UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

EFECTO DE LA APLICACIÓN DE UNA DOSIS DE HUMUS LIQUIDO DE LOMBRIZ EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE CUATRO VARIEDADES DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) CULTIVADAS EN SOLUCIÓN NUTRITIVA EN PUCALLPA – UCAYALI 2023

Tesis para optar el Título Profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

SHINA MERCEDES MALDONADO LINO

Pucallpa, Perú

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA
CARRERA PROFESIONAL DE AGRONOMIA

ANEXO 4

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de tesis, presentada por **SHINA MERCEDES MALDONADO LINO** denominada **EFECTO DE LA APLICACIÓN DE UNA DOSIS DE HUMUS LIQUIDO DE LOMBRIZ EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE CUATRO VARIEDADES DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) CULTIVADAS EN SOLUCIÓN NUTRITIVA EN PUCALLPA – UCAYALI 2023,** para cumplir con el requisito académico del título profesional de **INGENIERO AGRONOMO**.

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo así como los conocimientos demostrados por el sustentante lo declaramos: **APROBADO POR UNANIMIDAD** con el calificativo (*) **DIECISIETE (17).**

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el Título de **INGENIERO AGRONOMO**, de conformidad con lo estipulado en los Art. 3 y 6 del Reglamento para el otorgamiento de Título Profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 20 de Octubre de 2023

.....	.....
Ing. Raúl Armando Pilco Panduro Dr.	Ing. Rita Riva Ruiz M. Sc.
Presidente	Secretario
.....	.....
Ing. Edwin Poquioma Yuimachi M. Sc.	Ing. Fernando Pérez Leal Dr.
Miembro	Asesor

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado

ACTA DE APROBACION DE TESIS

Esta tesis fue sometida a consideración para su aprobación por el jurado evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, integrado por los siguientes docentes:

Ing. Raúl Pilco Panduro Dr. ..... Presidente

Ing. Rita Riva Ruiz M. Sc. ..... Secretario

Ing. Edwin Poquioma Yuimachi M. Sc. ..... Miembro

Ing. Fernando Pérez Leal Dr. ..... Asesor

Bach. Shina Mercedes Maldonado Lino ..... Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº **V/0580-2023**.

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"**EFECTO DE LA APLICACIÓN DE UNA DOSIS DE HUMUS LIQUIDO DE LOMBRIZ EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE CUATRO VARIEDADES DE LECHUGA (Lactuca sativa L.) CULTIVADAS EN SOLUCIÓN NUTRITIVA EN PUCALLPA – UCAYALI 2023**"

Autor(es)	:	**MALDONADO LINO, SHINA MERCEDES**
Facultad	:	**CIENCIAS AGROPECUARIAS**
Escuela	:	**Agronomía**
Asesor(a)	:	**Dr. Pérez Leal, Fernando**

Presenta un **porcentaje de similitud de 10%,** verificado en el Sistema Antiplagio URKUND/OURIGINAL,
De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.
En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 27/09/2023

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, SHINA MERCEDES MALDONADO LINO

Autor de la tesis titulada : EFECTO DE LA APLICACIÓN DE UNA DOSIS DE HUMUS LIQUIDO DE LOMBRIZ EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE CUATRO VARIEDADES DE LECHUGA (Lactuca Sativa L.) CULTIVADAS EN SOLUCIÓN NUTRITIVA EN PUCALLPA – UCAYALI 2023.

Sustentada el año 2023

Asesor(a): Dr. FERNANDO PÉREZ LEAL

Facultad: DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Escuela Profesional: DE AGRONOMIA

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 26 / 10 / 2023

Email: maldonadolinoshinamercedes@gmail.com Firma:

Teléfono: 927218274 DNI: 75811745

DEDICATORIA.

A Dios, por concederme la vida y bendecirme.

A mis Padres: Ana Yeimi Lino Dasilva y Demetrio Maldonado Cierto, que han sido un pilar fundamental en mi formación académica, por su apoyo a lo largo de mi vida, personas que siempre estuvieron y están a mi lado aconsejándome para poder lograr mis metas trazadas.

