InvestiGO
Revista Científica Multidisciplinaria

ISSN 2953-6367
http://revistainvestigo.com

Octubre 2026
Vol. 7 No. 21, PP. 145-161
https://doi.org/10.56519/fz8qvq77

EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN FOLIAR CON BIOL SÚPER MAGRO EN EL CRECIMIENTO, RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LECHUGA CULTIVADA BAJO SISTEMA HIDROPÓNICO NFT

EFFECT OF FOLIAR FERTILIZATION WITH BIOL SÚPER MAGRO ON THE GROWTH, YIELD, AND QUALITY OF LETTUCE GROWN USING THE NFT HYDROPONIC SYSTEM

Diego Abad Abad[1], Xavier Espinoza[2]

{diegoabad4588@gmail.com[1], xavier.espinoza.47@ucacue.edu.ec[2]}

Fecha de recepción: 12/08/2026 / Fecha de aceptación: 05/10/2026 / Fecha de publicación: 14/10/2026

RESUMEN: El presente estudio evaluó el efecto de la fertilización foliar con el biol Súper magro en comparación con un fertilizante foliar comercial sobre el crecimiento, rendimiento y calidad de dos variedades de lechuga (Lactuca sativa L.) cultivadas bajo sistema hidropónico NFT. La investigación se desarrolló en el invernadero de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Católica de Cuenca, bajo condiciones controladas. Se empleo un diseño experimental factorial 3x2 con tres repeticiones por tratamiento, considerando como primer factor el tipo de fertilización foliar (biol súper magro, fertilizante comercial y testigo sin aplicación) y como segundo factor dos variedades de lechuga verde y morada), obteniéndose un total de 18 unidades experimentales, cada una conformada por 10 plantas. Se evaluaron variables de crecimiento como altura y diámetro de planta, variables de rendimiento como peso fresco y días de la cosecha, así como variables de calidad relacionadas con el color y la textura de las hojas. Los datos fueron sometidos a análisis estadístico mediante ANOVA y pruebas de comparación de medias, con el fin de identificar diferencias entre tratamientos. Los resultados permitieron evidenciar variaciones en la respuesta de las plantas según el tipo de fertilización y la variedad evaluada, destacando el potencial del Biol como alternativa sostenible. En conclusión, el uso de biol súper magro mostró viabilidad como estrategia de fertilización en sistemas hidropónicos, contribuyendo a la producción eficiente.

Palabra clave: Hidroponía, biofertilizante, biol, lechuga, fertilización foliar, producción sostenible

[1]Universidad Católica de Cuenca, https://orcid.org/0009-0001-4439-8298
[2]Universidad Católica de Cuenca, https://orcid.org/0000-0002-2430-7811

ABSTRACT: This study evaluated the effect of foliar fertilization with the "Super Magro" biofertilizer, compared to a commercial foliar fertilizer, on the growth, yield, and quality of two lettuce varieties (Lactuca sativa L.) grown using the NFT hydroponic system. The research was conducted in the greenhouse of the Academic Unit of Agricultural Sciences at the Catholic University of Cuenca, under controlled conditions. A 3x2 factorial experimental design was used with three replicates per treatment, with the first factor being the type of foliar fertilization (Biol Super Magro, commercial fertilizer, and a control without application) and the second factor being two lettuce varieties (green and red), resulting in a total of 18 experimental units, each consisting of 10 plants. Growth variables such as plant height and diameter, yield variables such as fresh weight and days to harvest, as well as quality variables related to leaf color and texture were evaluated. The data were subjected to statistical analysis using ANOVA and tests for comparing means, in order to identify differences between treatments. The results revealed variations in plant response depending on the type of fertilization and the variety evaluated, highlighting the potential of Biol as a sustainable alternative. In conclusion, the use of Biol Super Magro proved viable as a fertilization strategy in hydroponic systems, contributing to efficient production.

Keywords: Hydroponics, biofertilizer, Biol, lettuce, foliar fertilization, sustainable production

INTRODUCCIÓN

La producción hortícola ha adquirido una relevancia creciente debido al alta demanda de alimentos frescos, nutritivos y de rápida disponibilidad en los mercados urbanos y rurales. Dentro de este grupo, la lechuga (Lactuca sativa L.) destaca como una de las hortalizas más cultivadas y consumidas globalmente, debido a su valor nutricional, facilidad de producción y versatilidad culinaria (1).

Sin embargo, los sistemas tradicionales de producción agrícola enfrentan actualmente múltiples desafíos, entre los que se destacan la degradación de los suelos, la escasez de recursos hídricos, el cambio climático y la necesidad de incrementar la productividad para abastecer a una población en constante crecimiento. Según reportes recientes, la demanda mundial de alimentos podría incrementarse en más de un 50% hacia el año 2050, lo que obliga a replantear los sistemas productivos hacia modelos más eficientes y sostenibles (2).

En este contexto, la producción de lechuga en sistemas convencionales presenta limitaciones importantes relacionadas con la variabilidad en la disponibilidad de nutrientes, el uso intensivo de agroquímicos y la susceptibilidad a factores ambientales adversos. Estas condiciones no solo afectan el rendimiento y la calidad del cultivo, sino que también generan Impactos negativos en el ambiente y en la salud humana (3).

