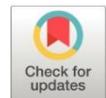


Estrategias de cultivo: comparativa de tipologías de lechuga en sistemas hidropónicos

Cultivation strategies: comparative analysis of lettuce typologies in hydroponic systems

- ¹ Andrea Patricia Guapi Auquilla  <https://orcid.org/0000-0003-0711-6391>
Docente Investigador de la Carrera de Agronomía, Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH).
aguapi@esPOCH.edu.ec
- ² Karen Paulina Robayo Carrillo  <https://orcid.org/0000-0002-1934-8395>
Investigador externo
karenrobayo72@gmail.com
- ³ Eduardo Patricio Salazar Castañeda  <https://orcid.org/0000-0001-7737-5415>
Docente Investigador de la Carrera de Ingeniería Forestal, Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH).
eduardo.salazar@esPOCH.edu.ec
- ⁴ Marco Aníbal Vivar Arrieta  <https://orcid.org/0000-0003-2638-6979>
Coordinador Proyecto de Vinculación Generación e implementación de alternativas tecnológicas para los sistemas de producción agropecuario forestales de la agricultura familiar de la Carrera de Agronomía, Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH).
marco.vivar@esPOCH.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 11/05/2024

Revisado: 08/06/2024

Aceptado: 09/07/2024

Publicado: 16/08/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i3.1.3141>

Cítese: Guapi Auquilla, A. P., Robayo Carrillo, K. P., Salazar Castañeda, E. P., & Vivar Arrieta, M. A. (2024). Estrategias de cultivo: comparativa de tipologías de lechuga en sistemas hidropónicos. *ConcienciaDigital*, 7(3.1), 68-82.
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i3.1.3141>



CONCIENCIA DIGITAL, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons AttributionNonCommercialNoDerivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras claves:

cultivo, tipologías, lechuga, sistemas hidropónicos

Keywords:

cultivation, typologies, lettuce, hydroponic systems

Resumen

Introducción. Las tendencias de producción principalmente por la falta de tierras productivas cada día van cambiando, se buscan alternativas que sean amigables con el ambiente y los agricultores para producir alimentos sanos. La investigación se realizó en la comunidad de Pantaño provincia de Chimborazo.

Objetivo La investigación tuvo como objetivo, evaluar la producción de tres tipologías de lechuga con dos soluciones nutritivas bajo un sistema hidropónico bajo invernadero en la comunidad de Pantaño. **Metodología.** El estudio consideró 3 variedades de lechuga V1: Jade, V2: Scarlet y V3: Starfighter y dos soluciones nutritivas. Se empleó el método NFT (Técnica de Película Nutritiva), se establecieron seis tratamientos, cada uno con tres repeticiones, utilizando un diseño completamente al azar (DBCA). Se realizó el análisis de varianza y se compararon las medias mediante separación de medias de Tukey al 5% de probabilidad. **Resultados.** Los resultados que destacaron en cuanto a la longitud de raíz a los 45 días, la V1 presento los mejores resultados con un promedio de 27,75 cm. La altura de la planta, las variedades V2 y V3 alcanzaron los mejores promedios, con 17,56 y 16,43 cm respectivamente. En términos de rendimiento se observó que la V1 respondió de mejor manera con la solución 2 obteniendo una media de 37612,5 kg ha⁻¹.

Conclusiones. La V1 se destacó por su longitud de raíz a los 45 días y su rendimiento en peso fresco, obteniendo resultados superiores en comparación con las otras variedades. **Área de estudio general:** Agricultura, **Área de estudio específica:** Agricultura. **Tipo de artículo:** original.

Abstract

Introduction. Production trends, due to the lack of productive land, are changing every day. Alternatives that are friendly to the environment and farmers are sought to produce healthy food. The research was conducted in the community of Pantaño, province of Chimborazo. **Objective** The objective of the research was to evaluate the production of three types of lettuce with two nutrient solutions under a hydroponic system under a greenhouse in the community of Pantaño. **Methodology.** The study considered 3 varieties of lettuce V1: Jade, V2: Scarlet and V3: Starfighter and two nutrient solutions. The NFT method

(Nutrient Film Technique) was used, six treatments were established, each with three repetitions, using a completely randomized design (DBCA). The analysis of variance was performed, and the means were compared using Tukey's separation of means at 5% probability. **Results.** The results that stood out in terms of root length at 45 days, V1 presented the best results with an average of 27.75 cm. In terms of plant height, varieties V2 and V3 achieved the best averages, with 17.56 and 16.43 cm respectively. In terms of yield, it was observed that V1 responded better with solution 2, obtaining an average of 37,612.5 kg ha⁻¹. **Conclusions.** V1 stood out for its root length at 45 days and its fresh weight yield, obtaining superior results compared to the other varieties. **General study area:** Agriculture, **Specific study area:** Agriculture.

