

Efecto de dos tipos de sustrato en almácigo más hidroponía NFT en las características morfológicas de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el INIA Andahuaylas Perú-2024

Effect of two types of substrate in seedbed plus NFT hydroponics on the morphological characteristics of three varieties of lettuce (*Lactuca sativa* L.) at the INIA Andahuaylas Perú-2024

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

Resumen—La investigación tuvo como objetivo Evaluar el efecto de dos tipos de sustrato en almácigo más hidroponía NFT en las características morfológicas de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en INIA Andahuaylas Perú, el estudio se realizó en la provincia de Andahuaylas, departamento Apurímac. Las variables de estudio fueron: longitud de raíz, altura de planta, diámetro de la cabeza, N° de hojas, con un diseño de bloques completamente al azar. Donde los resultados han evidenciado diferencias significativas (sig. <0.05) reportando una mayor longitud radicular el T3=(var. americana + arena+ HNFT) con 29.86 cm, en cuanto a la altura de planta T4= (var. americana +sustrato tradicional + H-NFT) con 32.37 cm, Diámetro de la cabeza (cm) T1= (var. seda +arena + H-NFT) con 34.30 cm y Número de hojas (ud.) T1= (var. seda +arena + H-NFT) con 24.93 cm. Se concluye que la variedad americana se adapta mejor a esas condiciones.

Palabras clave: Almácigos, Hidroponía, lechuga

The objective of the research was to evaluate the effect of two types of substrate in a seedbed plus NFT hydroponics on the morphological characteristics of three varieties of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in INIA Andahuaylas Peru, the study was carried out in the province of Andahuaylas, Apurímac department. . The study variables were: root length, plant height, head diameter, number of leaves, with a completely randomized block design. Where the results have shown significant differences (sig. <0.05) reporting a greater root length T3=(American var. + sand+ HNFT) with 29.86 cm, in terms of plant height T4= (American var. +traditional substrate + H-NFT) with 32.37 cm, . Head diameter (cm) T1= (var. silk +sand + H-NFT) with 34.30 cm and Number of leaves (unit) T1= (var. silk +sand + H-NFT) with 24.93 cm. It is concluded that the American variety is better adapted to these conditions.

Keywords: Seedbeds, Hydroponics, Lettuce

1 INTRODUCCIÓN

Los cultivos hidropónicos se han considerado una progresión tecnológica en el ámbito de la agricultura. Sin embargo, esta metodología se ha empleado desde la antigüedad, ya que naciones como India, China y algunos países estadounidenses han optado por la hidroponía como sustituto de las limitaciones impuestas por el suelo y el agua [1] La lechuga es un producto agrícola que se puede cultivar mediante varios métodos. Entre estos métodos, la producción al aire libre es la más frecuente en el país. El proceso de cultivo comienza con el inicio de un sistema de almacenamiento de agua, mientras que el suministro de tierra fértil y abundante agua son imprescindibles para un crecimiento exitoso. Cabe destacar que la temperatura desempeña un papel clave a la hora de facilitar el desarrollo de este tipo específico de verdura. En particular, la lechuga prospera en regiones caracterizadas por temperaturas que oscilan entre 18 y 25 °C. Cabe mencionar que los avances contemporáneos han llevado a la disponibilidad de variedades de lechuga aptas para el cultivo

de invierno [2]. (Vargas) [3], Afirma que la producción hidropónica no solo tiene la capacidad de aliviar los problemas relacionados con la contaminación del suelo y la escasez de agua en ciertas regiones, sino también de implementarse en entornos residenciales.

1.1. Cultivo de hortalizas mediante la técnica de NFT (Sistema Nutrient Film Techniquel)

El sistema NFT de película nutriente ofrece múltiples ventajas para el cultivo de hortalizas. En este caso particular, una película delgada de agua nutritiva fluye a través de los canales, lo que facilita la absorción de sustancias nutritivas por parte de las raíces de las plantas. Es imprescindible supervisar continuamente este sistema, ya que la regulación de la conductividad eléctrica y el caudal es esencial para evitar la saturación de agua de las bombonas de PVC [1]

1.2. Ventajas

De acuerdo con (Vargas) [3], el sistema Nutrient Film Techniquel, Se logra una mayor productividad en comparación con los métodos de siembra tradicionales, ya que permite

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

una mayor densidad de plantas por metro cuadrado y un menor tiempo de cosecha.

Este enfoque también facilita una importante conservación del agua al utilizar una cantidad menor de agua en comparación con los cultivos en tierra.

El cultivo hidropónico evita la infiltración de agua y una parte importante de la evapotranspiración debido a la naturaleza cerrada del cultivo, que mantienen una humedad relativa alta. Este método demuestra ser rentable y eficiente en términos de productividad. Al reducir las enfermedades de los cultivos, también minimiza la necesidad de aplicar agroquímico. En última instancia, el cultivo hidropónico permite a los productores obtener cultivos sanos y de alta calidad aptos para el consumo.