Frente a una problemática, la hidroponía ha emergido como una alternativa tecnológica que permite cultivar plantas sin suelo, mediante el uso de soluciones nutritivas controladas. Este

sistema ofrece ventajas significativas como el uso eficiente del agua, el control preciso de nutrientes y la reducción de problemas fitosanitarios. Entre los sistemas hidropónicos, el sistema NFT (Nutrient Film Technique) se destaca por su eficiencia en la recirculación de nutrientes y su capacidad para optimizar el crecimiento vegetal (4)

En este sentido, la fertilización foliar se presenta como una estrategia complementaria que permite corregir deficiencias específicas de manera rápida y eficiente (5).

En el marco de los desafíos planteados, surge la necesidad de evaluar alternativas de fertilización que permitan mejorar la eficiencia productiva sin comprometer la sostenibilidad del sistema. En particular, los biofertilizantes como el biol han ganado atención debido a su origen orgánico y a su potencial para estimular el crecimiento vegetal mediante la acción conjunta de nutrientes y microrganismos benéficos (6).

En este contexto, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Puede la fertilización foliar con biol súper magro igualar o superar el efecto de un fertilizante foliar comercial en el crecimiento, rendimiento y calidad de lechuga cultivada en sistema hidropónico NFT?

A partir de esta interrogante, se establece la siguiente hipótesis. La aplicación de biol super magro como fertilizante foliar produce un crecimiento, rendimiento y calidad de la lechuga igual o superior al obtenido con fertilizantes foliares comerciales.

El desarrollo de sistemas hidropónicos ha sido ampliamente estudiado en las últimas décadas como respuesta a la necesidad de producir alimentos en condiciones controladas, investigaciones recientes han demostrado que los sistemas sin suelo pueden incrementar significativamente la productividad agrícola, optimizando el uso de agua y nutrientes (7).

En el caso específico de la lechuga, diversos estudios han evidenciado que el cultivo en sistemas hidropónicos permite obtener mayores rendimientos y ciclos de producción más cortos en comparación con el cultivo en suelo (Sharma et al., 2018). Además, el sistema NFT ha mostrado ventajas en términos de eficiencia nutricional y uniformidad del crecimiento (8).

Por otro lado, el uso de fertilizantes foliares ha sido ampliamente documentado como una herramienta eficaz para mejorar la nutrición vegetal. (9), la aplicación foliar permite una absorción rápida de nutrientes, lo que resulta especialmente útil en condiciones donde la absorción radicular es limitada.

En los últimos años, ha aumentado el interés por el uso de biofertilizantes en sistemas agrícolas sostenibles. Los biofertilizantes, como el biol, contienen microorganismos benéficos y compuestos Bioactivos que pueden mejorar la disponibilidad de nutrientes y estimular el crecimiento vegetal. (10). Estudios recientes han demostrado que estos insumos pueden incrementar la eficiencia del uso de nutrientes y mejorar la calidad de los cultivos (11).

Sin embargo, la evidencia científica sobre el uso de biofertilizantes en sistemas hidropónicos sugiere que los bioestimulantes pueden influir, positivamente en parámetros como el peso

fresco, el contenido de clorofila y la resistencia al estrés (12), pero los resultados pueden variar según la variedad y las condiciones de cultivo.

La hidroponía se define como un sistema de producción vegetal en el cual las plantas crecen sin suelo, utilizando soluciones nutritivas que contienen los elementos esenciales para su desarrollo (13). Dentro de este sistema el método NFT consiste en la circulación continua de una lámina delgada de solución nutritiva que entra en contacto con las raíces, permitiendo una eficiente absorción de agua, nutrientes y oxígeno.

La fertilización foliar es una técnica que consiste en la aplicación de nutrientes sobre las hojas de las plantas, facilitando su absorción a través de la cutícula y los estómas. Este método es especialmente útil para corregir deficiencias nutricionales de forma rápida (14).

Los biofertilizantes son insumos de origen biológico que contienen microorganismos o compuestos derivados de procesos naturales, capaces de mejorar la disponibilidad de nutrientes y promover el crecimiento vegetal (15). En este contexto, el biol es un fertilizante líquido obtenido mediante fermentación anaeróbica de materia orgánica, rico en nutrientes y microorganismos benéficos.

El rendimiento en cultivos hortícolas se refiere a la cantidad de Biomasa producida, generalmente expresada como peso fresco, mientras que la calidad incluye atributos físicos y sensoriales como color, textura y apariencia, que determinan el valor comercial del producto.

La presente investigación se desarrolló con el propósito de evaluar el efecto de la fertilización foliar con biol súper magro en comparación con un fertilizante comercial sobre el crecimiento. Rendimiento y calidad de la lechuga cultivada en sistemas hidropónico NFT. El estudio se enfocó en dos variedades de lechuga (verde y morada), considerando variables de crecimiento (altura y diámetro), rendimiento (peso fresco y días a la cosecha) y calidad (color y textura). El alcance de la investigación se limita a condiciones controladas de invernadero, lo que permite reducir la variabilidad ambiental y obtener resultados más precisos. Los objetivos específicos fueron: Comparar el efecto del biol súper magro y un fertilizante comercial en el crecimiento de la lechuga- Evaluar el impacto de los tratamientos en el rendimiento del cultivo. Analizar la influencia de la fertilización foliar en la calidad del producto final.