1. Introducción

La agricultura sostenible actualmente pasa por circunstancias críticas, la disminución de las tierras cultivables, el aumento de la urbanización, seguido de la escasez de agua y el cambio climático preocupan a los agricultores, técnicos y científicos, ya que pueden perjudicar la salud humana y ambiental (Gruda, 2019).

La hidroponía es una tecnología de cultivo de plantas en solución nutritiva (agua que contiene fertilizante) con o sin el uso de medios artificiales (grava, vermiculita, lana de roca, turba, serrín, polvo de fibra de coco, fibra de coco, etc.) en ausencia de suelo (Sharma et al., 2018). Los nutrientes que necesitan las plantas para lograr un crecimiento adecuado los aporta la solución nutritiva (Lee et al., 2018; Hlophe et al., 2019).

Los sistemas hidropónicos requieren significativamente menos agua en comparación con los métodos de cultivo tradicionales. De hecho, hasta el 90% del agua utilizada en estos sistemas puede ser reciclada y reutilizada, lo que demuestra una eficiencia hídrica excepcional (Merling, 2020).

Además, la hidroponía ofrece la ventaja de no requerir el uso de maquinaria agrícola ni un gran esfuerzo físico por parte de los trabajadores. Esto no solo facilita el proceso de cultivo, sino que también contribuye a una mayor limpieza e inocuidad de los alimentos desde la siembra hasta la cosecha (Blanco-Capia et al., 2019).

Los sistemas hidropónicos son personalizados y modificados según el reciclaje y reutilización de solución nutritiva y medios de soporte. Los sistemas comúnmente

utilizados son mecha, goteo, reflujo, cultivo en aguas profundas y técnica de película de nutrientes (NFT) (Sharma et al., 2018).

El sistema más conocido es el NFT que corresponde a las siglas de *nutrient film technique*, que fue desarrollado a finales de 1960 por el Dr. Allan Cooper (Baixauli & Aguilar, 2002). Es un método para cultivar plantas con raíces que crecen en capas de nutrientes hidropónicos superficiales y circulantes para que las plantas puedan obtener suficiente agua, nutrientes y oxígeno. Para la instalación se emplean canales perfectamente nivelados, por los que circula la solución que circulan continuamente con una bomba (Iswanto et al., 2020).

Con estas técnicas se puede producir una amplia gama de cultivos comercializables, incluidos tomates, pimientos, pepinos, fresas y hortalizas verdes. La lechuga y las espinacas son las especies más prometedoras para crecer en sistemas de acuicultura e hidroponía debido a su alto crecimiento y capacidad de absorción de nutrientes (Kumar et al., 2021).

La lechuga es uno de los cultivos hortícolas más populares a nivel mundial, apreciada por su valor nutricional y versatilidad culinaria (Ayala et al., 2019; Lara-Izaguirre et al., 2020).

La lechuga hidropónica tiene un ciclo de vida mucho más breve que la lechuga cultivada usando métodos tradicionales. Los productores pueden recolectar la lechuga hidropónica después de solo 35 a 40 días de crecimiento y desarrollo, un período de tiempo significativamente más corto que el requerido para la lechuga cultivada en suelo (Sharma et al., 2018). En el caso de la lechuga cressa, su morfología y hábito de crecimiento se adaptan particularmente bien a los sistemas hidropónicos (Giacconi & Escaff, 2001).

Los diversos problemas agroclimáticos, como la erosión del suelo, el uso excesivo de plaguicidas, el cambio climático y, especialmente, el sistema de minifundios en nuestro país, han llevado a la necesidad de explorar nuevas alternativas para la producción de hortalizas. Entre estas alternativas se encuentra la producción hidropónica, que mejora los rendimientos al aumentar la calidad de las cosechas, reducir el tiempo de crecimiento y optimizar el uso del suelo, ya que requiere de áreas de cultivo más reducidas (Kumar et al., 2021).

Por lo tanto, el estudio del cultivo hidropónico de lechuga cressa reviste gran importancia, tanto desde el punto de vista productivo como económico y ambiental. Al proporcionar una alternativa sostenible a la producción tradicional, este tipo de investigación puede contribuir a mejorar la seguridad alimentaria y la rentabilidad de los sistemas hortícolas (Ayala et al., 2019; Lara-Izaguirre et al., 2020).

