

Rendimiento de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en dos tipos de sustrato en almacigo más hidroponía NFT en INIA Andahuaylas Perú-2024

Performance of three varieties of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in two types of substrate in a seedbed plus NFT hydroponics in INIA Andahuaylas Perú-2024

Reyna Vargas-Peña ^A y Niki Franklin Flores-Pacheco ^B

Resumen— El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de dos tipos de sustrato en almacigo más hidroponía NFT en el rendimiento de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el INIA Andahuaylas. Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar, con seis tratamientos; las variables evaluadas fueron: peso (g) y Rendimiento (Kg/1000 m²) de la lechuga. Los resultados evidenciaron diferencias significativas (sig. <0.05) Reportando el peso de la lechuga (g). T3= (var. americana + arena+ H-NFT) con 138.10 g, T1= (var. seda +arena + H-NFT) con 111.10 g; T4= (var. americana +sustrato tradicional + H-NFT) con 103.28 g; T5= (var. cressa + arena+ H-NFT) con 98.08 g; T6= (var. cressa +sustrato tradicional + H-NFT) con 95.15 g y T2= (var seda + sustrato tradicional + H- NFT) con 85.15 g. Rendimiento (kg/1000m²). T3= (var. americana + arena+ H-NFT) con 3452.50 kg/1000 m², T1= (var. seda +arena + H-NFT) con 2777.50 kg/1000 m²; T4= (var. americana +sustrato tradicional + H- NFT) con 2581.88 kg/1000 m²; T5= (var. cressa + arena+ H-NFT) con 2451.88 kg/1000 m²; T6= (var. cressa +sustrato tradicional + H-NFT) con 2378.75 kg/1000 m² y T2= var seda + sustrato tradicional + H- NFT). Concluimos que la variedad americana con sustrato de arena, tiene mejores rendimientos bajo el sistema hidroponía NFT.

Palabras clave: Almacigo, hidroponía, sustratos y rendimiento

Abstract— The objective of this research was to evaluate the effect of two types of substrate in a seedbed plus NFT hydroponics on the performance of three varieties of lettuce (*Lactuca sativa* L.) at the INIA Andahuaylas. The completely randomized block design is used, with six treatments; The variables evaluated were: weight (g) and Yield (Kg/1000 m²) of the lettuce. The results showed significant differences (sig. <0.05) Reporting the weight of the lettuce (g). T3= (American var. + sand + H-NFT) with 138.10 g, T1= (silk var. + sand + H-NFT) with 111.10 g; T4= (American var. + traditional substrate + H-NFT) with 103.28 g; T5= (var. cressa + sand+ H-NFT) with 98.08 g; T6= (var. crepe + traditional substrate + H- NFT) with 95.15 g and T2= (var. silk + traditional substrate + H-NFT) with 85.15 g. Yield (kg/1000m²) T3= (American variety + sand + H-NFT) with 3452.50 kg/1000 m², T1= (silk variety + sand + H-NFT) with 2777.50 kg/1000 m²; T4= (American var. + traditional substrate + H-NFT) with 2581.88 kg/1000 m²; T5= (var. cressa + sand+ H-NFT) with 2451.88 kg/1000 m²; T6= (var. crepe + traditional substrate + H-NFT) with 2378.75 kg/1000 m² and T2= var. silk + traditional substrate + H-NFT). We conclude that the American variety with a sand substrate has better yields under the NFT hydroponics system.

Keywords: Almacigo, hydroponics, substrates and performance

1 INTRODUCCIÓN

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) se encuentra entre las verduras más consumidas a nivel mundial, debido a sus beneficios nutricionales y a su frecuente incorporación a la dieta diaria.[1][2].En el contexto peruano, su cultivo ha experimentado una expansión significativa, particularmente en sistemas de producción más avanzados desde el punto de vista tecnológico, como la hidroponía, que facilitan el cultivo sin suelo y mejoran la eficiencia de los recursos.[3] La hidroponía, con un énfasis particular en el sistema de la técnica de película de nutrientes (NFT), se ha convertido en una alternativa viable para aumentar la productividad de los cultivos hortícolas, ya que maximiza la absorción de nutrientes y agua a través de

un flujo continuo de solución nutritiva a través de los sistemas radiculares de las plantas.[4][5][6]

