del crecimiento morfológico de la lechuga *Lactuca sativa* [6], garantizando la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos.

Diseño del Experimento

En charolas de germinación fueron colocadas semillas del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) Hortaflor™, utilizando además sustrato de coco. Durante 20 días, las charolas de germinación se mantuvieron bajo una estructura enmallada protegida del sol, agua y aire, aplicando riego de agua por las mañanas mediante un sistema de riego por aspersión [7].

Posteriormente, las plántulas fueron trasplantadas a macetas donde la preparación del suelo se realizó de forma manual, asegurando una mezcla homogénea del sustrato de coco para optimizar las condiciones de crecimiento [8].

Fertilizante orgánico líquido

La generación del fertilizante se obtuvo a partir de la siguiente mezcla: 62% de agua, 31% de materia ruminal sin líquido, el cual previamente fue retirado mediante una malla, 2.5% de melaza y 2.5% de leche, 0.6% de ceniza y 0.09% de melaza, teniendo un total de 40 kg. después de 50 días, el fertilizante orgánico fue cosechado.

Aplicación del Fertilizante Orgánico

El uso del fertilizante orgánico se comparó con un fertilizante químico comercial (Nufoly™), además de establecer un grupo de control sin aplicación de fertilizante para evaluar el impacto de los tratamientos. Se realizaron un total de cuatro aplicaciones de fertilizante, una cada 10 días [9], cada aplicación presentó un volumen de 20 mL al 20%. A los 60 días después del trasplante, se realizó la medición de las variables de altura (cm) y número de hojas.

De igual manera se determinó el mejor tipo de aplicación, es decir la evaluación de una fertilización radicular o foliar, teniendo un total de 8 repeticiones por tratamiento.

Comparación de resultados

La variabilidad de los datos, así como la comparación entre los diferentes tratamientos se analizaron mediante diagramas de cajas y bigotes, los cuales son útiles como representaciones gráficas de los resultados. Se aplicó una prueba T de Student, con un $\alpha = 0.05$, lo anterior para evaluar la efectividad entre la forma de aplicación del fertilizante (foliar o radicular) y su relación con el número de hojas y la altura de las plantas, la prueba se llevó a cabo mediante el software Minitab.

RESULTADOS

Los datos obtenidos muestran cómo distintos tipos de fertilización; orgánica (FO), química (FQ) y el control sin fertilización (SF) y sus vías de aplicación (radicular vs. foliar) influyen en el desarrollo de *Lactuca sativa* en términos de número de hojas y altura.

Número de hojas de *Lactuca sativa*

En lo que se refiere, al número de hojas, el uso de un fertilizante ya sea orgánico o líquido, muestra un mayor número de hojas que el tratamiento sin fertilizante (SF). En la aplicación foliar ver Figuras 1, la mediana mostrada por el fertilizante químico supera al orgánico (21.87 vs 21.12), observando una mayor dispersión de los resultados en el fertilizante orgánico líquido.