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la producción de tres tipologías de

lechuga con dos soluciones nutritivas bajo un sistema hidropónico en invernadero en la comunidad de Pantaño.

2. Metodología

La investigación se desarrolló en la comunidad Pantaño del cantón Chambo, provincia de Chimborazo, misma que se encuentra a una altitud de 2750 msnm, a 0,1°65' de Latitud Sur y a 79°40' de Longitud Oeste. El estudio se realizó bajo invernadero, para la implementación de este se construyó dos módulos de hidroponía en forma piramidal, automáticos, bajo el sistema de recirculación.

La investigación fue aplicada y a nivel experimental puro.

Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio se observa en la tabla 1.

Tabla 1

Lista de tratamientos

Número	Tratamiento	Descripción
1	S1V1	Solución 1 (Nitrato de amonio 0,33 g/L; nitrato de calcio 0,46 g/L; nitrato de potasio 0,28 g/L y microelementos 0.03 g/L) variedad 1 (Jade – lechuga semi verde)
2	S1V2	Solución 1 (Nitrato de amonio 0,33 g/L; nitrato de calcio 0,46 g/L; nitrato de potasio 0,28 g/L y microelementos 0.03 g/L) variedad 2 (Scarlet de hoja roja)
3	S1V3	Solución 1 (Nitrato de amonio 0,33 g/L; nitrato de calcio 0,46 g/L; nitrato de potasio 0,28 g/L y microelementos 0.03 g/L) variedad 3 Starfighter de hoja verde
4	S2V1	Solución 2 (Nitrato de amonio 0,33 g/L; nitrato de calcio 0,46 0,33 g/L; fosfato monopotásico 0,22 g/L y microelementos 0.03 g/L) variedad 1 (Jade – lechuga semi verde)
5	S2V2	Solución 2 (Nitrato de amonio 0,33 g/L; nitrato de calcio 0,46 0,33 g/L; fosfato monopotásico 0,22 g/L y microelementos 0.03 g/L) variedad 2 (Scarlet de hoja roja)
6	S2V3	Solución 2 (Nitrato de amonio 0,33 g/L; nitrato de calcio 0,46 0,33 g/L; fosfato monopotásico 0,22 g/L y microelementos 0.03 g/L) variedad 3 Starfighter de hoja verde

Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), que incluyó tres repeticiones y seis tratamientos, lo que resultó en un total de 18 unidades experimentales.

Variables evaluadas

Se evaluó las siguientes variables: Altura de la planta (cm), Longitud radicular (cm), Días a la cosecha, Rendimiento (kg ha^{-1}), Relación costo/beneficio

Análisis estadístico

Para contrastar los datos se utilizó un análisis de varianza del diseño de bloques completamente al azar a un nivel de significación de 0,05 y 0,01 y la prueba de comparaciones de medias de Tukey a un nivel de significación de 0,05%.

3. Resultados

Longitud radicular

En lo que respecta a la longitud radicular la evaluación se realizó cada 15 días obteniendo los siguientes resultados para los tratamientos estudiados.

Etapa inicial (15 días): el análisis de varianza en esta etapa nos indica que no hay diferencias significativas entre las soluciones utilizadas. No obstante, hay diferencias significativas ($p=0,0009$) para las variedades, en el rango a se encuentra V1(Jade) con una media de 20.82 cm y la menor longitud radicular presentan las V2 y V3 con medias de 15,3 y 15,18 cm respectivamente como se observa en la figura 1.

Etapa de desarrollo (30 días): el análisis de varianza en esta etapa nos indica que no hay diferencias significativas entre las soluciones. Sin embargo, se observan diferencias altamente significativas entre las variedades ($p = 0,0008$), en esta etapa se pudo evidenciar que presentaron mayor longitud radicular la V2 y V1 con medias de 27,24 y 27,22 cm respectivamente con un rango a, mientras que en el rango b se encuentra V1 con una media de 22,63 cm como se muestra en la figura 1.