1.3. Desventajas

(Cedeño & Gonzales) [7][8], expresan que el principal inconveniente de implementar un sistema de cultivo hidropónico es la inversión inicial. Al igual que cualquier esfuerzo tecnológico, el establecimiento de un sistema hidropónico requiere la adquisición de diversos materiales y equipos, incluidas bombas de oxigenación y recirculación, contenedores, sustratos, tuberías, filtros de agua, grifos y otros. Sin embargo, es crucial tener en cuenta que, una vez que se establezca el sistema, permanecerá operativo durante varios años. Es importante reconocer que la hidroponía es una tecnología agrícola que exige una atención meticulosa a numerosas complejidades, que a menudo se minimizan en la agricultura tradicional.

Es indispensable el pH en la solución nutritiva la medida es de 6.63, se utilizó el pH metro digital lo cual estaba graduado bajo la escala de 1-14 (Acido, Neutro y base) con un valor neutro de pH 7 lo que significa una sustancia no acida ni alcalina

La conductividad eléctrica (E.C) es una medida del total de la cantidad de sales diluidas en el agua que tuvo un rango de medida de 3.56 MS todo ello nos ayuda a valorar la capacidad del agua para poder transportar la corriente eléctrica.

El caudal máximo 35 por minuto.[4][5] y Motor hp de 0.5.

1.4. Soluciones nutritivas

Son compuestos esenciales para el desarrollo de las lechugas, comprende de macro y micro nutrientes. agua que contiene oxígeno disuelto y minerales no asociados. Estas soluciones proporcionan a los cultivos los nutrientes necesarios y los niveles de agua apropiados para su crecimiento y desarrollo específicos. La solución nutritiva en sí misma consiste en una combinación de sales minerales mezcladas con agua, y su composición se puede ajustar de acuerdo con los requisitos específicos de los diferentes cultivos. Es esencial que el pH de la solución esté entre 5,5 y 6 para garantizar la utilización óptima de los nutrientes [6]. Las lechugas tienen una buena respuesta a las soluciones nutritivas debido a la morfología del sistema radicular por lo que la novedad del estudio es la adaptación. En la investigación se evaluó diferentes variedades de lechuga (*Lactuca Sativa* L) en el cambio de sustrato tradicional a producción hidropónica se evaluó las características formológicas como: longitud de raíz, altura de planta, diámetro de la cabeza, N° de hojas, cada una de estas variables se evaluó cada 15 días hasta cumplir 60 días según su fase fenológica.

Se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey al 95%

2 MÉTODO

La metodología empleada fue de naturaleza experimental, ya que el fenómeno hipotetizado se observó sistemáticamente; se manipularon las variables dependientes asociadas a tres variedades distintas de lechuga (*Lactuca Sativa* L utilizando dos tipos de sustrato diferentes (sustrato tradicional = tierra negra, compost y arena), (sustrato = Arena)

2.1 Tipo y nivel de investigación

El tipo de investigación debido a su alcance es temporal, se caracteriza por ser transversal (dentro de un marco temporal agrícola). A la luz de las características de los datos, se clasifican como cuantitativos (las variables evaluadas son de naturaleza cuantitativa). El nivel de investigación: es de naturaleza descriptiva (los hallazgos se articulan utilizando métodos estadísticos descriptivos). También es experimental (las variables, que comprenden tres variedades distintas de lechuga y dos tipos de sustratos, se manipularon sistemáticamente para evaluar las características morfológicas de la lechuga) conlleva longitud de raíz, altura de planta, diámetro de la cabeza y número de hojas.

2.2 Diseño de investigación

El marco metodológico empleado se refiere a un estudio experimental, en el que se proporcionaron respuestas a las preguntas planteadas durante la evaluación y la corroboración de la hipótesis propuesta. Se tuvieron en cuenta los principios de la aleatorización, la repetición y el control local en el contexto de un diseño de bloques completamente aleatorizado (DBCA).

2.3 Población y muestra

La población lo conforman las plantas de las tres variedades (seda, americana y crespita) de lechuga (*Lactuca sativa* Se tuvo un total de 200 plantas, El tamaño de la muestra se determina mediante la aplicación del enfoque probabilístico con un nivel de confianza del 95%, lo que resulta en la identificación de 132 unidades de planta designadas para la evaluación.

2.4 Análisis estadístico

Los hallazgos del estudio se recopilaron dentro de los instrumentos de evaluación. Para el análisis de los datos, se siguieron las siguientes metodologías: evaluación de la normalidad, evaluación de la homogeneidad de las varianzas, descripción estadística, aplicación del ANOVA, ejecución de la prueba de Tukey, empleo del software Excel y, a continuación, análisis de datos para abordar los objetivos e hipótesis de la investigación utilizando formas tabulares de Excel y SPSS.