A mis hermanos: Karen Elene Maldonado Lino, Evelin Brillith Maldonado Lino, Brenda Lucero Maldonado Lino y Harry Sebastián Maldonado lino por sus aliento y ánimo para seguir adelante.

A Todos mis amigos por el apoyo brindado durante mi formación Profesional.

AGRADECIMIENTO.

A la Universidad Nacional de Ucayali, por brindarme la oportunidad de realizar mi aspiración de ser profesional.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias por impartir sus sabias enseñanzas y valores que contribuyeron en mi formación profesional de Ingeniero Agrónomo.

A mi asesor Dr. Fernando Pérez Leal Docente de la Universidad Nacional de Ucayali por su contribución y apoyo incondicional brindado al desarrollo de la presente investigación.

Al Técnico en Laboratorio Sinecio Cárdenas Gonzales (Universidad Nacional de Ucayali) por su colaboración y sus valiosas sugerencias durante el desarrollo de la investigación.

Y, a todas las personas que de una u otra manera contribuyeron durante el proceso y culminación del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE

Pág.

DEDICATORIA. vi
AGRADECIMIENTO. vii
RESUMEN. xi
ABSTRACT. xii
ÍNDICE DE TABLAS. xiii
ÍNDICE DE FIGURAS. xiii
ÍNDICE DE ANEXOS. xiv
ÍNDICE DE CUADRO xiv
I. INTRODUCCIÓN. 1
II. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA 2
2.1. Descripción y fundamentación del problema. 2
2.2. Formulación del problema 3
2.2.1. Problema general. 4
2.2.2. Problemas específicos. 4
2.3. Objetivos. 4
2.3.1. Objetivo general. 4
2.3.2. Objetivos específicos. 4
2.4. Hipótesis 5
2.4.1. Hipótesis general. 5
2.4.2. Hipótesis específicos. 5
2.5. Variables. 5
2.5.1. Variables independientes. 5
2.5.2. Variedades dependientes. 5
2.6. Justificación. 6
2.7. Viabilidad 7
2.8. Limitaciones. 7
III. MARCO TEÓRICO. 8
3.1. Antecedentes de la investigación. 8
3.1.1. A nivel global. 8
3.1.2. A nivel nacional 10
3.1.3. A nivel regional y local. 11
3.2. Bases teóricas. 12
3.2.1. Origen de la especie. 12
3.2.2. Distribución geográfica. 12

3.2.3. Descripción botánica. 12
3.2.4. Variedades de lechuga. 13
3.2.5. Humus de lombriz. 14
3.2.6. Hidroponía. 15
IV. MÉTODOLOGIA. 16
4.1. Tipo de investigación. 16
4.2. Ubicación. 16
4.3. Condiciones edafoclimáticas. 16
4.4. Variables en estudio. 17
4.5. Materiales y equipos. 17
4.6. Operacionalización de las variables. 19
4.7. Conducción del ensayo: 20
4.8. Diseño experimental. 24
V. RESULTADOS. 27
5.1. Altura de cabeza. 27
5.2. Longitud de hoja. 28
5.3. Longitud de raíz. 29
5.4. Diámetro de cabeza. 30
5.5. Número de hojas por planta. 31
5.6. Peso fresco de lechuga. 31
5.6.1. Peso fresco de hojas. 32
5.6.2. Peso fresco de raíz. 33
5.6.3. Peso fresco de tallo. 33
VI. DISCUSIONES 35
6.1. Altura de cabeza. 35
6.2. Longitud de hoja. 36
6.3. Longitud de raíz. 36
6.4. Diámetro de cabeza. 37
6.5. Número de hojas por planta. 37
6.6. Peso fresco de lechuga. 38
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 39
7.1. CONCLUSIONES. 39
7.2. RECOMENDACIONES. 40
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. 41
IX. ANEXOS. 46

ICONOGRAFIA. 50

RESUMEN.