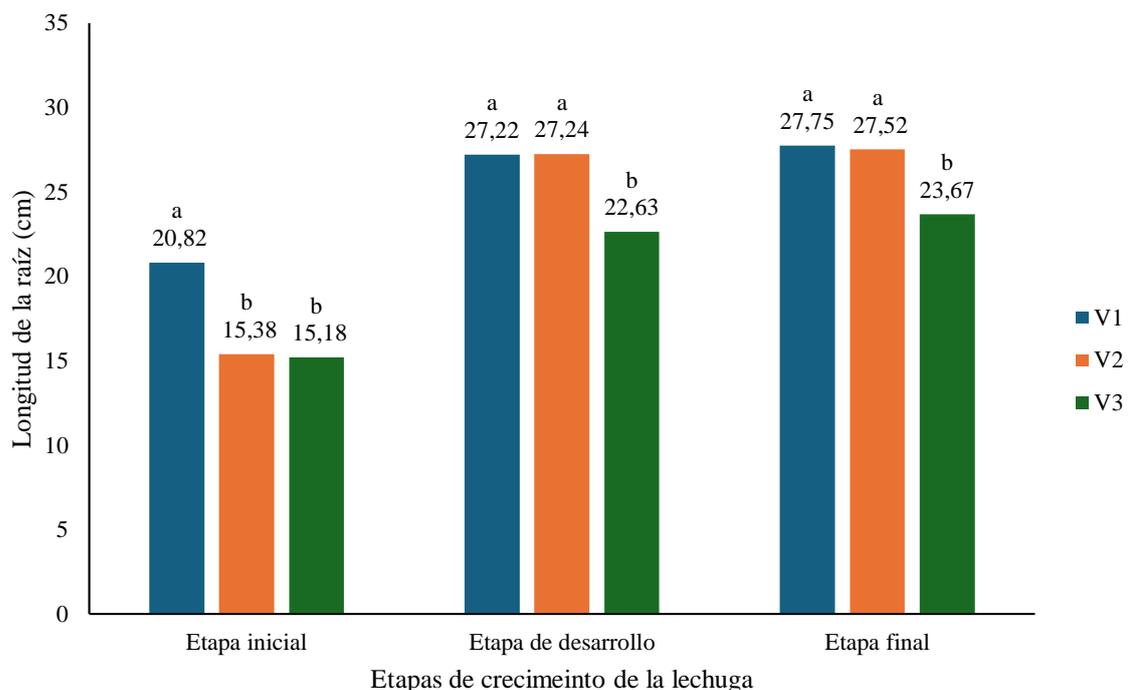
Etapa final (45 días): el análisis de varianza en esta etapa nos mostró que no hay diferencias significativas entre las soluciones. Sin embargo, se observan diferencias altamente significativas entre las variedades ($p = 0,0008$), en esta etapa se pudo evidenciar que presentaron mayor longitud radicular la V2 y V1 con medias de 27,75 y 27,52 cm respectivamente y la V1 con una media de 23,67 cm presentó el valor más bajo como se observa en la figura 1.

Discusión

Tejada (2022), en su evaluación obtuvo una longitud de raíz promedio de 20,92 cm, tomando en cuenta que aquí se estudió bajo la modalidad de sustratos. Por tanto, en nuestro trabajo se evidenció que existió un mayor desarrollo de la zona radicular debido a que existió una mejor asimilación de los nutrientes y por ende un mejor desarrollo de la planta esto los manifiestan (Iswanto et al., 2020).

Figura 1

Longitud radicular en las diferentes etapas con las tres variedades de lechuga



Nota: Las letras a y b corresponde a los rangos que arrojó la prueba de separación de medias de Tukey al 5%. (a más alto y b más bajo)

Altura de la planta (cm)

Con relación al crecimiento de la planta se evaluó la altura de la planta, en sus diferentes etapas fenológicas obteniendo los siguientes resultados:

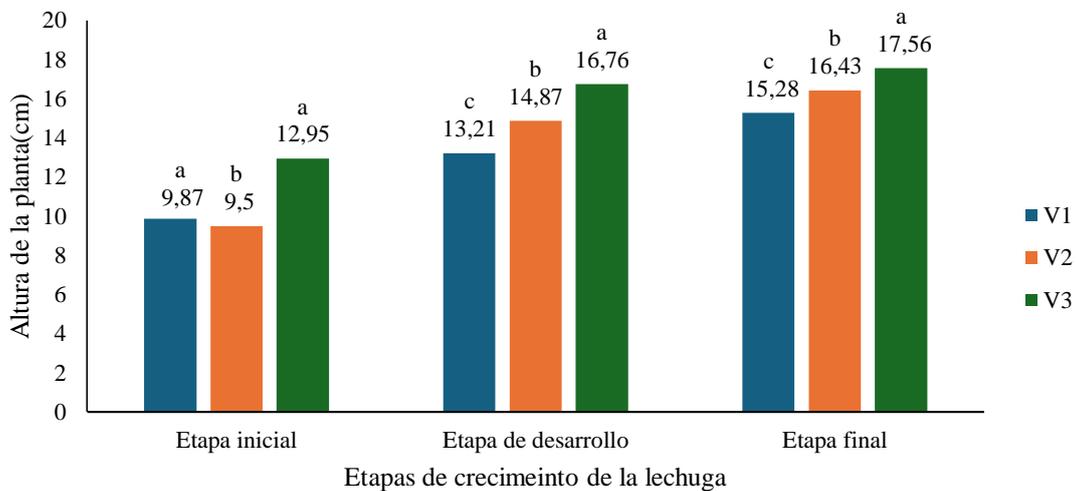
Etapa inicial (15 días): el análisis de varianza de los tratamientos evaluados indica que existe diferencias significativas ($p=0,0013$), las variedades 3 y 1 con unas medias de 12,95 y 9,87 cm siendo los valores más altos respectivamente, y la V2 llegó a una altura de 9,5 cm siendo la más baja se muestra en la figura 2.