En este marco, se ha propuesto la exploración de técnicas innovadoras para mejorar la producción de lechuga en sistemas hidropónicos, lo que requiere la adaptación de las prácticas agrícolas para alinearlas con las condiciones locales. Un factor fundamental que influye en el éxito del cultivo en ambientes hidropónicos es la selección del sustrato empleado en la etapa de plantación. Los sustratos sirven para proporcionar soporte físico a las plántulas y ejercen un impacto directo en su crecimiento y desarrollo inicial, lo que influye en la productividad final de las plantas.



Revista de Investigación en Ciencia y Tecnología
 ISSN: 2810-8124 (en línea) / ISSN: 2706-543x
 Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac – Perú

Vol. 6 Núm. 2 (2024) - Publicado: 22/03/24 - [Indexaciones](#)
 Número: doi.org/10.57166/riqchary/v6.n2.2024
 Pág. 35 - 40 | Recibido 10/10/2024 ; Aceptado 05/11/2024

doi.org/10.57166/riqchary.v6.n2.2024.126

Autores:

- A. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0002-5638-3920>
 Reyna Vargas Peña, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, 181677@unamba.edu.pe
- B. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0002-2772-0951>
 Niki Franklin Flores Pacheco, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, nflores@unamba.edu.pe



Numerosos estudios han demostrado que la selección del sustrato durante la fase de almacenado puede afectar significativamente a la morfología, el crecimiento y el rendimiento general de las plantas.[7] En consecuencia, este estudio tiene como objetivo evaluar dos tipos de sustrato durante la etapa del almacenado junto con el sistema NFT en tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivadas en las instalaciones del INIA en Andahuaylas, Apurímac Perú.

La importancia de esta investigación se destaca por su potencial para mejorar la eficiencia de la producción de lechuga, sumado también a contribuir a la sostenibilidad agrícola en la región, maximizando así la utilización de recursos como el agua y los nutrientes. Además, los hallazgos derivados de este estudio pueden replicarse en otros cultivos dentro de los sistemas hidropónicos, fomentando así la innovación y la competitividad en el sector agrícola.

2 MÉTODO

El método adoptado fue experimental, ya que se observó el fenómeno formulado en la hipótesis, manipulando las variables independientes tres variedades de lechuga (*Lactuca Sativa* L) con dos tipos de sustratos (sustrato tradicional y arena) para evaluar sus efectos en las variables dependientes peso y rendimiento.

2.1 Tipo y nivel de investigación

El tipo de investigación. Por la duración en el tiempo es transversal (en un periodo agrícola). Por la naturaleza de los datos es cuantitativa (las variables evaluadas son cuantitativas). El nivel de investigación. Es descriptiva (se describen los resultados utilizando la estadística descriptiva). Es experimental (se manipularon las variables tres variedades de lechuga y dos tipos de sustratos) para medir el peso y rendimiento de la lechuga.

2.2 Diseño de investigación

El diseño adoptado es para un experimento, y se dio respuestas a las preguntas formuladas en la investigación y la validación de la hipótesis. Se utilizó el diseño de bloques completamente al azarizado (DBCA), con seis tratamientos que se describen a continuación:

T1= var seda +arena + hidroponia NFT

T2= var seda + sustrato tradicional + hidroponia NFT

T3= var americana + arena + hidroponia NFT

T4= var americana +sustrato tradicional + hidroponia NFT

T5= var crespa + arena+ hidroponia NFT

T6= var crespa +sustrato tradicional + hidroponia NFT

2.3 Población y muestra

La población lo conformaron 200 plantas de las tres variedades (seda, americana y crespa) de lechuga (*Lactuca sativa* L). La muestra, se determinó utilizando el método probabilístico a nivel de confianza al 95 %, obteniendo 132 unidades de plantas que fueron evaluadas.