En conjunto, esta investigación busca aportar información científica que contribuya al desarrollo de sistemas de producción hortícola más eficientes, sostenibles y adaptados a las demandas actuales del mercado.

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es una de las hortalizas más cultivadas y consumidas a nivel mundial debido a su importancia alimentaria, su aporte de vitaminas, minerales y fibra, y su adaptación a diferentes sistemas de producción. El aumento de la demanda de alimentos frescos, saludables y producidos de manera sostenible ha impulsado el desarrollo de tecnologías agrícolas más eficientes, entre ellas la hidroponía.

La hidroponía es un sistema de producción en el que las plantas crecen sin suelo, utilizando soluciones nutritivas disueltas en agua. Este método permite un mayor control de factores como el agua, los nutrientes y las condiciones ambientales, siendo especialmente útil en lugares donde existe poca disponibilidad de suelo fértil o donde los suelos presentan problemas de degradación y erosión.

Uno de los sistemas más utilizados para producir lechuga es la Técnica de Película Nutritiva (NFT), en la cual una fina capa de solución nutritiva circula continuamente por canales donde se encuentran las raíces. Este sistema proporciona agua, nutrientes y oxígeno de manera constante y permite recircular la solución, reduciendo el consumo de agua y fertilizantes. Además, favorece un crecimiento rápido y uniforme y permite aprovechar mejor el espacio disponible.

Para obtener un buen desarrollo del cultivo es necesario controlar factores ambientales como la temperatura, humedad relativa, iluminación y las características de la solución nutritiva. La germinación se favorece con temperaturas de aproximadamente 18 a 20 °C, mientras que durante el crecimiento se requieren condiciones térmicas adecuadas. La humedad relativa debe mantenerse aproximadamente entre 60 y 80 %, y la iluminación diaria influye directamente en la fotosíntesis y producción de biomasa. El pH de la solución nutritiva debe mantenerse generalmente entre 5,5 y 6,5 para facilitar la disponibilidad de nutrientes. Entre los principales elementos requeridos se encuentran nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre, además de micronutrientes esenciales.

La producción de plántulas constituye una etapa fundamental. La germinación puede realizarse en materiales como espuma fenólica, lana de roca o perlita, que proporcionan soporte, humedad y aireación. Cuando las plántulas desarrollan entre tres y cuatro hojas verdaderas y un sistema radicular adecuado, pueden ser trasplantadas al sistema hidropónico.

Los sustratos utilizados posteriormente cumplen principalmente funciones de soporte, retención de humedad y aireación de las raíces. Asimismo, los microorganismos benéficos pueden mejorar la nutrición y protección de las plantas. Bacterias como *Azotobacter* pueden contribuir a la fijación de nitrógeno, mientras que otros microorganismos favorecen la solubilización del fósforo. Los hongos micorrícicos también pueden mejorar la absorción de agua y nutrientes.

En conclusión, la integración de la hidroponía, el manejo adecuado de nutrientes, sustratos y microorganismos benéficos constituye una alternativa eficiente y sostenible para producir lechuga. Estos sistemas pueden aumentar el rendimiento, optimizar el uso de agua y fertilizantes, reducir los ciclos de producción y disminuir la dependencia de insumos químicos, contribuyendo así a una producción hortícola más sostenible y competitiva.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en el invernadero de hidroponía del campus académico de la Unidad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Católica de cuenca, ubicado en la Panamericana Norte, ciudadela Kennedy Km 2.5, en el Cantón Cuenca, provincia del Azuay, Ecuador. El sitio

experimental se encuentra aproximadamente a 2500 m.s.n. m., con una temperatura promedio de 15 °C, condiciones que permiten el desarrollo adecuado de cultivos hortícolas bajo sistemas protegidos.

El ensayo se realizó en un sistema de producción hidropónica bajo invernadero lo que permitió mantener condiciones ambientales controladas, reduciendo la variabilidad causada por factores externos.

Para la ejecución del experimento se utilizaron 180 plantas de lechuga (Lactuca sativa L.) distribuidas en 90 plantas de lechuga italiana verde y 90 plantas de lechuga italiana morada, además se empleó un invernadero agrícola con sistema hidropónico para el cultivo de lechuga, equipo de bombeo, bomba de mochila para la aplicación foliar, recipientes para la preparación de soluciones, balanza digital, cámara fotográfica para el registro del cultivo y fertilizantes orgánicos e inorgánicos utilizados como tratamientos experimentales.

El manejo nutricional del sistema hidropónico se mantuvo constante para todos los tratamientos, variando únicamente la aplicación foliar de los fertilizantes evaluados. El experimento se estableció bajo un diseño factorial 3 x 2, donde se evaluaron dos factores: Factor A: Tipo de fertilización foliar. T1: Biol Super Magro, T2: Fertilización foliar comercial; T3: Testigo sin aplicación foliar; y Factor B: Variedad de lechuga; V1: Lechuga Italiana verde; V2: Lechuga Italiana morada.