El Presente ensayo se desarrolló en las instalaciones de un Invernadero cerca al Módulo de Hidroponía de la Universidad Nacional de Ucayali, con el propósito de evaluar el efecto de la aplicación de una dosis de humus liquido de lombriz en el crecimiento y rendimiento de cuatro variedades de lechuga cultivadas en solución nutritiva de Hoagland y Arnon. Las variedades probadas fueron Seda, White Boston, Crespa y Morada, bajo un diseño completamente al azar con tres repeticiones y las variables evaluadas fueron altura y diámetro de cabeza, longitud de hojas, longitud de raíz y número de hojas por planta, así como peso fresco de cabeza. Los resultados indican que, con la aplicación de una dosis de humus liquido de lombriz en solución nutritiva, se logró los mayores promedios de altura de cabeza con las variedades Crespa, Seda y White Boston, con 27.2, 27.1 y 27.0 cm, cada una, así como en longitud de hoja, destacándose las variedades White Boston, Crespa y Seda, con 19.6, 19.5 y 19.1 cm, cada una. Respecto al diámetro de cabeza de lechuga, las variedades Crespa, Seda y White Boston cultivadas en solución nutritiva y fertilizadas con una dosis de humus liquido de lombriz, destacaron con 23.9, 23.3 y 23.3 cm, respectivamente. En relación al número de hojas por planta sobresalieron las variedades Seda, Crespa y White Boston, con 40.3, 40.3 y 39.8 hojas por planta, cada una y finalmente, la evaluación del peso fresco de cabeza determinó la superioridad de las variedades Seda, White Boston y Crespa, cuyos pesos promedios fueron 97.2, 96.6 y 99.0 g, respectivamente, frente a la variedad morada, que obtuvo un peso fresco total de 39.7 g.

Palabras clave: lechuga, variedad, hidroponía, humus líquido de lombriz, peso fresco.

ABSTRACT.

The trial was carried in the facilities of a greenhouse near the Hydroponics Module of the National University of Ucayali, with the purpose of evaluating the effect of applying a dose of liquid worm humus on the growth and yield of four varieties of lettuce. cultured in Hoagland and Arnon's nutrient solution. The varieties tested were Seda, White Boston, Crespa and Morada, under a completely randomized design with three repetitions and the variables evaluated were head height and diameter, length and number of leaves per plant, as well as head fresh weight. The results indicate that, with the application of a dose of liquid worm humus in nutrient solution, the highest average head height was achieved with the Crespa, Seda and White Boston varieties, with 27.2, 27.1 and 27.0 cm each, as well as in leaf length, standing out the varieties White Boston, Crespa and Seda, with 19.6, 19.5 and 19.1 cm each. Regarding the head diameter of lettuce, the Crespa, Seda and White Boston varieties grown in nutrient solution and fertilized with a dose of liquid earthworm humus, stood out with 23.9, 23.3 and 23.3 cm, respectively. In relation to the number of leaves per plant, the varieties Seda, Crespa and White Boston stood out, with 40.3, 40.3 and 39.8 leaves per plant, each one and finally, the evaluation of the fresh weight of the head determined the superiority of the varieties Seda, White Boston and Crespa, whose average weights were 97.2, 96.6 and 99.0 g, respectively, compared to the morada variety, which obtained a total fresh weight of 39.7 g.

Keywords: lettuce, variety, hydroponics, worm castings, fresh weight.

ÍNDICE DE TABLAS.

		Pág.
Tabla 1.	Aplicación del ANVA……..	26
Tabla 2.	Resultados de las variables evaluadas en el ensayo……	28
Tabla 3.	Resultados del peso fresco de lechuga por tratamiento…….	33

ÍNDICE DE FIGURAS.

		Pág.
Figura 1.	Ubicación del ensayo en el Módulo de Hidroponía de la UNU…….	25
Figura 2.	Croquis experimental…….....	35
Figura 3.	Altura de cabeza de lechuga por variedad…….....	37
Figura 4.	Longitud de hoja de lechuga por variedad……	38
Figura 5.	Longitud de raíz de lechuga por variedad…….	40
Figura 6.	Diámetro de cabeza de lechuga por variedad…….	41
Figura 7.	Número de hojas por planta de lechuga por variedad……	42
Figura 8.	Peso fresco de hojas de lechuga por variedad……	45
Figura 9.	Peso fresco de raíz de lechuga por variedad……..	45
Figura 10.	Peso fresco de tallo de lechuga por variedad……..	46

ÍNDICE DE ANEXOS.

Pág.