2.4 Análisis estadístico

Los resultados de la investigación fueron recogidas en fichas de evaluación. Para el procesamiento de los datos se realizó las siguientes pruebas: Normalidad, Homogeneidad de varianzas. Para la prueba de hipótesis se realizó mediante ANOVA y la prueba de Tukey. Se procesó los datos dando respuesta al objetivo e hipótesis del estudio, utilizando la estadística descriptiva con gráficos y tablas.

Prueba de Normalidad

Para determinar si utilizamos la estadística paramétrica y no paramétrica. Se realizó la prueba de normalidad utilizando el estadístico Shapiro Wilk.

Tabla 1
Prueba de normalidad

Variable	Significancia de los tratamientos al 95%					
	T1= var seda	T2=var seda + arena	T3=var americana + arena	T4=var americana +sustrato tradicional	T5=var crespa + arena	T6=var crespa +sustrato tradicional
Peso de la lechuga	0.915	0.722	0.469	0.976	0.161	0.650
Rendimiento	0.915	0.722	0.469	0.976	0.161	0.650

En la tabla 1, se observan los resultados de la prueba de normalidad y se analizó al nivel de significancia de 95%, se obtuvo valores mayores a 0.05 (Sig.>0.05). No rechazamos la hipótesis nula (H₀) y llegamos a la conclusión que los datos provienen de una población normal.

Prueba de homogeneidad de varianza

Para determinar la homogeneidad de varianza de las variables, utilizamos el estadístico de Levene.

Tabla 2
Prueba de homogeneidad de varianza

Variable	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Peso de la lechuga	0.949	5	18	0.474
Rendimiento	0.949	5	18	0.474

En la tabla 2, observamos que el valor de la significancia es mayor a 0.05 (Sig.>0.05), por lo que no se rechazó la hipótesis nula y se aceptó que las variables son homogéneas.

3 RESULTADOS

Rendimiento de las tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L)

Se realizó las evaluaciones del peso de la planta y el rendimiento en 1000 m², de las tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L), en la estación experimental INIA Chumbibamba, Andahuaylas Perú.

3.1 Peso de la planta

Evaluación en campo del peso de la planta de las tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L) a los 60 días después de la siembra de almácigos bajo hidroponía NFT.

Tabla 3
Estadístico descriptivo del peso de la planta (g)

Tratamiento	Peso de la planta			
	Me- día	Má- ximo	Mí- nimo	Desv. típica
T1= var seda +arena + H-NFT	111.10	112.50	109.40	1.31
T2= var seda + Sust Trad+ H- NFT	85.15	86.70	83.90	1.16
T3= var americana + arena + H-NFT	138.10	139.00	136.70	1.05
T4= var americana +Sust Trad+ H- NFT	103.28	104.70	102.00	1.13
T5= var crespa + arena+ H-NFT	98.08	98.30	97.90	0.21
T6=var crespa +Sust Trad+ H-NFT	95.15	96.30	94.30	0.84

Los resultados de la tabla 3, del peso de la planta de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.). El T3= (var. americana + arena+ H-NFT) con 138.10 g, es superior a los otros tratamientos seguido por el T1= (var. seda +arena + H-NFT) con 111.10 g; seguido por el T4= (var. americana +sustrato tradicional + H-NFT) con 103.28 g; seguido por el T5= (var. crespa + arena+ H-NFT) con 98.08 g; seguido por el T6= (var. crespa +sustrato tradicional + H-NFT) con 95.15 g y finalmente el T2= var seda + sustrato tradicional + H- NFT) con 85.15 g.

Prueba de ANOVA

Se realizó a un nivel de confianza del 95%, los resultados se expresan en tabla siguiente.