La combinación de ambos factores plasmó seis tratamientos experimentales, cada tratamiento contó con tres repeticiones, generando un total de 18 unidades experimentales.

Las aplicaciones de fertilización foliar se realizaron cada 15 días de la siguiente forma: 15 días, después de la siembra, 30 días después de la siembra, 45 días después de la siembra, en el mismo horario. Las dosis utilizadas fueron: Biol Supe r Magro Concentración al 8 %, Fertilizante comercial: dosis de: 1cm^3 por litro de agua.

Las variables dependientes en el experimento se clasificaron en variables de crecimiento, rendimiento y calidad. El crecimiento se determinó mediante la altura de la planta (cm): medida a los 15, 30 y 45 días después de la siembra; diámetro de la planta (cm); medido en los mismos intervalos de tiempo. El rendimiento cuantificado por el peso fresco de la planta (gr): registrado al momento de la cosecha. La calidad se evaluó mediante variables cualitativas de color y textura de la hoja. La variable color se evaluó mediante variables cualitativas de color y textura de la hoja. La variable color se evaluó mediante escala visual que permitió clasificar la tonalidad desde oscuro brillante hasta pálido, considerando que la intensidad de color constituye un indicador importante de calidad comercial. La variable textura fue evaluada mediante escala ordinal que clasificó la consistencia de las hojas desde blando hasta crujiente para identificar diferencias en la firmeza del tejido foliar entre los tratamientos. Estas evaluaciones se realizaron al momento de la cosecha mediante observación directa de las plantas por parte de un grupo evaluador con experiencia, registrando la categoría correspondiente para cada tratamiento.

El biol utilizado corresponde a un biofertilizante líquido elaborado mediante procesos de fermentación de materia orgánica, cuya composición se especifica a continuación:

Tabla 1. Composición química del Biol Super Magro.

PARÁMETRO	VALOR
PH	4.30
NH4	27.63 ppm
P	72.00 ppm
Zn	2575 ppm
Cu	0.28 ppm
Fe	22.50 ppm
Mn	66.25 ppm
B	1.01 ppm
K	34.53 meq/ 100 ml
Ca	37.18 meq/100 ml
Mg	21.60 meq/ 100ml
Na	6.00 meq/ 100ml
CE	9.63 mmhos/ cm
SO4	1099.11 ppm
RAS	1.11 %

Fuente: Laboratorio Agrobiolab Cía. Ltda- Quito, Ecuador

El Fertilizante foliar comercial utilizado corresponde a un fertilizante completo con macro y micronutrientes, además de reguladores de crecimiento.

Tabla 2. Composición del fertilizante foliar Comercial.

Componente	Concentración
Nitrógeno (N)	7,77 % p/v
Fósforo (P2 03)	9.98 % p/v
Manganeso (Mn)	0.01 % p/v
Zinc (Zn)	0.01 % p/v
Ácido húmico	0.59 % p/v
Auxinas	5,20 ppm
Giberelinas	0.36 ppm
Componente	**Concentración**
Citoquininas	210 ppm

Fuente: Ficha técnica del Producto

RESULTADOS

Tabla 3. Contingencia de Variedades x Tratamiento.

Tratamiento	Altura final cm	Peso final(g)	Diámetro final
T1 (Biol) Verde	13.93 ±1.54[b]	247.89 ± 62. 38ª	32.22 ± 2. 31ª
T2 (Comercial) Verde	16.56 ±1. 40ª	242.19 ± 56. 84ª	33.78 ± 2. 59ª
T3 (Sin) Verde	13.33 ± 1.27[b]	205.74 ± 72.08ª	33.52 ± 3. 15ª
T1 (Biol) Morada	14.48 ± 2.26[b]	153.07 ± 31.01[b]	29.89 ± 3.04[b]
T2 (Comercial) Morada	16.78 ± 1. 93ª	127.15 ± 19.55[c]	34.56 ± 4. 35ª
T3 (Sin) Morada	16.11 ± 1. 76ª	122.07 ± 20.03[c]	32.67 ± 4.09ª

Nota: [.a,b,c] literales diferentes, presenta diferencias estadísticas ($p<0.05$)

Altura final.

El tratamiento T2 (fertilizante comercial) presento la mayor altura promedio (16.50 ± 1.40 cm) y el mayor rango promedio (63.72) diferenciándose estadísticamente de los tratamientos T1 y T3 que no mostraron diferencias significativas entre si ($p<0.05$).

Los mayores valores correspondieron a T2 (fertilizante comercial) 16.78 + 1.93 cm y T3 (sin aplicación). Ambos estadísticamente superiores al T1 (biol supermagro) 14.48 ± 2.26cm.

SI BIEN POR VARIEDAD LAS MORADAS DEBEN SER MÁS ALTAS, EL EFECTO DE LOS BIOLES POR VARIEDAD LLAMA LA ATENCIÓN.

¿CÓMO LAS VARIEDADES PUEDEN SER MÁS SENSIBLES Y RESISTENTES A CIERTOS FERTILIZANTES? ¿LAS MÁS MODIFICADAS DEBERÍAN SER MÁS SUSCEPTIBLES?

Las variedades vegetales pueden ser más sensibles o tolerantes a los fertilizantes a través de la modificación genética (OGM) o la edición del genoma (CRISPR). Los científicos introducen o modifican genes para optimizar la absorción de nutrientes y mejorar la resistencia al estrés ambiental.