Anexo 1. ANVA para altura de cabeza de lechuga……. 44

Anexo 2. ANVA para longitud de hoja…… 44

Anexo 3. ANVA para longitud de raíz de lechuga……. 44

Anexo 4. ANVA para diámetro de cabeza de lechuga…… 45

Anexo 5. ANVA para número de hojas por planta de lechuga…… 45

Anexo 6. ANVA para peso fresco de hojas de lechuga……... 45

Anexo 7. ANVA para peso fresco de raíces de lechuga……. 46

Anexo 8. ANVA para peso fresco de tallo de lechuga……. 46

Anexo 9. ANVA para peso fresco total de lechuga…….. 46

Anexo 10. Costo de producción…….. 47

ÍNDICE DE CUADRO

Pág.

Cuadro 1 Preparación de solución al 25%..... 23

Cuadro 2 Preparación de solución al 50%..... 24

I. INTRODUCCIÓN.

El Perú es uno de los países del mundo afectados por problemas de salud y nutrición. Según la FAO (2014), la hidroponía popular fue aprobada a través del proyecto Regional para la superación de la pobreza en América Latina y el Caribe, desarrollado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo de distintos países de la región.

Las hortalizas son alimentos que contribuyen a hidratar nuestro organismo por su alto contenido de agua, además de ser nutritivas y saludables. Son ricas en vitaminas, minerales, fibra y en menor medida, en almidón y azúcares, hecho que explica su bajo aporte calórico. Son también una fuente indiscutible de sustancias de acción antioxidante. Por todo ello se consideran fundamentales para la salud e indispensables dentro del concepto de dieta equilibrada.

Las hortalizas han cobrado importancia, especialmente el cultivo de lechuga *Lactuca sativa* L. se consume durante todas las épocas del año, por lo que siempre existe en el mercado gran demanda de este producto. La lechuga es una planta rica en vitaminas A, B1, B2, C y E, 94,8% de agua, 1,2% de proteína, 0,2% de grasas, y el 2,9% de hidratos de carbono y minerales (Mitma, 2021)

Siendo la lechuga un cultivo importante que crece mejor como cultivo hidropónico que en suelo, en la actualidad se está difundiendo el cultivo en medio líquido, donde el contenido de nitrato en hojas es un aspecto importante de su calidad. Según especie, cultivar, parte de la planta, época y ambiente de cultivo, medio de cultivo, fertilización nitrogenada, esta hortaliza, puede presentar contenido de nitratos elevado ocasionando indirectamente daños a la salud del consumidor (Rogel, 2018)

II. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

2.1. Descripción y fundamentación del problema.

El experimento se desarrolló en un invernadero cercano al módulo hidropónico de la Universidad Nacional de Ucayali. El objetivo fue evaluar el efecto de la aplicación de dosis de humus líquido de lombriz sobre el crecimiento y rendimiento de cuatro variedades de lechugas cultivadas en sales nutritivas en solución de Hoagland y Arnon. Las variedades probadas fueron Seda, White Boston, Crespa y Morada en un diseño completamente al azar con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron altura y diámetro de la cabeza, longitud de hojas, longitud de raíz y número de hojas por planta y peso fresco de la cabeza.

Alicia (2019) afirma en su ensayo que el humus de lombriz líquido es un fertilizante con propiedades que tienen un efecto positivo en las plantas. Por lo tanto, el propósito del estudio fue determinar la dosis adecuada de excrementos de lombriz sobre el rendimiento de lechuga americana. Concluyendo que el humus de lombriz fue superior al testigo (fertilizante químico).

Blanco (2019) afirma que este sistema no utiliza un sustrato sólido, sino que sumerge las raíces directamente en la solución nutritiva. Utilizando láminas de Tecnopor a las que se les perforan agujeros donde se colocan las plantas y luego flotan sobre la solución nutritiva, que debe airearse periódicamente para proporcionar oxígeno a las raíces.