Tabla 4
Análisis de varianza peso de planta

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	272021.720 ^a	9	30224.636	45246.460	0.000
Tratamiento	6698.703	5	1339.741	2005.600	0.000
Bloque	8.535	3	2.845	4.259	0.230
Error	10.020	15	0.668		
Total	272031.740	24			

La tabla 4, se muestra los resultados del análisis de varianza, según:

El modelo. En la tabla 4, se observa que el p-valor sig = 0.000, es menor al nivel de significancia (< 0.05), motivo por el cual rechazamos la hipótesis nula, se concluye que el modelo general es lineal, y se cumple con el supuesto para un diseño de bloques completos al azar (DBCA).

Los tratamientos. En la tabla 4, se observa que el p-valor sig = 0.000, es menor al nivel de significancia (< 0.05), por lo cual se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe el efecto de los dos tipos de sustratos de almacigo e hidroponía NFT en el peso de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L) seda, americana y crespa.

Los bloques. En la tabla 4, se observa que el p-valor sig = 0.230, es mayor al nivel de significancia (< 0.05) que nos lleva a tomar la decisión de rechazar la hipótesis nula (H0) y manifestamos que los bloques no influyen en el peso de las tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L) seda, americana y crespa.

Prueba de Tukey

Para determinar cuál de los tratamientos: T1= (var. seda +arena + H-NFT), T2= var seda + sustrato tradicional + H-NFT), T3= (var. americana + arena+ H-NFT), T4= (var. americana +sustrato tradicional + H-NFT), T5= (var. crespa + arena+ H-NFT) y T6= (var. crespa +sustrato tradicional + H-NFT), tienen mayores efectos en el peso de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L) seda, americana y crespa, se realizó la comparación múltiple de medias, a través de la prueba de Tukey al 95% de probabilidad, que se muestra en la tabla 5.

Tabla 5
Prueba de tukey, peso de planta

Tratamiento	N	Subconjunto					
		1	2	3	4	5	6
T2= var seda + Sust Trad+ H- NFT	4	85.15					
T6=var crespa +Sust Trad+ H-NFT	4		95.15				
T5= var crespa + arena+ H-NFT	4			98.07			
T4= var americana +Sust Trad+ H- NFT	4				103.27		
T1= var seda +arena + H-NFT	4					111.10	
T3= var americana + arena + H-NFT	4						138.10
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

En la tabla 5, se observa en el primer sub conjunto homogéneo de las medias al T2= var seda + Sust Trad+ H-NFT con 85.15 g; en el segundo sub conjunto el T6=var crespa +Sust Trad+ H-NFT con 95.15 g; en el tercer sub conjunto el T5= var crespa + arena+ H-NFT con 98.07g; en el cuarto sub conjunto el T4= var americana +Sust Trad+ H-NFT con 103.27 g; en el quinto sub conjunto el T1= var seda +arena + H-NFT con 111.10 g y en el sexto sub conjunto el T3= var americana + arena + H-NFT, con 138.10 g, con mayor peso.

Analizando el resultado, los tratamientos más recomendables para obtener un mayor peso de lechuga es el T3= variedad americana + arena + hidroponía NFT.

3.2 Rendimiento (kg/1000 m²)

Evaluación en campo del rendimiento (kg/1000m²) de las tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) a los 60 días después de la siembra de almácigos

Tabla 6
Estadístico descriptivo del rendimiento (kg/1000m²) de lechuga (*Lactuca Sativa* L)

Tratamiento	Rendimiento kg/1000 m ²			
	Media	Máximo	Mínimo	Desv. típica
T1= Var seda +arena + H-NFT	2777.50	2812.50	2735.00	32.72
T2= Var seda + Sust Trad+ H- NFT	2128.75	2167.50	2097.50	28.98
T3= Var americana + arena + H-NFT	3452.50	3475.00	3417.50	26.22
T4= Var americana +Sust Trad+ H- NFT	2581.88	2617.50	2550.00	28.31
T5= Var crespa + arena+ H-NFT	2451.88	2457.50	2447.50	5.15
T6=Var crespa +Sust Trad+ H-NFT	2378.75	2407.50	2357.50	20.97

Los resultados en la tabla 6, del rendimiento de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.). El T3= (var. americana + arena+ H-NFT) con 3452.50 kg/1000 m², es superior a los otros tratamientos seguido por el T1= (var. seda +arena + H-NFT) con 2777.50 kg/1000 m²; seguido por el T4= (var. americana +sustrato tradicional + H-NFT) con 2581.88 kg/1000 m²; seguido por el T5= (var. crespa + arena+ H-NFT) con 2451.88 kg/1000 m²; seguido por el T6= (var. crespa +sustrato tradicional + H-NFT) con 2378.75 kg/1000 m² y finalmente el T2= var seda + sustrato tradicional + H- NFT) con 2128.75 kg/1000m².