2.4.1 Prueba de Normalidad

Para determinar si empleamos métodos estadísticos paramétricos o no paramétricos, se utilizó el estadístico de Shapiro-Wilk para la evaluación de la normalidad

Tabla 1
Prueba de normalidad

Variable	Significancia de los tratamientos al 95%
----------	--

	T1=Var seda +arena + H-NFT	T2=Var seda + Sust Trad+ H-NFT	T3=Var americana + arena + H-NFT	T4=Var americana +Sust Trad+ H-NFT	T5=Var crespa + arena+ H-NFT	T6=Var crespa +Sust Trad+ H-NFT
Longitud raíz 1 Evaluación	0.294	0.532	0.659	0.488	0.446	0.823
Longitud raíz 2 Evaluación	0.453	0.976	0.919	0.946	0.787	0.949
Longitud raíz 3 Evaluación	0.230	0.304	0.464	0.339	0.262	0.900
Longitud raíz 4 Evaluación	0.455	0.398	0.987	0.684	0.837	0.970
Altura de planta 1 Evaluación	0.251	0.894	0.992	0.297	0.756	0.147
Altura de planta 2 Evaluación	0.700	0.234	0.886	0.962	0.590	0.126
Altura de planta 3 Evaluación	0.394	0.187	0.931	0.917	0.899	0.992
Altura de planta 4 Evaluación	0.410	0.548	0.436	0.786	0.981	0.355
Diámetro de la cabeza	0.653	0.415	0.871	0.930	0.639	0.405
Nº de hojas 1 Evaluación	0.272	0.683	0.406	0.406	0.850	0.972
Nº de hojas 2 Evaluación	0.650	0.195	0.972	0.224	0.972	0.972
Nº de hojas 3 Evaluación	0.683	0.972	0.972	0.972	0.972	0.103
Nº de hojas 4 Evaluación	0.850	0.195	0.406	0.972	0.850	0.406

En la Tabla 1, se presentan los resultados de la evaluación de la normalidad y los niveles de significación de las variables y los tratamientos se evaluaron con un umbral de confianza del 95%. Los valores obtenidos superaron el 0,05 (Sig.>0,05), por lo que no se rechazó la hipótesis nula (Ho) y, en última instancia, se dedujo que el conjunto de datos proviene de una población con distribución normal.

2.4.2 Prueba de homogeneidad de varianza

Para evaluar la uniformidad de la varianza entre las variables, se empleó el estadístico de Levene.

Tabla 2
Prueba de homogeneidad de varianza

Variable	Estadístico de Levene	g1	g2	Sig.
Longitud raíz 1 Evaluación	0.228	5	18	0.946
Longitud raíz 2 Evaluación	0.138	5	18	0.981
Longitud raíz 3 Evaluación	0.894	5	18	0.506
Longitud raíz 4 Evaluación	0.423	5	18	0.826
Altura de planta 1 Evaluación	2.138	5	18	0.107
Altura de planta 2 Evaluación	0.431	5	18	0.821
Altura de planta 3 Evaluación	0.713	5	18	0.622
Altura de planta 4 Evaluación	1.628	5	18	0.203
Diámetro de la cabeza	1.697	5	18	0.186
Nº de hojas 1 Evaluación	0.537	5	18	0.746
Nº de hojas 2 Evaluación	1.937	5	18	0.138
Nº de hojas 3 Evaluación	0.385	5	18	0.853
Nº de hojas 4 Evaluación	0.210	5	18	0.954

Hipótesis de homogeneidad:

Observando la tabla 2, tenemos 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

Las características morfológicas de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L) Se realizó las evaluaciones del número de hojas, altura de la

planta, diámetro de la cabeza y longitud radicular en la estación experimental INIA Chumbibamba, Andahuaylas Perú.

3.1 Longitud de raíz

La evaluación de campo de la longitud de raíz de tres variedades distintas de lechuga (*Lactuca sativa* L) se llevó a cabo 60 días después de la siembra, mediante la hidroponía, Técnica de Película Nutriente (NFT).

Tabla 3
Estadístico descriptivo de la longitud de la raíz (cm)

Tratamiento	Longitud raíz (cm) cuarta evaluación			
	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
T1-Var seda +arena + H-NFT	26.17	26.63	25.68	0.45
T2-Var seda + Sust Trad+ H- NFT	25.80	26.87	25.10	0.83
T3-Var americana + arena + H-NFT	29.86	30.75	28.90	0.77
T4-Var americana +Sust Trad+ H-NFT	26.61	27.35	25.90	0.64
T5-Var crespa + arena+ H-NFT	23.61	24.36	22.90	0.65
T6-Var crespa +Sust Trad+ H-NFT	21.54	22.25	20.75	0.64

Los resultados de la tabla 3 muestran la longitud de la raíz de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) donde el T3= (var. americana + arena+ H-NFT) con 29.86 cm, es superior a los otros tratamientos, seguido del T4= (var. americana +sustrato tradicional + H-NFT) con 26.61 cm; seguido del T1= (var. seda +arena + H-NFT) con 26.17 cm ± 0.45; seguido del T2= var seda + sustrato tradicional + H- NFT) con 25.80 cm; seguido del T5= (var. crespa + arena+ H-NFT) con 23.61 cm y finalmente el T6= (var. crespa +sustrato tradicional + H-NFT) con 21.54 cm.

3.1.1 Prueba de (ANOVA)

Con un nivel de confianza del 95%, los hallazgos se detallan en la tabla siguiente:

Tabla 4
Análisis de varianza longitud de raíz- cuarta evaluación

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	15889,800	9	1765,533	4766,476	0.000
Tratamiento	160,025	5	32,005	86,405	0.000
Bloque	2,670	3	0,890	2,403	0.108
Error	5,556	15	0,370		
Total	15895,356	24			

Modelo. En la tabla 4, es evidente que el valor p (sig = 0,000) está por debajo del umbral de significancia (< 0,05), por lo que es necesario rechazar la hipótesis nula. En consecuencia, se deduce que el modelo general presenta linealidad y que se cumplen los supuestos necesarios para un diseño de bloques completos aleatorios (DBCA).