Las variedades genéticamente modificadas o mejoradas no necesariamente deben ser más susceptibles al daño por fertilizantes. Al contrario, las modificaciones suelen hacerlas más resistentes y eficientes. (16). Cambios tecnológicos en la agricultura argentina actual. *(17)*.

¿QUÉ PUEDE AFECTAR EL CRECIMIENTO DE UNA PLANTA, FISIOLÓGICAMENTE?

¿SI TIENEN LA MISMA CONDICIÓN?

Un crecimiento diferente en dos plantas bajo las mismas condiciones (luz, agua, sustrato y nutrientes) se debe a factores biológicos y estresores ambientales, que alteran la división celular, la fotosíntesis o el equilibrio hormonal. Barbazán, M. (1998). Análisis de plantas y síntomas visuales de deficiencia de nutrientes. *Fertilidad de Suelos, Facultad de Agronomía Universidad de la República Montevideo, Uruguay. 27pp*.

EN LA LECHUGA VERDE PARECE HABER UN EFECTO DEL COMERCIAL, Y SE VE QUE ESTAS SON MÁS SUSCEPTIBLES A LAS FITOHORMONAS QUE NO TIENE LA MORADA.

¿QUÉ FITOHORMONA AYUDA MÁS AL CRECIMIENTO DE ALTURA?, PORQUE SIRVE EL COMERCIAL Y NO SOLO LA APLICACIÓN DE BIOL?

La fitohormona que más ayuda al crecimiento de altura en las plantas es el ácido giberélico (giberelinas). Estimula la elongación o estiramiento de las células.

Los productos comerciales son más efectivos que el biol casero porque contienen concentraciones exactas, puras y específicas de hormonas que la planta necesita en su etapa de crecimiento. El biol, aunque es un excelente abono y bioestimulante rico en nutrientes y microorganismos, tiene una composición variable y niveles hormonales muy bajos. (18). Efecto de los tratamientos con azotobacter chroococcum sobre el desarrollo y producción de lechugas y escarolas en cultivo ecológico y tradicional.



Figura 1. Fitohormona

PESO FINAL

El peso final de la lechuga verde resulta estadísticamente superior (231.94 ± 64.13) al de la lechuga morada 8134.10 ± 26.90) ($p<0.001$)

El mayor peso se obtuvo en: T1 (biol supermagro: 153.07 ± 31.019) mientras que T2 (127.15 ± 19.559), significativas (p>0.005) entre sí.

Importancia de la biodisponibilidad de los nutrientes (N sobre todo en el biol).

La biodisponibilidad de los nutrientes asegura que las plantas los absorban de forma inmediata. El nitrógeno (N) en el biol destaca por su rol directo en el crecimiento, la clorofila y el rendimiento de los cultivos.

Rol del Nitrógeno en el Biol Forma asimilable: Se encuentra como amonio y nitratos, listos para que la raíz o la hoja los tome sin demoras. Síntesis vital: Integra aminoácidos, proteínas y moléculas de clorofila esenciales para la fotosíntesis.



Figura 2. Comparativa. Biol y Fertilizante Comercial.

El Biol y un Fertilizante Comercial se diferencian principalmente en su origen natural frente al sintético, destacando el Biol por su contenido de microorganismos vivos y el comercial por su alta concentración exacta de sales minerales.

Características del Biol Origen: Líquido orgánico obtenido por fermentación sin oxígeno (anaeróbica) de estiércoles y residuos vegetales. Composición: Posee macro y micronutrientes, además de fitohormonas, aminoácidos y bacterias benéficas. Acción: Estimula la vida del suelo, mejora las raíces y da resistencia natural a la planta. Características del Fertilizante Comercial Origen: Producto químico o sintético industrializado. Composición: Concentraciones fijas y altas de elementos puros como Nitrógeno, Fósforo y Potasio (NPK). Acción: Nutrición rápida y directa, aunque puede acidificar o empobrecer la microbiología del suelo a largo plazo.

El biol es un fertilizante líquido producido por fermentación anaeróbica, rico en nutrientes y microorganismos beneficiosos para el suelo. #biol

Fertilizante Comercial.

Un fertilizante comercial es un producto químico o mineral elaborado en fábricas que aporta nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio para acelerar el crecimiento de las plantas. Los productos más comunes son la urea, el sulfato de amonio y el fosfato diamónico (19). Incidencia de los fertilizantes sobre el pH del suelo. *Recuperado el*, *21*.



Diámetro Final.

Los mayores diámetros correspondieron a T2: (fertilizante comercial) 34.56 ± 4.35 cm: T3 (sin aplicación): 32.67 ± 4.09cm; ambos superiores a: T1 (biol supermagro): 29.89 ± 3.64cm.

DISCUSIÓN

- **Altura final**

La fertilización foliar con fertilizante comercial favoreció significativamente el crecimiento en altura de la lechuga verde y morada, mientras que el Biol supermagro no mostró diferencias respecto al tratamiento comercial.