Prueba de ANOVA

Se realizó a un nivel de confianza del 95%, los resultados se expresan en tabla siguiente.

Tabla 7
Análisis de varianza- rendimiento de lechuga

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	170013575.000a	9	18890397.222	45246.460	0.000
Tratamiento	4186689.583	5	837337.917	2005.600	0.000
Bloque	5334.375	3	1778.125	4.259	0.230
Error	6262.500	15	417.500		
Total	170019837.500	24			

La tabla 7, muestra los resultados del análisis de varianza, según:

El modelo. En la tabla 7, se observa que el p-valor sig = 0.000, es menor al nivel de significancia (< 0.05), motivo por el cual rechazamos la hipótesis nula, se concluye que el modelo general es lineal, y se cumple con el supuesto para un diseño de bloques completos al azar (DBCA).

Los tratamientos. En la tabla 7, se observa que el p-valor sig = 0.000, es menor al nivel de significancia (< 0.05), por lo cual se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe el efecto de los dos tipos de sustratos de almácigo e hidroponía NFT en el rendimiento de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) seda, americana y crespa.

Los bloques. En la tabla 7, se observa que el p-valor sig = 0.230, es mayor al nivel de significancia (< 0.05) que nos lleva a tomar la decisión de rechazar la hipótesis nula (H₀) y manifestamos que los bloques no influyen en el rendimiento de las tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) seda, americana y crespa.

Prueba de Tukey

Para determinar cuál de los tratamientos: T1= (var. seda +arena + H-NFT), T2= var seda + sustrato tradicional + H-NFT), T3= (var. americana + arena+ H-NFT), T4= (var. americana +sustrato tradicional + H-NFT), T5= (var. crespa + arena+ H-NFT) y T6= (var. crespa +sustrato tradicional + H-NFT), tienen mayores efectos en el rendimiento de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) seda, americana y crespa, se realizó la comparación múltiple de medias, a través de la prueba de Tukey al 95% de probabilidad, que se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 8
Prueba de tukey-Rendimiento

Tratamiento	N	Subconjunto					
		1	2	3	4	5	6
T2= var seda + Sust Trad+ H- NFT	4	2128.75					
T6=var crespa +Sust Trad+ H-NFT	4	2378.75					
T5= var crespa + arena+ H-NFT	4	2451.87					
T4= var americana +Sust Trad+ H-NFT	4	2581.87					
T1= var seda +arena + H-NFT	4	2777.50					
T3= var americana + arena + H-NFT	4	3452.50					
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

En la tabla 8, se observa en el primer sub conjunto homogéneo de las medias al el T2= var seda + Sust Trad+ H- NFT con 2128.75 kg/1000m²; en el segundo sub conjunto el T6=var crespa +Sust Trad+ H-NFT con 2378.75 kg/1000m²; en el tercer su conjunto el T5= var crespa + arena+ H-NFT con 2451.87 kg/1000m²; en el cuarto sub conjunto el T4= var americana +Sust Trad+ H-NFT con 2581.87 kg/1000m²; en el quinto sub conjunto el T1= Var seda +arena + H-NFT con 2777.50 kg/1000m² y en el sexto sub conjunto el T3= Var americana + arena + H-NFT, con 3452.50 kg/1000m², con mayor rendimiento.

Analizando el resultado, los tratamientos más recomendables para obtener un mayor rendimiento es el T3= Var americana + arena + H-NFT.