Etapa de desarrollo (30 días): en esta etapa se pudo evidenciar con el análisis de varianza que existe diferencias significativas para las soluciones ($p=0,0178$) y diferencias altamente significativas para las variedades ($p= 0,002$). La V3 obtuvo una media de 16,76 cm de altura, siendo el valor más y la V1 llegó a medir 13,21 cm correspondiendo al valor más bajo se observa en la figura 2.

Etapa final (45 DDT): el análisis de varianza para esta etapa nos dice que hay diferencias significativas para las soluciones aplicadas ($p = 0,0062$) y también hay diferencias altamente significativas para las variedades ($p = 0,0011$). En la figura 2 se puede observar que el valor más alto la V3 con una media de 17,56 cm y el valor más bajo la V1 con un valor de 15,28 cm.

Figura 2

Altura en cn en las diferentes etapas con las tres variedades de lechuga



Nota: Las letras a, b y c corresponde a los rangos que arrojó la prueba se separación de medias de Tukey al 5%. (a más alto y c más bajo)

Discusión

La diferencia de altura que se le atribuye netamente a diferencias genéticas existentes entre las variedades cultivadas, en la manifestación de los fenotipos el ambiente es crucial para el desarrollo de este (Gonzales et al., 2013).

A lo largo de los días de observación, la variedad V3 (Starfigther) mostró en promedio una altura superior en comparación a las otras variedades, con una altura final de 17,56 cm superando la media de la V2 y V1 que alcanzaron una altura de 16,43cm y 15,28cm

respectivamente, esta diferencia significativa de la especie Starfigther por sobre las otras, fue comparada con el estudio realizado por Chacha & Chávez (2020), donde la planta alcanzó una altura media de 18,9 cm existiendo una ligera diferencia con la del estudio.

Durante el curso de la investigación, la variedad V3 (Starfighter) mostró una altura media significativamente mayor en comparación con las otras variedades evaluadas. Al final del experimento, la variedad Starfighter alcanzó una altura promedio de 17,56 cm, superando en 1,13 cm y 2,28 cm a las variedades V2 y V1, respectivamente (V2: 16,43 cm; V1: 15,28 cm). Esta diferencia en el crecimiento en altura de la variedad Starfighter en relación con las otras variedades estudiadas es consistente con los resultados reportados por Chacha & Chávez (2020), quienes encontraron que esta variedad alcanzó una altura media de 18,9 cm en condiciones similares, aunque ligeramente superior a la observada en el presente estudio.

En esta variable además se pudo evidenciar que la solución 2 (S2) presentó diferencias significativas con respecto a la solución 1 (S1), Esto debido a que el fosfato monopotásico es considerado uno de los fertilizantes ideales para cultivos hidropónicos, ya que desempeña un papel crucial en diversos procesos fisiológicos de la planta (Sharma et al., 2018).

Según Fathidarehniyeh et al. (2024), el fósforo participa en la transferencia de energía, la formación de raíces fuertes y la fotosíntesis, mientras que el potasio ayuda a mantener el equilibrio hídrico y la turgencia de las hojas.

Días a la cosecha

Los resultados promedio obtenidos en los tratamientos evaluados indicaron que los días necesarios para alcanzar la cosecha fueron de 40 y 45 días, respectivamente. Este hallazgo sugiere que la variable "días a la cosecha" es fundamental para las diferentes variedades de lechuga, ya que no se observó una variación significativa en los datos recopilados. Esto implica que, independientemente del tratamiento aplicado, las variedades de lechuga evaluadas presentan un comportamiento similar en cuanto al tiempo requerido para su cosecha, lo que resalta la importancia de esta variable en la selección y manejo de cultivos hidropónicos. Según Díaz (2024), la lechuga es un cultivo de ciclo corto que puede cosecharse entre 30 y 40 días después del trasplante, dependiendo de la variedad y las condiciones de cultivo.