2.2. Formulación del problema

La hidroponía consiste en cultivar plantas utilizando agua con minerales esenciales para el cultivo, con una conductividad eléctrica y un pH adecuado a los requerimientos de la planta para su mejor desarrollo (vecilla, 2022)

Por otro lado, cuando se aplica humus de lombriz líquido al suelo y a las plantas, gracias a su carga electrónica, ayuda a absorber cationes de macro y micronutrientes, evitando la concentración de sales y estabilizando el pH del suelo. El humus de lombriz que contiene nitrato reductasa también ayuda a reducir los niveles de nitrato en la lechuga cultivada hidropónicamente (Ricardo, 2019)

Su importancia radica en la alta flexibilidad de este sistema. Porque este sistema se puede utilizar con éxito en diferentes situaciones. Por ejemplo, realizar investigaciones ecológicas, producir alimentos en regiones áridas, tropicales o en ciudades donde son caros y escasos. Lugares donde la salinidad del agua es alta o el agua escasea (Ricardo, 2019)

Pérez y Lamadrid (2014), mencionan que la materia orgánica resultante de las excretas de lombrices mezclada con agua, origina un lixiviado de humus de lombriz (humus líquido) que aplicado al suelo o a la planta actúa como biofertilizante para aplicaciones foliares o al suelo. Además, Barrios (2004) refiere que es muy apropiado para cualquier tipo de cultivo, ya que estimula el crecimiento vegetal.

Por ello, el trabajo de investigación tiene como finalidad obtener cuatro variedades de lechuga, empleando el sistema hidropónico utilizando el humus liquido de lombriz cultivada en una solución nutritiva de Hoagland y Arnon. Al aplicar el humus líquido de lombriz se pretende conocer el crecimiento y rendimiento productivo de las variedades de lechuga, para así tener una dosis óptima en sembríos hidropónicos, conforme lo refiere Barrios (2004)
En este sentido, nos planteamos las siguientes interrogantes:

2.2.1. Problema general.

¿Cuál será el efecto de aplicar el humus líquido de lombriz en el crecimiento y rendimiento de las cuatro variedades de lechuga cultivadas en solución nutritiva de Hoagland y Arnon en Pucallpa – Ucayali?

2.2.2. Problemas específicos.

¿Cuál será el efecto de aplicar una dosis de humus líquido de lombriz en el crecimiento de cuatro variedades de lechuga cultivadas en solución nutritiva de Hoagland y Arnon?

¿Cuál será el efecto de aplicar una dosis de humus líquido de lombriz en el rendimiento de cuatro variedades de lechuga cultivadas en solución nutritiva de Hoagland y Arnon

2.3. Objetivos.

2.3.1. Objetivo general.

Determinar el efecto de la aplicación de una dosis de 4 litros de humus líquido de lombriz en 60 litros de solución nutritiva de Hoagland y Arnon al 50% en el crecimiento y rendimiento de cuatro variedades de lechuga cultivadas a raíz flotante en Pucallpa – Ucayali.

2.3.2. Objetivos específicos.

Evaluar el efecto de la aplicación de una dosis de humus líquido de lombriz en el crecimiento de cuatro variedades de lechuga cultivadas en solución nutritiva de Hoagland y Arnon.

Evaluar el efecto de la aplicación de una dosis de humus líquido de lombriz en el rendimiento de cuatro variedades de lechuga cultivadas en solución nutritiva de Hoagland y Arnon.

2.4. Hipótesis.

2.4.1. Hipótesis general.

Si aplicamos una dosis de humus liquido de lombriz a cuatro variedades de lechuga cultivadas en solución nutritiva de Hoagland y Arnon, entonces se conocerá su efecto en el crecimiento y rendimiento del cultivo de lechuga en Pucallpa.

2.4.2. Hipótesis específicos.

Si evaluamos el efecto de la aplicación de una dosis de humus líquido de lombriz, por lo menos una de las variedades de lechuga responderá mejor en su crecimiento al ser cultivadas en solución nutritiva de Hoagland y Arnon.

Si evaluamos el efecto de la aplicación de una dosis de humus líquido de lombriz, por lo menos una de las variedades de lechuga responderá mejor en su rendimiento al ser cultivadas en solución nutritiva de Hoagland y Arnon.