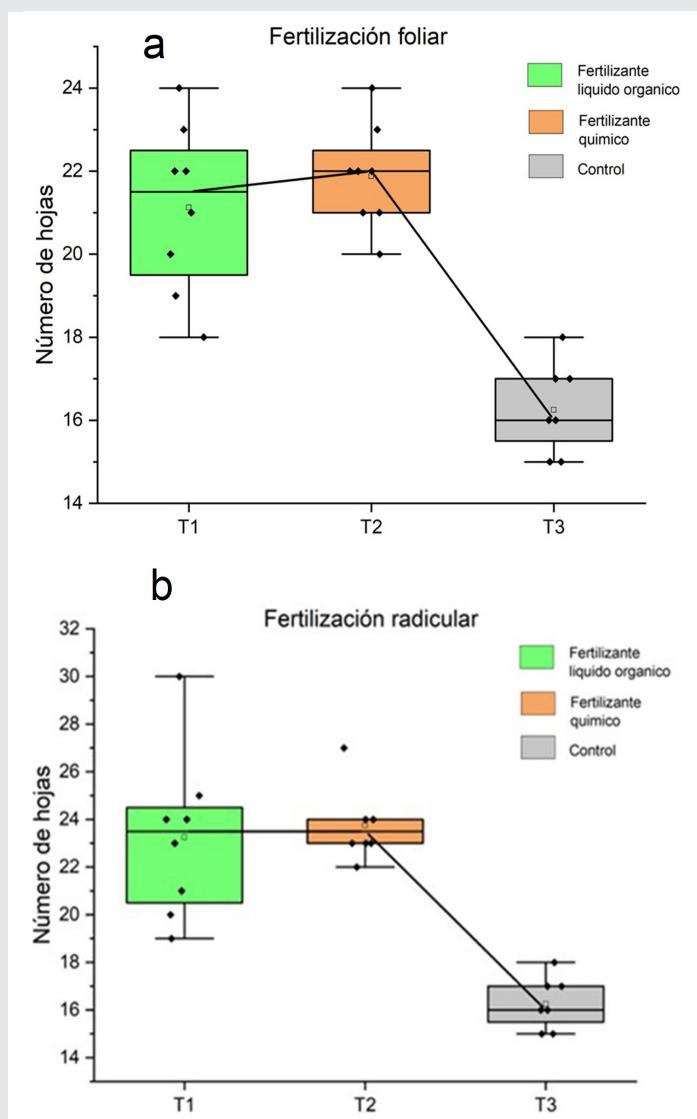


Figura 1. Comparación de número de hojas a partir de diversos fertilizantes y su aplicación a) foliar b) radicular.

Fuente: Elaboración propia.

Las diferencias observadas en ambos fertilizantes pueden considerarse como no significativa. En lo

que respecta a una aplicación radicular, la mediana alcanzada del número de hojas fue muy similar (FQ: 23.75 vs FO: 23.50). De igual manera se observa una mayor dispersión, en los resultados mostrados por el fertilizante líquido orgánico, alcanzando un número de 30 hojas de *Lactuca sativa*. El tratamiento sin fertilización (SF) mostró un valor considerablemente menor en ambas formas de aplicación, indicando un impacto claro de la fertilización sobre el desarrollo foliar.

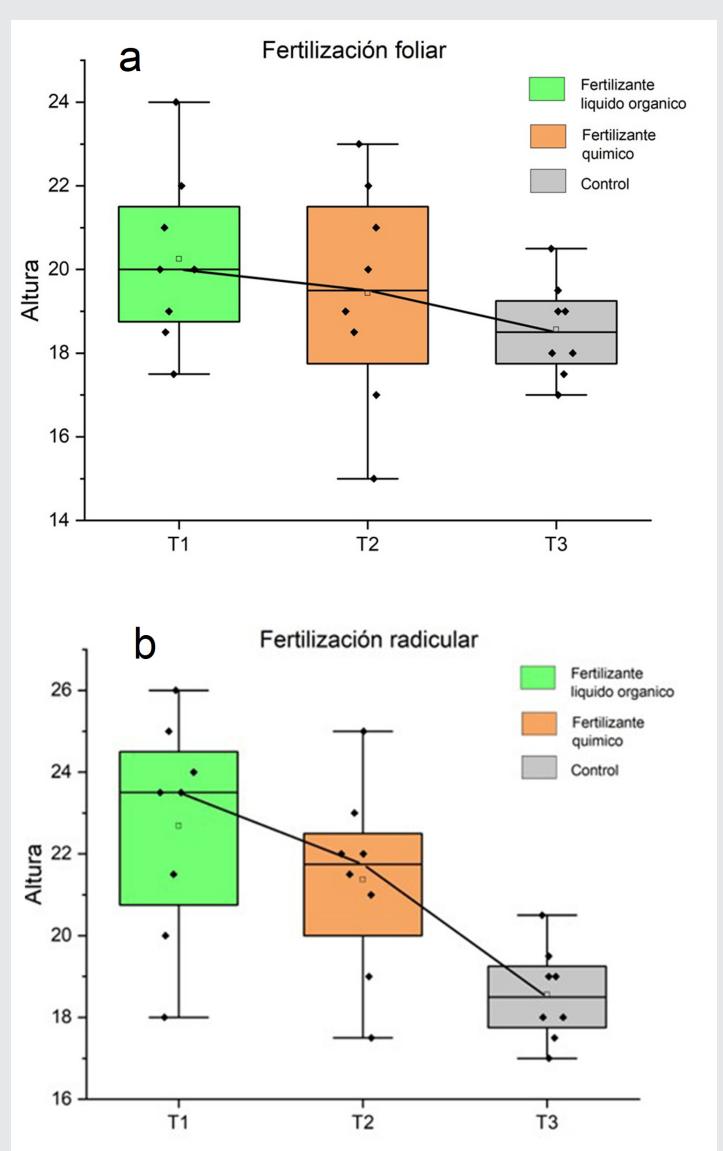


Figura 2. Comparación de la altura (cm) a partir de diversos fertilizantes y su aplicación a) foliar b) radicular.

Fuente: Elaboración propia.

Altura de *Lactuca sativa*

Dentro del parámetro de la altura (cm) alcanzada por la planta ver Figura. 2 después del tiempo de aplicación del fertilizante (60 días), se observó que el fertilizante orgánico alcanzo una altura cercana a los 24 cm con una mediana de 20 cm, mientras que el fertilizante químico presente una mediana por de-

bajo del fertilizante líquido orgánico (19.5 cm) y a la altura máxima mostrada fue cercana a los 23 cm.