Pertierra & Quispe (2020), en su estudio determinaron que al aumentar la temperatura se acortan más tiempos de cosecha, es así como ellos llegan a cosechar a los 22 días como promedio con una temperatura media de 29°C.

Además González et al. (2021), enfatizan que el tiempo a la cosecha es un factor crítico en la producción de lechuga, ya que influye directamente en la planificación y manejo de los cultivos.

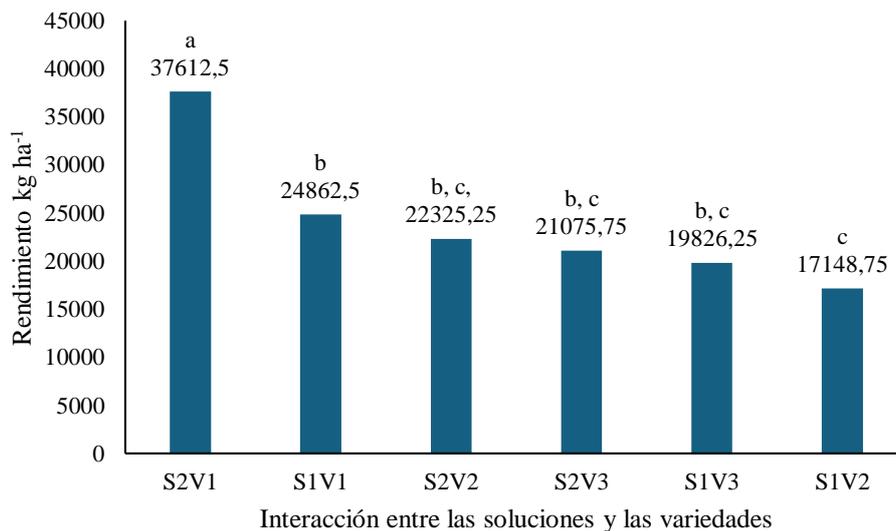
Rendimiento (kg ha⁻¹)

Para esta variable el análisis de varianza determinó diferencias altamente significativas tanto en las soluciones nutritivas como en las variedades de lechuga, con un valor de p de 0,0001 en ambos casos. El rendimiento promedio fue de 23808,5 kg ha⁻¹, con un coeficiente de variación de 9,01%, lo que indica una variabilidad moderada en los datos.

La figura 3 nos muestra la interacción que existe entre las soluciones y las variedades en estudio, entonces podemos evidenciar que la mejor interacción la realizan la S2 con la V1(Jade), dando una media de 37612,5 kg ha⁻¹, mientras que los rendimientos más bajos se encontró la interacción 7148,75 kg ha⁻¹.

Figura 3

Rendimiento de la Interacción de las soluciones con las variedades de lechuga



Nota: Las letras a, b y c corresponde a los rangos que arrojó la prueba de separación de medias de Tukey al 5%. (a más alto y c más bajo)

4. Discusión

En el caso del rendimiento los datos del estudio revelan que la variedad V1 (Jade), cultivada con la solución nutritiva 2, muestra un rendimiento notablemente superior en comparación con las demás combinaciones evaluadas. Este fenómeno puede explicarse por una combinación de factores, que incluyen las características genéticas inherentes a

la variedad y los beneficios específicos proporcionados por las soluciones nutritivas utilizadas. La interacción entre estos elementos sugiere que la elección adecuada de la variedad y la formulación de la solución nutritiva son cruciales para optimizar el rendimiento en sistemas de cultivo hidropónico.

Sakata (2023), en su manual sobre variedades de lechuga, indica que Jade se distingue por un mayor número de hojas por planta y un alargamiento precoz de estas. Estas características son fundamentales para incrementar el rendimiento, ya que una mayor área foliar permite una mejor captura de luz solar y una mayor eficiencia en la fotosíntesis, un proceso esencial para la producción de carbohidratos y, por ende, para el crecimiento de la planta. Investigaciones previas también han demostrado que una mayor superficie foliar se traduce en un aumento significativo en la producción de biomasa (González et al., 2021).