2.5. Variables.

2.5.1. Variables independientes.

Variedades de lechuga

Seda

Crespa

Morada

White Boston

2.5.2. Variedades dependientes.

Crecimiento

Altura de cabeza

Longitud de hoja

Longitud de raíz

Diámetro de cabeza

Número de hojas por cabeza

Rendimiento

Peso fresco de cabeza

2.6. Justificación.

En los últimos tiempos se ha observado un aumento de la demanda de cultivos, ataques de plagas, altas necesidades de fertilización, riegos frecuentes (no se permite la sequía bajo ningún concepto), problemas de malezas, uso de sustancias químicas como insecticidas y pesticidas. El cual Provoca daños a la salud humana, erosión del suelo y costes exorbitantes para los productos agrícolas. Debido a la necesidad de producción de alimentos orgánicos y la búsqueda de alternativas de bajo costo, se han elegido cultivos hidropónicos para ayudar a reducir los costos de producción agrícola, la erosión y la contaminación ambiental (Núñez, 2020).

La hidroponía se desarrolló como un método alternativo de producción frente al procedimiento convencional que implica mayor uso de recursos e incluso contaminación ambiental, esta técnica busca la eficiencia en la obtención con miras a futuro ya que evita un deterioro del suelo y costos elevados (Pereda, 2015).

La tendencia de los consumidores de hortalizas de hojas como la lechuga, la cual son productos de calidad e inocuos y libres de agroquímicos generando una demanda creciente de los cultivos basados en sistema de producción agronómicos o ecológicos.

Los agricultores orgánicos del Perú han experimentado un importante crecimiento de la demanda tanto en el mercado externo como en el local existiendo un número considerable de pequeños agricultores certificados que se dedican a la producción orgánica y que se asocian para comercializar sus productos en mejores condiciones (Florindez, 2012).

Es un alimento esencial para la mayoría de la población, ya que está al alcance de su economía. Los agricultores siempre buscan variedades que le permitan obtener una buena rentabilidad en e l cultivo. Entre las principales

cualidades de una variedad idea l tenemos: alto rendimiento, cabeza grande y compacta, color verde oscuro y resistencia a altas temperaturas (INIA, 2000).

2.7. Viabilidad.

Se consideró viable porque la Universidad Nacional de Ucayali facilitó las instalaciones, equipos y materiales como los fertilizantes de la solución de Hoagland y Arnon, que nos permitió medir el impacto de una nueva tecnología utilizando adicionalmente el humus líquido de lombriz para la promoción del cultivo de lechuga, adaptando el cultivo a las condiciones de Pucallpa, con la orientación hacia un cultivo orgánico y más económico.

2.8. Limitaciones.

Las limitaciones que se presentaron durante nuestra investigación fueron las siguientes:

- La disponibilidad de mayor capacidad de aire acondicionado para disminuir las temperaturas elevadas que se presentaron en el invernadero.
- Las condiciones ambientales de humedad para el cultivo deben ser más elevadas y controladas en el invernadero.
- A pesar de las principales limitaciones el cultivo se desarrolló hasta mostrar diferencias entre los tratamientos

III. MARCO TEÓRICO.

3.1. Antecedentes de la investigación.

3.1.1. A nivel global.

Gonzáles (2021) realizó un estudio en Santa Elena (Ecuador). El objetivo fue evaluar la producción del cultivar de lechuga hidropónica Vizir en un sistema de raíces flotantes bajo la acción de tres bioestimulantes en un diseño DCA completamente al azar distribuido en seis tratamientos. Cada unidad experimental estuvo compuesta por 20 plantas/m2 y cuatro repeticiones en las que se mezclaron extracto de algas bioestimulantes 0,30 g/L y óxido de silicio en una cantidad de 0,25 cm3/L con la solución nutritiva y se aplicaron aminoácidos 1 g/L. un experimento. Hoja. En consecuencia, el mayor rendimiento de 4,268 g se logró con el T1, alcanzando una altura de 14,75 cm, un peso de hoja fresca de 122,09 g y un peso de raíz fresca de 12,35 g. Sin embargo, los aminoácidos T4 tuvieron el mayor número de hojas, con un promedio de 26 hojas por planta, un consumo de agua de 1,39 litros/planta/ciclo y un valor de 134,44 g por unidad de lechuga.