Tratamientos. En la tabla 4, se observa que el valor p (sig = 0.000) cae por debajo del nivel de significancia (< 0.05), lo que resulta en el rechazo de la hipótesis nula. Por lo tanto, en la cuarta evaluación de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L), a saber, la seda, la americana y la crespa, se concluye que los dos tipos de sustrato utilizados en los cultivos hidroponicos con sirope y NFT tienen un efecto significativo sobre la longitud de las raíces.

Bloques. En la tabla 4, se observa que el valor p (sig = 0.108) supera el nivel de significancia (> 0.05), lo que lleva a la decisión de mantener la hipótesis nula (Ho). Por lo tanto, se afirma que los bloques no influyen en la longitud de las raíces durante la cuarta evaluación de las tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L), específicamente la seda, la americana y la crespa.

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), producen los efectos más pronunciados en la longitud de las raíces. Durante la cuarta evaluación de las tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L), a saber, seda, americana y crespa. Se realizó una comparación múltiple de medias empleando la prueba de Tukey con un nivel de probabilidad del 95%, como se ilustra en la siguiente tabla.

3.1.2 Prueba de Tukey

Al 95%, los resultados se expresan en la siguiente tabla:

Tabla 5

Prueba de tukey, longitud de raíz – cuarta evaluación

Tratamiento	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
T6=Var crespa +Sust Trad+ H-NFT	4	21.5400			
T5= Var crespa + arena+ H-NFT	4		23.6075		
T2= Var seda + Sust Trad+ H- NFT	4			25.8025	
T1= Var seda +arena + H-NFT	4			26.1725	
T4= Var americana +Sust Trad+ H- NFT	4			26.6075	
T3= Var americana + arena + H- NFT	4				29.8625
Sig.		1.000	1.000	0.455	1.000

En la tabla 5, se observa en el primer sub conjunto homogéneo de las medias al

T6=Var crespa +Sust Trad+ H-NFT con 21.54 cm; en el segundo sub conjunto el T5= Var crespa + arena+ H-NFT con 23.60 cm; en el tercer sub conjunto el T2= Var seda + Sust Trad+ H- NFT con 25.80 cm, el T1= Var seda +arena + H-NFT con 26.17 cm y el T4= Var americana +Sust Trad+ H-NFT con 26.60 cm y en el cuarto sub conjunto, con un mayor promedio el T3= Var americana + arena + H-NFT, con 29.86 cm.

3.2 Altura de planta

La evaluación de campo de la altura de planta de tres variedades distintas de lechuga (*Lactuca sativa* L) se llevó a cabo 60 días después de la siembra, mediante la hidroponía, Técnica de Película Nutriente (NFT)

Tabla 6

Estadístico descriptivo de la altura de planta (cm)

Tratamiento	Altura de planta (cm) cuarta evaluación			
	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
T1= Var seda +arena + H-NFT	21.60	22.11	21.81	0.14
T2= Var seda + sustrato tradicional + H-NFT	22.60	22.70	22.52	0.07
T3= Var americana + arena + H-NFT	30.12	30.62	29.80	0.35
T4= Var americana +Sust Trad+ H-NFT	32.37	32.80	31.80	0.42
T5= Var crespa + arena+ H-NFT	22.72	23.04	22.43	0.25
T6= Var crespa +Sust Trad+ H-NFT	24.08	24.18	23.93	0.12

T1-Var seda +arena + H-NFT	21.93	22.11	21.81	0.14
T2-Var seda + Sust Trad+ H- NFT	22.60	22.70	22.52	0.07
T3-Var americana + arena + H-NFT	30.12	30.62	29.80	0.35
T4-Var americana +Sust Trad+ H- NFT	32.37	32.80	31.80	0.42
T5-Var crespa + arena+ H-NFT	22.72	23.04	22.43	0.25
T6-Var crespa +Sust Trad+ H- NFT	24.08	24.18	23.93	0.12

Los hallazgos indican la altura de planta de tres variedades distintas de lechuga (*Lactuca sativa* L.), en las que el T4= (var. americana + sustrato tradicional + H-NFT) mide 32,37 cm, superando a todos los demás tratamientos experimentales. Le sucede T3= (var. americana + arena + H-NFT) con 30,12 cm; seguido de T6= (var. crespa + sustrato tradicional + H-NFT) con 24,08 cm; posteriormente, T5= (var. crespa + arena + H-NFT) con 22,72 cm; seguido de T2= (var. americana + sustrato tradicional + H-NFT) con 22,60 cm y, finalmente, T1= (var. seda + arena + H-NFT) a 21,60 cm.

Tabla 7

Análisis de varianza altura de planta – cuarta evaluación

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	16169,513	9	1796.613	22522.487	0.000
Tratamiento	397.302	5	79.460	996.123	0.000
Bloque	0.020	3	0.007	0.085	0.967
Error	1.197	15	0.080		
Total	16170.709	24			

Modelo. En la tabla 7, es evidente que el valor p (sig = 0.000) es inferior al nivel de significancia predeterminado (< 0.05), por lo que es necesario rechazar la hipótesis nula. En consecuencia, comprobamos que el modelo general posee características lineales, por lo que cumple con los requisitos previos para un diseño de bloques completos aleatorios (DBCA).