En el estudio realizado por Chacha & Chávez (2020), la variedad Starfighter mostró un rendimiento de 8,272 kg ha⁻¹ en un sistema NFT. Sin embargo, en la investigación actual, este rendimiento se ha superado de manera significativa, alcanzando los 20,451 kg ha⁻¹. Este resultado resalta un aumento notable en el rendimiento de la variedad Starfighter en el contexto del presente estudio en comparación con la investigación anterior, lo que sugiere que las condiciones de cultivo y la selección de soluciones nutritivas pueden tener un impacto profundo en la productividad de las variedades de lechuga (González et al., 2021).

Relación costo/beneficio

En la tabla 2 podemos evidenciar la relación costo/beneficio, el mejor beneficio de obtuvo con la V1 (Jade) 1,25; lo que quiere decir que, por cada dólar invertido, se recupera la inversión inicial y se obtiene una ganancia adicional de 25 centavos. En segundo lugar, se posiciona el tratamiento V2 (Scarlet) con un valor de 1,16, lo que significa que por cada dólar invertido se genera una ganancia de 16 centavos. Por otro lado, el tratamiento V3 (Starfighter) no logró rentabilidad, ya que los costos de producción superaron los ingresos obtenidos por las ventas, resultando en una pérdida para el productor.

Tabla 2

Relación costo beneficio de las variedades en estudio

Variedades	Costo/ Beneficio
Jade	1,25
Scarlet	1,16
Starfighter	0,98

5. Conclusiones

- De la investigación se obtuvo que la V1 Jade destacó por su longitud de raíz a los 45 días y su rendimiento $37612,5 \text{ kg ha}^{-1}$, obteniendo resultados superiores en comparación con las otras variedades. Es importante mencionar que la variedad Jade respondió de mejor manera con la solución 2, lo que sugiere una mayor adaptabilidad a esta solución nutritiva específica.
- En cuanto a la altura de la planta las variedades V2 (Scarlet) y V3 (Starfighter) alcanzaron los mejores promedios, con 17,56 cm y 16,43 cm respectivamente.
- La diferencia principal entre las dos soluciones nutritivas utilizadas en el estudio de radicó en su composición química. La presencia de diferentes compuestos como el KNO_3 en la Solución 1 y el KH_2PO_4 en la Solución 2 puede influir en la disponibilidad y proporción de nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, lo que a su vez puede afectar aspectos como el desarrollo radicular, la altura de la planta y el rendimiento final en el cultivo de lechuga en un sistema hidropónico.

6. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

7. Declaración de contribución de los autores

Todos los autores contribuyeron significativamente en la elaboración del artículo.

8. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios de los autores

9. Referencias Bibliográficas

Ayala Apaza, B. V., Huanca Chui, C., & Fernández Chávez, C. M. (2019). Evaluación del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa*) en sistema hidropónico bajo dos niveles de cloruro de potasio. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 6(2), 66-71.

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182019000200009&lng=es&tlng=es

Baixauli, C., & Aguilar, J. M. (2002). *Cultivo sin suelo de hortalizas. Aspectos prácticos y experiencias*. Editorial Generalitat Valenciana.

https://redivia.gva.es/bitstream/handle/20.500.11939/7948/2002_Baixauli_Cultivo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Blanco-Capia, L. E., Colque-Pérez, H., & Rosales-Mendoza, M. B. (2019). Producción de forraje verde hidropónico versus geopónico de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en ambientes controlados. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 7(2), 109-117. <https://doi.org/10.36610/j.jsab.2019.070200109>
- Chacha, L., & Chávez, N. (2020). Evaluación de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivadas en sistemas: hidropónica técnica de película nutritiva (NFT) y convencional [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador]. <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/615/1/T.AGROP.B.UEA.1135>
- Díaz, L. J. Á. (2024). Producción de lechuga por el método hidropónico: evaluación económica y perspectivas. Año 2023. *Ciencias Económicas*, 5(9), 34–45. <https://revistascientificas.una.py/index.php/reco/article/view/4253/3429>
- Fathidarehnejeh, E., Nadeem, M., Cheema, M., Thomas, R., Krishnapillai, M., & Galagedara, L. (2024). Current perspective on nutrient solution management strategies to improve the nutrient and water use efficiency in hydroponic systems. *Canadian Journal of Plant Science*, 104(2). <https://doi.org/10.1139/cjps-2023-0034>
- Giaconi M., V., & Escaff G., M. (2001). *Cultivo de hortalizas*. Editorial Universitaria. <https://biblioteca.inia.cl/items/3c9168f2-7482-4000-ad16-c0e000541f0e>
- Gonzales, L., Zepeda, A., & Graciano, S. (2013). Rendimiento de cinco variedades de lechuga *Lactuca sativa* L. Tipo gourmet ciclo primavera-verano [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma de San Luis de Potosí]. <https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/bitstream/handle/i/3477/IAF1GOU01301.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- González Ponce, R., García López de Sá, M. E., & Martín, J. M. (2021). *Respuesta de la lechuga a la fertilización con fosfato recuperado de aguas residuales urbanas*. Instituto de Ciencias Agrarias, Centro de Ciencias Medioambientales. <http://www.sech.info/ACTAS/Acta%20n%C2%BA%2054.%20VI%20Congreso%20Ib%C3%A9rico%20de%20Ciencias%20Hort%C3%ADcolas.%20XII%20Congreso%20Nacional%20de%20Ciencias%20Hort%C3%ADcolas/Comunicaciones/Respuesta%20de%20la%20lechuga%20a%20la%20fertilizaci%C3%B3n%20con%20fosfato%20recuperado%20de%20aguas%20residuales%20urbanas.pdf>
- Gruda, N. S. (2019). Increasing sustainability of growing media constituents and stand-alone substrates in soilless culture systems. *In Agronomy*, 9(6), 298. <https://doi.org/10.3390/agronomy9060298>