4 DISCUSIONES

Peso de la lechuga

Los resultados se presentan en promedios T3= (var. americana + arena+ H-NFT) con 138.10 g, es superior a los otros tratamientos seguido por el T1= (var. seda +arena + H-NFT) con 111.10 g; seguido por el T4= (var. americana +sustrato tradicional + H-NFT) con 103.28 g; seguido por el T5= (var. crespa + arena+ H-NFT) con 98.08 g; seguido

por el T6= (var. cressa +sustrato tradicional + H-NFT) con 95.15 g y finalmente el T2= (var seda + sustrato tradicional + H- NFT) con 85.15 g. Nuestros resultados tienen relación con los hallazgos de [8] con las siguientes variedades marrón, romana y cressa en condiciones hidropónicas. Peso de planta (Marrón =173.44g), (Romana=107.32g), (Cressa=104.28 g), según los hallazgos de [9], peso de las lechugas 139.62 g y para el tamaño de la raíz fue de 15.00 cm.[10] registró pesos para cada cosecha que oscilaron entre 115,8 y 150,1 g por planta, con una media calculada de 139,0 g. [11] La variedad lisa presenta: 511,2 g, variedad carmín muestra 51,8 g. Las variedades mimosa y vera presentan 154,1g y 118g, respectivamente.

Rendimiento (kg/1000m².)

Los resultados se presentan en promedios de T3= (var. americana + arena+ H-NFT) con 3452.50 kg/1000 m², es superior a los otros tratamientos seguido por el T1= (var. seda +arena + H-NFT) con 2777.50 kg/1000 m²; seguido por el T4= (var. americana +sustrato tradicional + H-NFT) con 2581.88 kg/1000 m²; seguido por el T5= (var. cressa + arena+ H-NFT) con 2451.88 kg/1000 m²; seguido por el T6= (var. cressa +sustrato tradicional + H-NFT) con 2378.75 kg/1000 m² y finalmente el T2= var seda + sustrato tradicional + H- NFT) con una media de 2128.75 kg/1000m². Nuestros resultados tienen relación con los hallazgos de [12] producción de 3 tipologías de lechuga con 2 soluciones nutritivas bajo un sistema hidropónico en invernadero. El estudio consideró 3 variedades de lechuga variedad 1: jade, variedad 2: scarlet y variedad 3: starfighter y dos soluciones nutritivas, En términos de rendimiento se observó que la variedad 1 respondió de mejor manera con la solución 2 obteniendo una media de 37612,5 kg/ ha-1, la variedad 1 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. [13] La variedad regina presenta un rendimiento promedio de 6,59 kg/m², mientras que la variedad rubinela muestra un rendimiento de 3,52 kg/m². [14] Rendimiento en campo: los tratamientos de 2 a 4 (2 litros por cada 20 litros de agua de biofermentación foliar EM y 4 toneladas por hectárea de compost EM) mostraron una eficacia superior, alcanzando el rango más alto con un rendimiento de 49.861,10 kg/ha-1.[15]La variedad white boston produjo un rendimiento de 174.608 g/planta (4.085 kg/m²), mientras que los cultivares grand rapids TBR y waldmann's green produjeron 158.525 g/planta (4.121 kg/m² en total) y 154.250 g/planta (4.010 kg/m² en total), respectivamente.

5 CONCLUSIONES

Existe el efecto de dos tipos de sustrato de almacigo más hidroponía NFT en el rendimiento de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el INIA Andahuaylas, Apurímac Perú; donde los datos revelan que las lechugas cultivadas en sustratos arena obtuvieron resultados superiores en comparación con las cultivadas en sustrato tradicional (tierra negra, arena y compost). Este resultado nos

lleva a concluir que es importante seleccionar los sustratos apropiados en la elaboración de los almacigos, para mejorar la producción en los sistemas hidropónicos; que puede influir sustancialmente en la viabilidad económica de la actividad agrícola.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al director y personal que labora en el Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, estación experimental de Chumbibamba- Andahuaylas. También, a las autoridades y directivos de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, por el apoyo en la publicación de los resultados de la investigación.