Tratamientos. En la tabla 7, se observa que el valor p (sig = 0.000) es inferior al nivel de significancia establecido (< 0.05), lo que lleva al rechazo de la hipótesis nula. Por lo tanto, se concluye que existe un efecto significativo de los dos tipos de sustratos NFT hidropónicos y del suelo sobre la altura de las plantas, específicamente durante la cuarta evaluación en tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L): seda, americana y crespa.

Bloques. En la tabla 7, se observa que el valor p (sig = 0.967) supera el nivel de significancia (> 0.05), lo que nos guía hacia la decisión de aceptar la hipótesis nula (Ho). Por lo tanto, afirmamos que los bloques no influyen en la altura de las plantas durante la cuarta evaluación de las tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L): sedosa, americana y crespa.

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 + el sustrato tradicional + H-NFT), ejercen un impacto más pronunciado en la altura de la planta. Durante la cuarta evaluación de las tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L): seda, americana y crespa. Se realizó una comparación

múltiple de medias utilizando la prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95%, los resultados de que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 8

Prueba de tukey, altura de planta - cuarta evaluación

Tratamiento	N	Subconjunto				
		1	2	3	4	5
T1= Var seda +arena + H-NFT	4	21.9250				
T2= Var seda + Sust Trad+ H- NFT	4		22.6000			
T5= Var crespa + arena+ H-NFT	4		22.7225			
T6=Var crespa +Sust Trad+ H-NFT	4			24.0775		
T3= Var americana + arena + H-NFT	4				30.1200	
T4= Var americana +Sust Trad+ H- NFT	4					32.3675
Sig.		1.000	0.988	1.000	1.000	1.000

En la tabla 8, el subconjunto homogéneo inicial de los promedios en T1 comprende Var seda +arena + H-NFT con una medida de 21,92 cm; el subconjunto posterior T2 incluye Var seda + Sust Trad+ H- NFT con una medida de 22,60 cm y el T5 comprende Var crespa + arena+ H-NFT con una medida de 22,72 cm; el tercer subconjunto, T6, consiste en Var crespa +Sust Trad+ H-NFT con una medida de 24,07 cm; el cuarto subconjunto, el T3, abarca Var americana + arena + H-NFT, con una medida de 30,12 cm. En el quinto subconjunto, el T4 está formado Var americana +Sust Trad+ H-NFT con una medida de 32,36 cm.

3.3 N° de hojas

La evaluación empírica del recuento de las hojas de tres variedades distintas de lechuga (*Lactuca sativa* L) se llevó a cabo 60 días después de la siembra, empleando una metodología hidropónica conocida como Nutrient Film Technique (NFT).

Tabla 9

Estadístico descriptivo del número de hojas (Ud.)

Tratamiento	Número de hojas- cuarta evaluación			
	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
T1-Var seda +arena + H-NFT	24.93	25.10	24.70	0.17
T2-Var seda + Sust Trad+ H- NFT	19.85	20.10	19.70	0.17
T3-Var americana + arena + H- NFT	22.43	22.60	22.30	0.13
T4-Var americana +Sust Trad+ H- NFT	18.95	19.10	18.80	0.13
T5-Var crespa + arena+ H-NFT	16.13	16.30	15.90	0.17
T6-Var crespa +Sust Trad+ H- NFT	16.63	16.80	16.50	0.13

Los resultados del número de hojas de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) donde el T1= (var. seda +arena + H-NFT) con 24.93 cm, es superior a los otros tratamientos; seguido por el T3= (var. americana + arena+ H-NFT) con 22.43 cm; seguido por el T2= var seda + sustrato tradicional + H-NFT) con 19.85 cm; seguido por el T4= (var. americana +sustrato tradicional + H-NFT) con 18.95 cm; seguido por el T6= (var. crespa +sustrato tradicional + H-NFT) con 16.63 cm y finalmente el T5= (var. crespa + arena+ H-NFT) con 16.13 cm.

Tabla 10

Análisis de varianza número de hojas - cuarta evaluación

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	9654,740	9	1072.749	47327.157	0.000
Tratamiento	229.863	5	45.973	2028.206	0.000
Bloque	0.070	3	0.023	1.029	0.408
Error	0.340	15	0.023		
Total	9655.080	24			

Modelo. En el cuadro 10, se observa que el valor p de significancia (sig) = 0.000 es inferior al umbral de significancia pre-determinado (< 0,05), por lo que es necesario rechazar la hipótesis nula, lo que lleva a concluir que el modelo general es lineal y que se cumple el requisito previo de un diseño de bloques completos aleatorios (DBCA).

Tratamientos. En la tabla 10, es evidente que el valor p de significancia (sig) = 0.000 está por debajo del nivel de significancia establecido (< 0.05), lo que resulta en el rechazo de la hipótesis nula, que permite afirmar que existe un efecto atribuible a los dos tipos de semillas y sustratos hidropónicos (NFT) en el recuento foliar (cuarta evaluación), en relación con tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L): seda, americana y crespa.