En lo que corresponde a la aplicación por vía radicular (ver Fig. 2b), el FO presentó mejores resultados, incluso superando los de la aplicación foliar. La mediana obtenida por el FO superó los 23 cm, alcanzando su punto mayor cercano a los 26 cm.

Su contraparte, FQ mostró una mediana cercana los 22 cm y teniendo su valor más alto rondando los 25 cm. De igual manera, se observa que el uso de un fertilizante, orgánico o químico, presenta mejoras en la altura de las plantas a comparación del control donde no se utiliza ningún agente de fertilización.

Comparación entre tipos de aplicación

Los resultados, tanto del número de hojas como de la altura obtenida por la Lactuca sativa, muestra que la aplicación por vía radicular genera mejores efectos sobre la planta, independientemente el tipo de fertilizante utilizado Tabla 1. En el caso del FO, se observa más hojas y mayor altura utilizando una vía radicular que en una aplicación foliar. Con la misma tendencia se observa la aplicación radicular utilizando FQ.

Tabla 1. Análisis de la comparación de medias para el número de hojas y la altura promedio para los tipos de fertilización.

Tipo de Fertilización	Número de hojas	Altura (cm)
Radicular (B1)	23.5	22.03
Foliar (B2)	21.5	19.84

Fuente: Elaboración propia.

En el caso del número de hojas, una vía radicular mejora hasta un 11% la cantidad de hojas mostradas, mientras que, en el caso de la altura, se tiene una mejora de cerca del 10% respecto a la aplicación foliar ver Tabla 1.

Estos datos pueden sugerir que una aplicación radicular es más eficiente para la absorción de nutrientes, especialmente en el caso del fertilizante orgánico. Aunque faltaría determinar la cantidad de nutrientes o otros tipos de fertilizantes para concluir lo anterior.

La dispersión de los datos se puede observar en la Figura 3. En el caso, número de hojas, la aplicación radicular muestra una dispersión más homogénea a comparación de una fertilización por la vía radicular, aunque se encontraron dos valores atípicos (27 y 29).

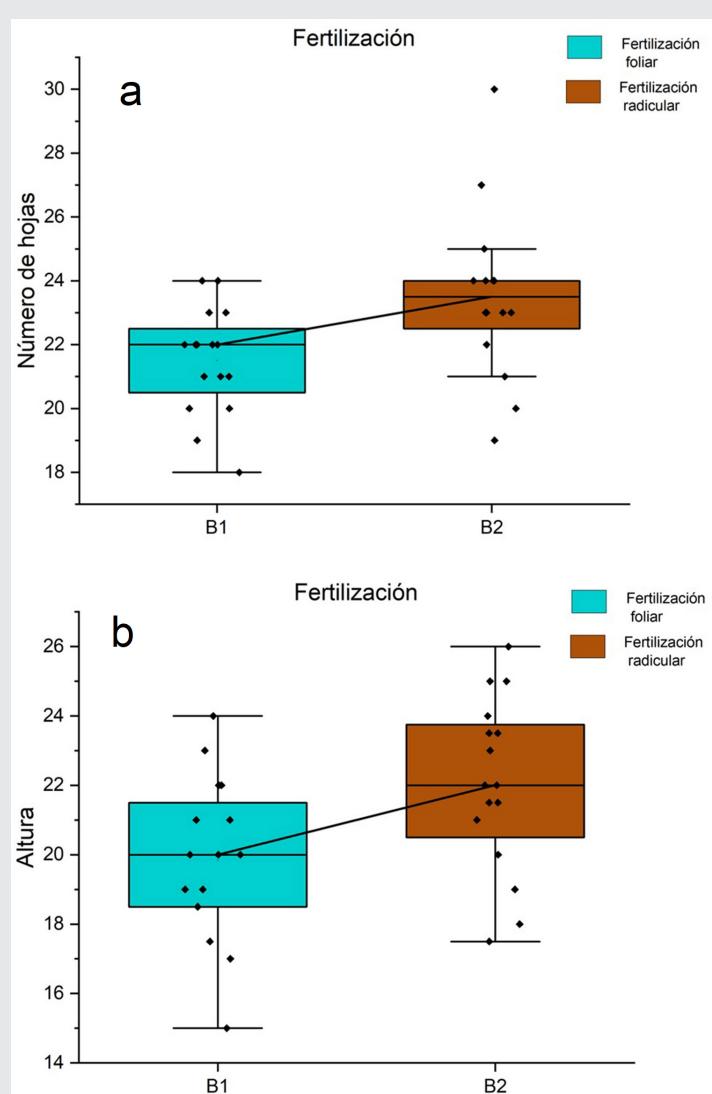


Figura 3. Comparación del a) número de hojas y b) altura (cm) promedio para el tipo de aplicación fertilización B1 (Radicular) y B2 (Foliar).