REFERENCIAS

- [1] E. MORAN, "Efecto de sustancias minerales altamente diluidas (SMADs) en el cultivo hidropónico en plantas de lechuga (*Lactuca sativa* L.)," 2021. [Online]. Available: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6501/1/T-UTEQ-311.pdf>
- [2] I. MEDINA, S. ARMEDO, J. GRIMPLET, and A. DIAS, "Validación de nuevos genes de referencia para estudios de expresión diferencial de genes involucrados en la síntesis de antocianinas en lechuga (*Lactuca sativa* L.) y especies silvestres relacionadas," 2022.
- [3] E. VELAZQUEZ, "Monitoreo, automatización y control de cultivos de lechuga en sistemas hidropónicos NFT," p. 6, 2021.
- [4] R. MEDRANO, "Efecto de abonos foliares en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L. var. Cicla) en sistema hidropónico con la técnica de la película de nutrientes (NFT)," pp. 10–20, 2022, [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.13080/7873>
- [5] M. RIOS, C. GARCIA, and M. TARAZONA, "Proyecto cultivo de lechugas ROSARIO," 2021.
- [6] C. CUEVAS, "Diseño Y Construcción De Un Sistema Hidropónico Nutrient Film Technique; Como Alternativa Sustentable Decultivo, Producción y Consumo De Hortalizas, Para El Beneficio De Los Habitantes Del Islote El Pardito En Baja California Sur.," 2021.
- [7] K. TEJADA, "Producción de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) Y Acelga (*Beta vulgaris* L. var. cicla) Bajo un Sistema Jardines Verticales," 2022. [Online]. Available: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/69118/LÓPEZ - CSA->
- [8] G. GUERRA and M. YUGSI, "Producción Hidropónica De Tres Variedades De Lechuga (*Lactuca Sativa* L.) Bajo El Sistema Nft (Nutrien Film Techniquel)." 2022. [Online]. Available: <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8980/1/UTC-PIM-000528.pdf>
- [9] G. CRIOLLO, "Análisis de los cambios morfológicos y

- nutricionales de las lechugas: *Lactuca sativa* L. variedades longifolia y capitata, debido a la influencia de la luz led, en un huerto urbano hidropónico en condiciones controladas," 2023. [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/26484/1/UPS-CT010995.pdf>
- [10] R. PERTIERRA and J. QUISPE, "Análisis Económico De Lechugas Hidropónicas Bajo Economic Analysis of Hydroponic Lettuce Under Floating Root System in Semi - Arid Climate," vol. 31, no. 1, pp. 118–130, 2020.
- [11] J. CABRERA, "evaluación de cuatro cultivares de lechuga en parámetros agronomicos similares en la granja santa INES," 2021. [Online]. Available: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/36311>
- [12] A. GUAPI, K. ROBAYO, E. SALAZAR, and M. VIVAR, "Estrategias de cultivo: comparativa de tipologías de lechuga en sistemas hidropónicos," vol. 7, no. 3, pp. 68–82, 2024.
- [13] R. PALMA, "Comparativo del rendimiento de tres cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.) empleando solución nutritiva y biol bajo sistema hidropónico nft en el fundo 'la banda' Huasacache, Arequipa 2017.," 2019.
- [14] A. FELIX, "efectos del biofermento foliar y compost con (em), en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L. var. great lakes 659) en condiciones edafoclimaticas de la esperanza – amarilis," 2021.
- [15] N. RIVERA, "Evaluación de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivadas con la técnica hidrónica de flujo laminar de nutrientes (NFT) en el centro experimental de cota cota-la paz," 2015. [Online]. Available: <file:///D:/EXCEL profesional/withi boston eso sin raiz.pdf>

BIOGRAFÍA

Reyna Vargas Peña, estudiante investigadora de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroecológica y Desarrollo Rural de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

Niki Franklin Flores Pacheco, Ingeniero Agrónomo, docente investigador de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Línea de investigación: Agua, agricultura, silvicultura y pecuaria sostenible.