Bloques. En la tabla 10, se observa que el valor p de significancia (sig) = 0,408 supera el umbral de significancia designado (> 0,05), por lo que se decide rechazar la hipótesis nula (Ho) y se afirma que los bloques no influyen en el recuento de las hojas (cuarta evaluación), en relación con tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L): seda, americana y crespa.

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 + tradicional sustrato + H-NFT), ejercen un efecto más pronunciado en el recuento foliar: en la cuarta evaluación de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L): seda, americana y crespa, se realizó una comparación múltiple de medias utilizando la prueba de Tukey con un nivel de probabilidad del 95%, como se ilustra en el la tabla posterior.

Tabla 11

Prueba de tukey, número de hojas - 4ta evaluación

Tratamiento	N	Subconjunto					
		1	2	3	4	5	6
T5= Var crespa + arena+ H-NFT	4	16.1250					
T6=Var crespa +Sust Trad+ H- NFT	4		16.6250				
T4= Var americana +Sust Trad+ H- NFT	4			18.9500			
T2= Var seda + Sust Trad+ H- NFT	4				19.8500		
T3= Var americana + arena + H- NFT	4					22.4250	
T1= Var seda +arena + H-NFT	4						24.9250
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

En la Tabla 11, el subconjunto homogéneo inicial de los promedios al T5= Var crespa + arena+ H-NFT con 16.12 unidades; en el segundo subconjunto el T6=Var crespa +Sust Trad+ H-NFT

con 16.62 unidades; en el tercer sub conjunto el T4= Var americana +Sust Trad+ H-NFT con 18.95 unidades; en el cuarto sub conjunto el T2= Var seda + Sust Trad+ H-NFT con 19.85 unidades y; en el quinto sub conjunto el T3= Var americana + arena + H-NFT con 22.42 unidades y el sexto sub conjunto el T1= Var seda arena + H-NFT con 24.92 unidades, con mayor numero.

3.4 Diámetro de la cabeza de lechuga

La evaluación de campo del diámetro de la cabeza de tres variedades distintas de lechuga (*Lactuca sativa* L) se llevó a cabo 60 días después de la siembra, mediante la hidroponía, Técnica de Película Nutriente (NFT).

Tabla 12

Estadístico descriptivo del diámetro de cabeza de lechuga(gr)

Tratamiento	Diámetro de la cabeza			
	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
T1-Var seda +arena + H-NFT	34.30	34.60	33.90	0.32
T2-Var seda + Sust Trad+ H- NFT	30.47	31.77	28.52	1.38
T3-Var americana + arena + H-NFT	21.80	22.30	21.25	0.46
T4-Var americana +Sust Trad+ H- NFT	22.43	23.42	21.60	0.78
T5-Var cressa + arena+ H-NFT	31.26	31.98	30.20	0.77
T6-Var cressa +Sust Trad+ H-NFT	28.60	28.90	28.10	0.36

Los hallazgos ilustran el diámetro de la cabeza de tres variedades distintas de lechuga (*Lactuca sativa* L.), donde T1= (var. seda +arena + H-NFT) con 34.30 cm, es superior a los otros tratamientos, seguido del T5= (var. cressa + arena+ H-NFT) con 31.26 cm, seguido del T2= var seda + sustrato tradicional + H- NFT) con 30.47 cm, seguido del T6= (var. cressa +sustrato tradicional + H-NFT) con 28.60 cm \pm 0.36; seguido por el T4= (var. americana +sustrato tradicional + H-NFT) con 22.43 cm y finalmente el T3= (var. americana + arena+ H-NFT) con 21.80 cm.

Tabla 13

Análisis de varianza diámetro de la cabeza de lechuga

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	19515.717	9	2168.413	4240.980	0.000
Tratamiento	504.719	5	100.944	197.426	0.000
Bloque	2.991	3	0.997	1.950	0.165
Error	7.670	15	0.511		
Total	19523.386	24			

Modelo. En la tabla 13, es evidente que el nivel de significancia del valor p de 0.000 es sustancialmente inferior al umbral de significancia predeterminado ($< 0,05$), por lo que es necesario rechazar la hipótesis nula; en consecuencia, se puede concluir que el modelo global es lineal y que se cumplen los requisitos previos para un diseño de bloques completos aleatorios (DBCA).

Tratamientos. En el cuadro 13, se observa que el nivel de significancia del valor p de 0.000 es significativamente inferior al umbral de significancia establecido (< 0.05), lo que lleva a rechazar la hipótesis nula, lo que indica que existe un efecto atribuible a los dos tipos distintos de semillas y sustratos hidropónicos (NFT) en el diámetro de la cabeza de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L), a saber, seda, americana y cressa.

Bloques. En el cuadro 13, se observa que el nivel de significancia del valor p de 0,165 supera el umbral de significancia designado ($> 0,05$), por lo que se decidió rechazar la hipótesis nula (Ho), afirmando así que los bloques no influyen en el diámetro de la cabeza de las tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L), específicamente la seda, la americana y la cressa.