Fuente: Elaboración propia.

Mientras que, en la variable de la altura, la dispersión en ambos tipos de vía de aplicación, foliar o radicular, es similar y no se encuentran datos atípicos.

La comparación entre las medias del tipo de fertilización radicular y foliar se realizó mediante una prueba T de Student ($\alpha = 0.05$), utilizada para comparar la media de dos grupos y confirmar si existe una diferencia significativa. En el caso del número de hojas, se concluye que existe diferencia significativa entre una aplicación foliar y una aplicación tipo radicular ($\alpha = 0.05 > 0.015 = p$). De igual manera, en la variable de la altura, existe diferencia estadística entre el tipo de aplicaciones ($\alpha = 0.05 > 0.015 = p$).

Los anteriores datos, reflejan que la utilización de una fertilización orgánica mediante una vía radicular presenta mejoras a comparación de la otra vía, además del uso de un fertilizante comercial químico, abriendo

las posibilidades de la aplicación de este fertilizante en otras condiciones y con otro tipo de plantas.

CONCLUSIONES

Se realizó una aplicación de un fertilizante líquido orgánico a partir de residuos rumiantes y se comparó con un fertilizante químico en la producción de *Lactuca sativa*. Los resultados muestran diferencias en el crecimiento de la lechuga en función del tipo de fertilizante y la técnica de aplicación. La aplicación de fertilizante líquido orgánico mediante fertilización radicular resultó en la mayor altura promedio. Sin embargo, al utilizar fertilización foliar, no se encontraron diferencias significativas entre los fertilizantes químico y orgánico, ambos presentando rendimientos similares.

Los resultados del estudio indican que tanto el fertilizante líquido orgánico como el químico presentan efectos en el crecimiento de la lechuga, superando al tratamiento de control en todas las variables analizadas. La fertilización radicular demostró ser la más efectiva, alcanzando promedios de 23.5 hojas y 22.03 cm de altura, siendo el fertilizante líquido orgánico el que mostró un efecto superior en comparación con el químico.

En posteriores estudios, se buscará la aplicación en otros tipos de plantas y con diferente configuración del fertilizante líquido orgánico.

AGRADECIMIENTOS

EAGS agradece a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación por la Beca de Manutención No. CVU 1308351.

BBIBLIOGRAFÍA

- [1] Marín, D. (2019). *Impacto del Uso de Biofertilizantes a Base de Residuos Orgánicos en los Suelos*.
- [2] Chungandro, K. (2023). *Obtención de fibra a partir de la masa ruminal de ganado bovino para aplicación agroindustrial*. Universidad Nacional de Chimborazo.
- [3] Rueda, L. (2022). *Evaluacion de productividad de ajo (*Allium sativum L.*), con la aplicacion de tres fertilizantes organicos en el canton San Pedro de Huaca*. Universidad Politécnica Estatal del Carchi.
- [4] Chiara, P. (2020). “Efecto de dos abonos foliares orgánicos en la caracterización agronómica del cultivo de espinaca (*spinacea oleracea L.*) en el centro experimental de Cota.” Universidad mayor de San Andrés.
- [5] Cabrera, J. A. (2021). *Evaluación de Cuatro Cultivares de Lechuga en Parámetros Agronómicos similares en la granja santa Ines*.

[6] Meskelu, A.F. Senbeta, Y.G. Keneni, G. Sime (2024). *Growth and marketable yield of lettuce (*Lactuca sativa L.*) as affected by bio-slurry and chemical fertilizer application*, *Heliyon* 10 e23600.

[7] Chowdhury, A. Espinoza-Ayala, U.C. Samarakoon, J.E. Altland, T. Yang. (2024). *Substrate Comparison for Tomato Propagation under Different Fertigation Protocols*, *Agriculture* 2024, Vol. 14, Page 382 14 (2024) 382.

[8] Soura, I. Dianda, B. Lankoande.(2024). *African Journal of Agricultural Research Production of lettuce (*Lactuca sativa*) under a soilless system based on coconut fibers (*Cocos nucifera*)*, 20 (2024) 886-895.

[9] Nurhayati, S.D. Aplanaidu, E. Wibowo, S. Avisema. (2024). *Increased growth and yield of green lettuce (*Lactuca Sativa L.*) using inorganic fertiliser types*, *Brazilian Journal of Biology* 84 (2024) e283598