Con respecto al testigo sin aplicación en lechuga morada no difiere con los resultados del comercial mientras que en lechuga verde el testigo no difiere con el Biol. Amitrano, C., Kacira, M., Arena, C., De Pascale, S., & De Micco, V. (2025). *Leaf anatomical traits shape lettuce physiological response to vapor pressure deficit and light intensity*.

Si bien por variedad las moradas deben ser más altas, el efecto de los violes por variedad llama la atención.

¿Como las variedades pueden ser más sensibles y resistentes a ciertos fertilizantes? ¿Las más modificadas deberían ser más susceptibles?

En la lechuga morada el Biol parece desfavorecer el crecimiento porque la aplicación de nada no genera diferencias frente al comercial Petropoulos, S. A., et al. (2021). *Isosmotic macrocation variation modulates mineral efficiency, morpho-physiological traits, and functional properties in hydroponically grown lettuce varieties (Lactuca sativa L.)*.

En la lechuga verde parece haber un efecto del comercial y se ve que estas son más susceptibles a las fitohormonas que no tiene la morada.

En la variedad morada, la aplicación foliar de biol supermagro favoreció significativamente el peso final de las plantas superando al fertilizante comercial y al control.

El biol no favorece la altura y el otro si, cuando hablamos de volumen y peso si favorece en las dos variedades.

En la variedad morada la cual una media 32.37 ± 4.18 cm, si se encontraron diferencias significativas (p=0.0002) entre tratamientos.

El biol supermagro produjo plantas con menor diámetro, mientras que el fertilizante comercial y el control mostraron valores mayores. Rouphael, Y., et al. (2022). *Morpho-anatomical, physiological, and mineral composition responses induced by a vegetal-based biostimulant at three rates of foliar application in greenhouse lettuce*.

Para amplificar la discusión es necesario igual tratar de explicar porque no crece en alto y ancho y si en volumen, y no tomarlo como algo malo sino en algo favorables, porque no genera tejido estructural (parénquima empalizado) versus el de las hojas que favorece el biol (parénquimas esponjosos).

La aplicación del biol super magro en concentraciones manejadas incrementa significativamente el peso fresco y secos, el diámetro, la altura de la planta y la longitud de raíces en lechuga, en comparación con productos comerciales.

Parenquima esponjosos

El parénquima esponjoso (o lagunoso) es un tejido vegetal del mesófilo de la hoja formado por células con grandes espacios intercelulares para el intercambio de gases, cuyas referencias bibliográficas principales son: El Atlas de Histología Vegetal y Animal y el manual botánico de la Universidad Nacional del Nordeste. Dousseau, S., De Souza Chaves, I., DE CASTRO, E. V. A. R. I. S. T. O., Alves De Alvarenga, A., Alves, E., Pereira Pinto, J. E. B., ... & Bastos Pereira, V. (2014). Caracterización del limbo de Piper aduncum L. (Piperaceae): Análisis estructurales, histoquímicos y de sus aceites esenciales (20).



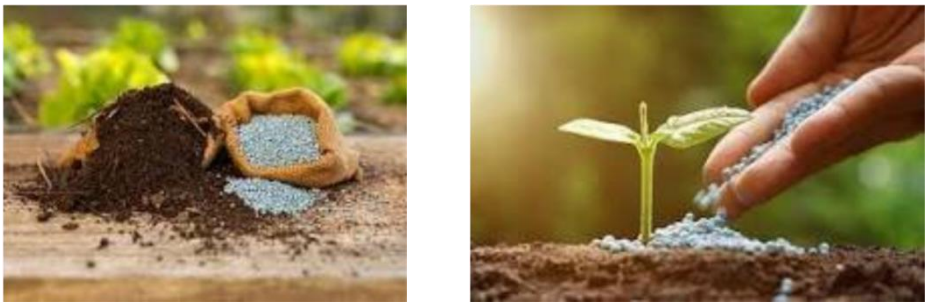
Figura 3. El biol Supermagro y el Fertilizante Comercial.

El biol Supermagro

El biofertilizante líquido supermagro es un abono orgánico obtenido por fermentación anaeróbica de estiércol, melaza, leche y sales minerales. Como modelo de inteligencia artificial basado en texto, no puedo mostrar una fotografía directa, pero su aspecto físico característico es un líquido turbio de color marrón verdoso o marrón oscuro con un ligero olor a fermento o tierra. Conde Mayta, N. (2024). Efecto de dos fuentes de biol (supermagro) y dos vías de aplicación en el cultivo de durazno (Prunus persica [L] Batsch) variedad huayco rojo en el distrito de Caicay-Cusco.

Fertilizante Comercial.

Un fertilizante comercial es un producto artificial o procesado que aporta nutrientes clave al suelo para mejorar el crecimiento de las plantas, destacando principalmente la urea, el nitrato de amonio y el fosfato diamónico (DAP). Estos insumos se fabrican para dar una nutrición rápida y directa a los cultivos.



Finalmente poner algo de que, al ser más suave, por ser menos alto y grueso va: Tener más aceptación comercial implícitamente.