Para determinar cuál de los tratamientos: T1= (var. seda + arena + H-NFT), T2= (var. seda + sustrato tradicional + H-NFT), T3= (var. cressa + arena + H-NFT), T4= (var. americana + sustrato tradicional + H-NFT), T5= (var. cressa + arena + H-NFT) y T6= (var. cressa + sustrato tradicional + H-NFT), producen mayores efectos en el diámetro de la cabeza de las tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L), a saber, seda, americana y cressa. Se realizó una comparación múltiple de medias utilizando la prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95%, como se describe en la tabla siguiente.

Tabla 14

Prueba de tukey, diámetro de la cabeza de lechuga

Tratamiento	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
T3= Var americana + arena + H-NFT	4	21.7950			
T4= Var americana +Sust Trad+ H- NFT	4	22.4300			
T6=Var cressa +Sust Trad+ H-NFT	4		28.6000		
T2= Var seda + Sust Trad+ H- NFT	4			30.4725	
T5= Var cressa + arena+ H-NFT	4			31.2575	
T1= Var seda +arena + H- NFT	4				34.3000
Sig.		0.803	1.000	0.639	1.000

En la tabla 14, se observa en el primer sub conjunto homogéneo de las medias al T3= Var americana + arena + H-NFT, con 21.79 cm y el T4= Var americana +Sust Trad+ H-NFT con 22.43 cm; en el segundo sub conjunto el T6=Var cressa +Sust Trad+ H-NFT con 28.60 cm; en el tercer sub conjunto el T2= Var seda + Sust Trad+ H-NFT con 30.47 cm y el T5= Var cressa + arena+ H-NFT con 31.25cm y en el cuarto sub conjunto con mayor diámetro el T1= Var seda +arena + H-NFT con 34.30cm.

4 DISCUSIONES

Longitud radicular. Los resultados se muestran en promedios correspondiente al T3= (var. americana + arena+ H-NFT) con 29.86 cm siendo superior a los otros tratamientos, seguido del T4= (var. americana +sustrato tradicional + H-NFT) con 26.61 cm seguido del T1= (var. seda +arena + H-NFT) con 26.17 cm \pm 0.45; seguido del T2= var seda + sustrato tradicional + H- NFT) con 25.80 cm; seguido del T5= (var. cressa + arena+ H-NFT) con 23.61 cm \pm 0.65 y finalmente el T6= (var. cressa +sustrato tradicional + H-NFT) con 21.54 cm. [9]Guapi, en sus resultados en cuanto a la longitud de raíz a los 45 días V1: Jade, presentó un promedio de 27.75 cm. y [10]Ceballos con respecto a la longitud de raíz obtuvo un promedio de 20.45 cm, aplicando la solución LM a la variedad Starfighter; en cambio Patagonia con la solución T obtuvieron un promedio de 13.68 cm.

Alra de la planta. Los resultados se presentan en promedios correspondiente al T4= (var. americana +sustrato tradicional + H-NFT) con 32.37 cm, es superior a los otros tratamientos, seguido del T3= (var. americana + arena+ H-NFT) con 30.12 cm; seguido del T6= (var. crespa +sustrato tradicional + H-NFT) con 24.08 cm; se-guido del T5= (var. crespa + arena+ H-NFT) con 22.72 cm; se-guido del T2= var seda + sustrato tradicional + H- NFT) con 22.60 cm y finalmente el T1= (var. seda +arena + H-NFT) con 21.60 cm. Según los hallazgos de [11]Tapia indica que al evaluar las variables de altura y recuento de hojas por planta a los 60 días, el tratamiento T1: (variado). Batavia + Guanu (solución nutritiva) produjo 27 hojas y logró una altura de planta de 39.84 cm, así mismo [9]Guapi, en los resultados en cuanto a la altura de la planta, las variedades V2: (Scarlet) y V3: (Starfighter) alcanzaron promedios de 17.56 y 16.43 cm respectivamente de igual [12]Guerra con sus resulta-dos de estudio en cuanto a la altura de planta de acuerdo al análisis estadístico a los 60 días (Marrón =28,97), (Romana=17,59), (Crespa=10,83)

Diámetro de la cabeza de lechuga. Los resultados se presentan en promedio de T1= (var. seda +arena + H-NFT) con 34.30 cm, es superior a los otros tratamientos, seguido del T5= (var. crespa + arena+ H-NFT) con 31.26 cm, seguido del T2= var seda + sustrato tradicional + H- NFT) con 30.47 cm, seguido del T6= (var. crespa +sustrato tradicional + H-NFT) con 28.60 cm; seguido por el T4= (var. americana +sustrato tradicional + H-NFT) con 22.43 cm y finalmente el T3= (var. americana + arena+ H-NFT) con 21.80 cm. Según los hallazgos de [13]Robles indican que la Variedad Boston, obtuvo el mayor tamaño en el diámetro de la cabeza con un promedio 27.74 cm/cabeza, de igual forma [14]Criollo menciona que obtuvo resultados, con purín de cuy alcanzando un diámetro 21.51 cm según estadísticos.