Hlophe, P. A., Kwanele A Nxumalo, K. A., Oseni, T. O., Masarirambi, M. T., Wahome, P. K., & Shongwe, V. D. (2019). Effects of different media on the growth and yield of Swiss chard (*Beta vulgaris* var. *cicla*) grown in hydroponics. *Horticulture International Journal*, 3(3), 147-151. <https://doi.org/10.15406/hij.2019.03.00122>

Iswanto, Megantoro, P., & Ma' Arif, A. (2020). Nutrient film technique for automatic hydroponic system based on Arduino [Proceeding - 2020 2nd International Conference on Industrial Electrical and Electronics, ICIEE 2020]. <https://doi.org/10.1109/ICIEE49813.2020.9276920>

Kumar, S., Singh, M., Yadav, K. K., & Singh, P. K. (2021). Opportunities and constraints in hydroponic crop production systems: a review. *Environment Conservation Journal*, 22(3), 401-408. <https://doi.org/10.36953/ECJ.2021.22346>

Lara-Izaguirre, A. Y., Rojas-Velázquez, A. N., Ramírez-Tobías, H. M., Alcalá-Jauregui, J. A., Méndez-Cortés, H., & Romero-Méndez, M. J. (2020). Respuesta fotosintética de lechuga hidropónica a relaciones de NO₃/NH₄⁺ en verano y otoño. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 43(4-A). <https://doi.org/10.35196/rfm.2020.4-a.565>

Lee, J. Y., Rahman, A., Behrens, J., Brennan, C., Ham, B., Kim, H. S., Nho, C. W., Yun, S. T., Azam, H., & Kwon, M. J. (2018). Nutrient removal from hydroponic wastewater by a microbial consortium and a culture of *Paracercomonas Saepenatans*. *New Biotechnology*, 41, 15-24. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.11.003>

Merling Ruano, M. V. (2020). Huertas hidropónicas caseras un emprendimiento ambiental en el municipio de Pasto. *Visión Empresarial*, 10, 128-133. <https://doi.org/10.32645/13906852.1015>

Pertierra Lazo, R., & Quispe Gonzabay, J. (2020). Análisis económico de lechugas hidropónicas bajo sistema raíz flotante en clima semiárido. *La Granja*, 31(1). <https://doi.org/10.17163/lgr.n31.2020.09>

Sakata. (2023). *Sakata. Catálogo de hortalizas*. Cultivar Protegida No Brasil, Ley N. 9.456/97 - Decreto N. 2.366/97. <https://www.sakata.com.br/assets/downloads/307/catalogo-de-hortalizas-2023.pdf>

Sharma, N., Acharya, S., Kumar, K., Singh, N., & Chaurasia, O. P. (2018). Hydroponics as an advanced technique for vegetable production: an overview. *Journal of Soil and Water Conservation*, 17(4), 364-371. <https://doi.org/10.5958/2455-7145.2018.00056.5>

Tejada Abad, K. J. (2022). Producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) y acelga (*Beta vulgaris* L. var. cicla) bajo un sistema de jardines verticales [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú].
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5508/tejada-abad-kevin-jhon.pdf?sequence>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



Indexaciones