Mientras tanto, en Carapungo (Ecuador), Rogel (2018) investigó la respuesta de tres tipos de lechugas a cuatro soluciones nutritivas (tres de origen biológico y una de origen sintético) en condiciones hidropónicas. Para el propósito del estudio se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 12 tratamientos y tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron número de hojas, longitud de hojas, altura de planta, días a cosecha, rendimiento y ensayos. Saboreo. La solución nutritiva “La Molina” mostró la mejor respuesta a las variables evaluadas, seguida de la solución orgánica “Té de estiércol”. Entre las variedades de lechuga estudiadas, la variedad 'Romana' mostró la mejor respuesta agronómica.

Ricardo (2019), por su parte realizó un estudio en Santa Elena, Bolivia, para evaluar el comportamiento agronómico de un cultivo protegido de

Lechuga hidropónica variedad Crespa expuesto a tres soluciones nutritivas: Hoagland/Arnon, Sonnefeld/Vogt y Steiner. En promedio para todos los cultivos realizados, replicar 20 plantas por unidad experimental. Los cultivos se repitieron cuatro veces para garantizar la coherencia de los datos. Las siembras de lechuga se escalonaron bajo un sistema de raíces flotantes con un espaciamiento de 0,2 x 0,17 m entre plantas. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completamente al azar. Los valores medios se evaluaron mediante la prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95%. Los resultados muestran que el peso promedio de las plantas alcanzó 131,8g, cifra inferior al peso comercial estimado de 150g. La solución fertilizante de Hoagland y Arnon logró los mejores resultados en todas las variables evaluadas con 142.8 g planta-1, 23 hojas planta-1, longitud de hoja 22.2 cm, materia seca de hojas y raíces 6.77% y 4.88%.

Cajo (2016) realizó un estudio en Ambato (Ecuador) sobre la producción hidropónica de tres tipos de lechuga Lollo Rossa y Salad Browl (Lactuca sativa L.) bajo un sistema NFT utilizando tres tipos de soluciones nutritivas y encontró la mejor cantidad de hojas fue de hasta 65 días en el tratamiento S1V2 (N: 144, P: 60, K: 120, Ca: 60, Mg: 24, S: 7.2, Fe: 6, Cu: 0.02, Zn: 0.48), Mn: 0,60, Mo: 0,006, B: 0,50, Co: 0,60 ppm, variedad Lollo Rossa) y S1V3 (N: 144, P: 60, K: 120, Ca: 60, Mg: 24, S: 7,2, Fe): 6 , Cu: 0,02, Zn: 0,48, Mn: 0,60, Mo: 0,006, B: 0,50, Co: 0,60 ppm, variedad salad browl). Después de 80 días, los tratamientos con valores medios más altos para esta variable fueron S2V3 y S2V2. Se cree que esta reacción se debe a las características de cada variedad.

Velasco et al. (2016) realizaron un estudio en Cochabamba (Bolivia) titulado “Humus líquido y microorganismos para favorecer la producción de lechuga (Lactuca sativa var. Crespa) en hidroponía” y para demostrar los efectos significativos del uso individual de líquidos. Contiene hasta un 50% de humus. En la fase II se evaluaron nuevamente diferentes dosis de humus líquido que contenía únicamente micorrizas. En comparación, cuando se utilizan 8 litros de humus líquido puro por cada 36 litros de material hidropónico, las plantas tendrán el mayor peso (40,7%), altura máxima (39%) y longitud máxima (42%). control. Sin embargo, la composición líquida de humus y micorrizas (4 litros por 36 litros

de solución madre) promovió aún más el crecimiento y el peso de los cultivos de lechuga en condiciones hidropónicas. En general, el uso de humus líquido redujo el tiempo de producción de 60 a 52 días.