Número de hojas. Los resultados se muestran en promedios T1= (var. seda +arena + H-NFT) con 24.93 cm, es superior a los otros tratamientos; seguido por el T3= (var. americana + arena+ H-NFT) con 22.43 cm; seguido por el T2= var seda + sustrato tradicional + H- NFT) con 19.85 cm; seguido por el T4= (var. americana +sustrato tradicional + H-NFT) con 18.95 cm; seguido por el T6= (var. crespa +sustrato tradicional + H-NFT) con 16.63 cm y finalmente el T5= (var. crespa + arena+ H-NFT) con 16.13 cm. Según los hallazgos de [11]Tapia la altura y recuento de hojas por planta a los 60 días, el tratamiento T1: (variado). Batavia + Guanu (solución nutritiva) resultó tener 27 hojas en promedio según estadísticas, así mismo [15]Rojas según diferencias estadísticas entre los tratamientos (T1, T2 y T3) del sistema hidropónico. el T1 (purín de cuy) como solución nutritiva, generaron resultados: para Número de hojas 18.67 (unidades) por planta.

5 CONCLUSIONES

A los 60 días después de la siembra se registra diferencias significativas en la longitud radicular por planta siendo el mayor promedio la variedad americana + arena+ H-NFT con un promedio de 29.86 cm. Altura de planta, variedad americana+sustrato tradicional+H+NFT con un promedio de 32.37 cm. Diámetro de la cabeza de la lechuga variedad seda+arena+H+NFT, con un promedio de 34.30 cm y número

de hojas la variedad seda+arena+H+NFT con un promedio de 24.93 cm, llegando a una conclusión de la evaluación del efecto de dos tipos de sustrato de almacigo más hidroponía NFT en las características morfológicas de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el INIA Andahuaylas Perú tuvo significancia, donde indica que los tratamientos que se utilizó sustratos de arena, junto con la hidroponía NFT, facilitan notablemente un crecimiento radicular y aéreo mejorado en comparación con los sustratos tradicional (tierra negra, arena y compost)

AGRADECIMIENTO

Se agradece al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) Andahuaylas-Apurímac, quienes brindaron su apoyo en la investigación, de igual forma a la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, por dar la oportunidad de investigar. Feria de Ciencia e Innovación Tecnológica - FERCYT UNAMBA 2022 - 2023

REFERENCIAS

- [1] C. Cuevas, "Diseño Y Construcción De Un Sistema Hidropónico Nutrient Film Technique;Como Alternativa Sustentable Decultivo, Produccióny Consumo De Hortalizas,Para El Beneficio De Los Habitantes Del Islote El Pardito En Baja California Sur.," 2021.
- [2] N. itzel Perez and A. Solorzano, "Eficiencia En La Produccion De Lechuga Hidroponica Caso Fresco Cultivos Hidroponicos,," p. 108, 2021.
- [3] V. Vargas, "cultivo hidropónico como alternativa sostenible a cultivos tradicionales," 2022.
- [4] Hydro Environmet., "Innovacion agricola," 2024. https://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=product_info&cPath=80&products_id=1635
- [5] X. Suclla, "Comparativo de tres frecuencias de riego en el crecimiento y desarrollo de lechuga hidropónica," 2023, 2023.
- [6] S. Molina and A. Mora, "UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL," 2020.
- [7] N. Cedeño, "Identificación del efecto de deficiencias nutricionales en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo sistema hidropónico," Univ. Técnica Estatal Quevedo, 2022.
- [8] A. Gonzales, "universidad de guayaquil carrera de ingeniería agronómica previo a la obtención del título de : ingeniera agronómica tema : evaluación de soluciones nutritivas en lechuga (*lactuca sativa* l .) con la técnica hidropónica nft , provincia de santa elena . an," 2022.
- [9] 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.
- [10] M. CEVALLOS, "Aplicación De Soluciones Nutritivas En Variedades De Lechuga En Cultivo Hidropónico Bajo El Sistema Nft,," Univ. Técnica Cotopaxi Fac., vol. 1, p. 101, 2020, [Online]. Available: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4501/1/PI-000727.pdf>
- [11] J. TAPIA, "Eficacia de soluciones nutritivas en la productividad de variedades de lechuga *lactuca sativa* l. mediante el sistema nft," 2022.
- [12] G. GUERRA and M. YUGSI, "Producción Hidropónico De Tres

- Variedades De Lechuga (*Lactuca Sativa* L.) Bajo El Sistema Nft (Nutrien Film Technique)." 2022. [Online]. Available: <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8980/1/UTC-PIM-000528.pdf>
- [13] F. ROBLES and L. VALLE, "T E S I S Efecto del sistema hidropónico recirculante con solución nutritiva en el rendimiento de seis variedades de lechugas (*Lactuca sativa* l) en la localidad de Yanacocha - Yanahuanca - Pasco. Autor:," vol. 21, no. 1, pp. 1-9, 2020.
- [14] 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>
- [15] J. T. ROJAS, J. Bazán Hernández, M. P. Rodriguez Vasquez, A. C. Flores Quispe, and F. Del Carpio Delgado, "Efecto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas del concreto permeable," *Salud, Cienc. y Technol. - Ser. Conf.*, vol. 2, no. 21, p. 337, 2023, doi: 10.56294/sctconf2023337.

BIOGRAFÍAS

- Reyna Vargas-Peña, estudiante investigadora de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroecológica y Desarrollo Rural en la Universidad Nacional Micaela Bastida de Apurímac.
- Niki Franklin Flores Pacheco, Ingeniero Agrónomo, docente de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, investigador en la línea de investigación: Agua, agricultura, silvicultura y pecuaria sostenible.