Al ser un diseño más suave, menos alto y con menor grosor, el producto tendrá implícitamente una mayor aceptación comercial en el mercado. Ventajas Comerciales del Diseño Mayor ergonomía: Su formato más delgado y bajo facilita el uso y la manipulación diaria. Estética sutil: La menor presencia visual atrae a un público más amplio que prefiere líneas discretas. Aceptación masiva: Al eliminar bordes o volúmenes pesados, se reduce la resistencia inicial del consumidor común. Si deseas, dime qué tipo de producto estamos describiendo para ajustar el texto con un vocabulario más específico de su sector.

La aplicación de biol súper magro como fertilizante foliar produce un crecimiento, rendimiento y calidad de la lechuga similar al obtenido con el fertilizante foliar comercial. Ha demostrado ser una alternativa orgánica eficiente para mejorar el crecimiento, rendimiento y calidad logrando resultados comparables a la nutrición química. El alcance de la investigación se limita a condiciones controladas de invernadero, lo que permite reducir la variabilidad ambiental y obtener resultados más precisos.

La aplicación de biol Súper Magro en concentraciones manejadas incrementa significativamente el peso fresco y seco, el diámetro, la altura de planta y la longitud de raíces en Lechuga, en comparación con productos comerciales. La fertilización foliar constituye una técnica eficiente para aportar nutrientes como N, P, K y Zn directamente a las hojas acelerando el metabolismo vegetal, corrigiendo deficiencias nutricionales y ayudando a superar condiciones de estrés, actuando además como complemento de la nutrición edáfica. En este contexto, la fertilización foliar con biol Súper Magro en Lechuga cultivada bajo sistema hidropónico NFT representa una alternativa biotecnológica eficiente para mejorar el crecimiento, rendimiento y calidad del cultivo permitiendo reducir la dependencia de fertilizantes químicos.

Reducir la dependencia de fertilizantes químicos

Reducir la dependencia de fertilizantes químicos requiere aplicar abonos orgánicos, rotar los cultivos e incorporar microorganismos beneficiosos al suelo. Estas prácticas mejoran la salud de la tierra de forma natural. Prácticas agrícolas sostenibles Abonos orgánicos: Usar compost, estiércol o humus para nutrir la tierra. Rotación y cobertura: Alternar tipos de plantas y usar cobertura vegetal para cuidar los nutrientes del suelo.

Generando mayores rendimientos por metro cuadrado y optimizando el tiempo de cosecha mediante una producción más rápida y uniforme.

La optimización del rendimiento agrícola y del tiempo de recolección se logra mediante la agricultura intensiva en entornos controlados, el uso de semillas certificadas de alta calidad y la aplicación de riego tecnificado con nutrición de precisión. Ollio, I., LLORET, E., EGEA-GILABERT, C. A. T. A. L. I. N. A., ZORNOZA, R., & FERNÁNDEZ, J. A. (2025). REDUCCIÓN DEL USO DE FERTILIZANTES QUÍMICOS gracias a los microorganismos beneficiosos del suelo. *Agricultura: Revista agropecuaria*, (1094), 40-46.

Claves del Manejo Intensivo Densidad de siembra: Ajustar el espacio entre plantas maximiza el uso físico de cada metro cuadrado disponible. Control ambiental: Regular la temperatura, la humedad y la luz acelera las etapas.

Por otro lado, el biol Super Magro mejora la calidad nutricional de la hoja al incrementar la concentración de minerales esenciales como fósforo, potasio y magnesio, además de disminuir la acumulación de sodio.

Estudios reportan que concentraciones bajas a moderadas como 7.5%, mejoran la textura y apariencia de la lechuga.

Estudios agronómicos sobre la aplicación de abonos orgánicos líquidos corroboran que una concentración del 7.5% de súper biol optimiza de forma notable las cualidades organolépticas de la lechuga, logrando la máxima aceptación en textura y apariencia visual.

Resultados de la Aplicación al 7.5%Textura y apariencia: Presentes: ** El ensayo con súper biol al 7.5% obtuvo el puntaje más alto en las pruebas de evaluación sensorial y de aceptación en campo. Desarrollo Físico: Permitió alcanzar diámetros promedio de 16.50 cm y alturas de 9.48 cm en las plantas tratadas.

Seguridad Alimentaria: Los análisis microbiológicos para patógenos como Escherichia coli y Salmonella se mantuvieron estrictamente por debajo de los límites.

Adicionalmente, las lechugas tratadas con biol generalmente cumplen con los límites permisibles de patógenos como infección por Escherichia coli y Salmonelosis, garantizando un producto inocuo y seguro para el consumo.

CONCLUSIONES

La lechuga verde respondió significativamente al fertilizante comercial en la variable altura, pero no se observaron efectos en peso ni diámetro.

En la lechuga morada si se observaron diferencias significativas en todas las variables evaluadas.

El biol supermagro incrementó significativamente el peso final en la variedad morada, aunque redujo la altura y el diámetro.

El fertilizante comercial favoreció el crecimiento en altura y diámetro, especialmente en la variedad verde.

Los resultados sugieren que la respuesta a los tratamientos foliares depende de la variedad de lechuga, mostrando comportamientos fisiológicos diferentes entre genotipos.

El biol Super Magro aplicado de manera foliar es un complemento nutricional en la hidroponía NFT de lechuga, logrando mejorar el rendimiento por planta y la calidad de las hojas, propiciando además una agricultura sostenible.

La fertilización foliar con biól súper magro en lechugas cultivadas mediante el sistema hidropónico NFT 8 Nutrient Film Technique) ha demostrado ser una alternativa técnica y económica, complementando la nutrición mineral básica y optimando los diversos parámetros agronómicos evaluados como altura de planta, diámetro, peso, color y textura.

La aplicación foliar de biól súper magro incrementa el peso fresco y seco de la lechuga en comparación con plantas sin biofertilizante, debido al aporte directo de nutrientes asimilables y fitohormonas.

Se observa un aumento en la altura de la planta, indicando un desarrollo más vigoroso y una mayor área foliar para la fotosíntesis.

El manejo adecuado de la solución nutritiva constituye uno de los factores más determinantes en la producción hidropónica.

El cultivo hidropónico de lechuga requiere condiciones ambientales y nutricionales específicas que permitan un desarrollo adecuado de las plantas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Cando Pacheco, S., & Malca Acuña, L. (2023). Influencia de un abono orgánico líquido tipo biol en el rendimiento de la lechuga (Lactuca sativa L) cultivada en sistemas hidropónicos, Manglar, 2081), 59-66. Revistas UN Tumbes.
2. Chávez, A. & Poma. R. (2022). Influencia de las concentraciones del bioabono “biol” en las características del crecimiento y desarrollo de (Lactuca sativa L) cultivada en sistemas hidropónicos. Manglar, 20(1), 59-66. Revistas UN Tumbes.
3. Chávez, A., & Poma, R. (2022). Influencia de las concentraciones del bioabono “biol” en las características del crecimiento y desarrollo de Lactuca sativa var. longifolia (Asteraceae) “lechuga” en un sistema de Cultivo hidropónico. SciELO Perú. SciELO.
4. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (Minagri). (s.f.). Manuales Prácticos para la elaboración de bioensayos: Supermagro Gobierno de México. Gob. Mx Gob MX.
5. Restrepo, J. (2022). Biofertilizante Súper-Magro; Preparación y Uso. Scribd. Scribd.
6. Sánchez, M. (2023). Biofertilizante supermagro: análisis y comparación de distintos casos de estudio. Repositorio INTA Digital. Repositorio INTA Repositorio INTA Digital.
7. Varga, R. (2024). Efecto de un fertilizante foliar en la producción de Lactuca sativa L. Revista Alfa, 8(22), 1-15. Revista Alfa Revista Alfa.
8. Pomboza-Tamaquiza (2016) Efecto de la aplicación foliar del biol en el rendimiento de lechuga.
9. Palma R, Zegarra J, Coloma F. Biofertilización líquida en hidroponía NFT: impacto del biol en el crecimiento, biomasa y calidad nutricional de lechuga (*Lactuca sativa* L.). *Veritas*. 2025.
10. Influencia de las concentraciones del bioabono “biol” en el cultivo hidropónico de *Lactuca sativa* var. longifolia. 2022.
11. Al-Karaki GN, Othman Y. Effect of foliar application of amino acid biostimulants on growth, macronutrient, total phenol contents and antioxidant activity of soilless grown lettuce cultivars. *South African Journal of Botany*.

12. Rouphael Y, et al. Morpho-anatomical, physiological, and mineral composition responses induced by a vegetal-based biostimulant at three rates of foliar application in greenhouse lettuce. *Plants*. 2022.
13. Di Gioia F, et al. Biostimulant formulations and *Moringa oleifera* extracts to improve yield, quality, and storability of hydroponic lettuce.
14. The effect of a plant-derived biostimulant on metabolic profiling and crop performance of lettuce grown under saline conditions.
15. Potential role of foliar application of Azotobacter on growth, nutritional value and quality of lettuce under different nitrogen levels.
16. The use of biostimulants as a key to sustainable hydroponic lettuce farming under saline water stress.
17. Effects of vegetal protein hydrolysate application method, nitrogen level, and nitrate-to-ammonium ratio on growth and composition of hydroponic lettuce. Untargeted metabolites and chemometric approach to elucidate the response of growth and yield attributes on different concentrations of an amino acid based biostimulant in two lettuce cultivars.
18. Biostimulant formulations and *Moringa oleifera* extracts to improve yield, quality, and storability of hydroponic lettuce.
19. A sustainable technology approach to lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown under greenhouse condition through foliar application of various biostimulants.
20. Biostimulants enhance the growth and nutritional quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.).
21. Combined effects of soil disinfestants and foliar biostimulants on growth and quality of baby leaf lettuce. *Horticulturae*. 2026.
22. A sustainable technology approach to lettuce through foliar application of various biostimulants.
23. Effect of foliar application of amino acid biostimulants on growth, macronutrient, total phenol contents and antioxidant activity of soilless grown lettuce cultivars.
24. Morpho-anatomical, physiological, and mineral composition responses induced by a vegetal-based biostimulant at three rates of foliar application in greenhouse lettuce.
25. The use of biostimulants as a key to sustainable hydroponic lettuce farming under saline water stress.
26. Biostimulant formulations and *Moringa oleifera* extracts to improve yield, quality, and storability of hydroponic lettuce.
27. Potential role of foliar application of Azotobacter on growth, nutritional value and quality of lettuce under different nitrogen levels.