Montes (2015), evaluó en Popayán (Colombia), el efecto de evaluar abonos orgánicos provenientes de residuos de cosecha y plazas de mercado de Popayán, utilizando plantas de repollo y lechuga. Se recolectaron residuos de fincas de café y plazas de mercados de Popayán, se elaboraron pilas de compost separadamente y se analizó cada compost para determinar contenido de nutrientes. Se aplicó compost en dos etapas de cultivo como fertilizante. Se utilizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos y tres repeticiones, T0: Testigo, sin abono; T1: compost elaborado de pulpa de café, troncho de plátano y gallinaza y T2: compost elaborado con residuos de plazas de mercado. Se concluyó que los materiales utilizados para producción de compost influyen en las propiedades físico-químicas del abono orgánico y los compostajes cumplieron con 15 parámetros de la norma NTC 5167**.**

3.1.2. A nivel nacional.

Mitma (2021) investigó tres microorganismos eficientes (EM-1) en el cultivo hidropónico de lechuga variedad Crespa en Huamanga (Ayacucho) utilizando concentraciones de 0.00, 0.0086, 0, 0171 y 0.0342, desarrollamos un estudio para evaluar el efecto de concentración. Se utilizaron % microorganismos eficientes). Para llevar a cabo el proyecto de investigación se utilizaron 12 contenedores de madera, cada contenedor se equipó con su correspondiente poliestireno y los agujeros se distribuyeron mediante el método de siembra de 3 bolillos para crear lechugas con una densidad total de 240 plantas de lechuga. El diseño utilizado fue un DCA con tres repeticiones. Los resultados muestran que el tratamiento 3 (EM-1) con una concentración microbiana de 0.0342% mostró mayor rendimiento con 2.43 kg m2, mientras que el tratamiento testigo mostró el menor rendimiento con 1.96 kg m2.

3.1.3. A nivel regional y local.

Huaroto (2023), efectuó un experimento en un invernadero construido en la Universidad Nacional de Ucayali con el objetivo de evaluar el efecto de cuatro dosis de humus líquido sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de lechuga en un sistema hidropónico. Los tratamientos probados en un diseño completamente al azar incluyeron tres aplicaciones de 0, 6, 8, 10 y 12 L de humus de lombriz líquido, con cantidades variables de altura de planta, diámetro de cabeza y longitud de raíz. Los efectos sobre las variables de peso, determinó el volumen fresco total. y biomasa seca. Los resultados muestran que los mejores valores promedio de altura de planta, diámetro de cabeza, longitud de raíz, peso fresco y seco de la biomasa total de las variedades de lechuga se lograron cuando se utilizaron 12 litros de solución líquida de humus liquido en la solución nutritiva. variedad White Boston.

Marín (2022), por su parte, diseñó un experimento en Pucallpa para evaluar los efectos de la aplicación de tres bioles que contienen 5 kg, 10 kg y 15 kg de vísceras de pescado sobre el rendimiento y calidad de las hojas de un cultivo de lechuga variedad Great Lakes 407, bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Durante la cosecha, los bioles que contenían 10 kg y 15 kg de vísceras de pescado tuvieron un impacto significativo en el rendimiento de 9,60 t ha-1 y 9,05 t ha-1. El número de cabezas de lechuga disponibles comercialmente fue de 46,8, sin diferencias significativas. 45,5 y 48,0 por unidad experimental, respectivamente, para los bioles que contenían 5, 10 y 15 kg de vísceras de pescado, y peso de cabeza de lechuga comercial, mientras que los bioles que contenían 10 kg y 15 kg de vísceras de pescado se destacaron con 166,75 y 150,25 g, respectivamente . Los resultados se evaluaron según largo y ancho de hoja, y los mejores valores se obtuvieron al utilizar bioles con 15 kg y 10 kg de entrañas de pescado, longitudes de 13,9 cm y 13,2 cm, y ancho de hoja de 14,2 cm y 13,2 cm. respectivamente.

Vela (2018), desarrolló un ensayo en Pucallpa, para evaluar la respuesta a la aplicación de Vacaza y Gallinaza enriquecidas con microorganismos eficientes en el cultivo de lechuga variedad *Great Lakes* 659.

Los tratamientos fueron: T1 (Testigo), T2 (Gallinaza), T3 (Gallinaza + EM), T4 (Vacaza) y T5 (Vacaza + EM), encontrándose que, la Gallinaza + EM y Vacaza + EM, incrementaron la altura de planta con 24.2 y 21.7 cm, así como la longitud de hoja, con 25.2 y 22.7 cm, el ancho de hoja, con 19.7 y 18.2 cm, el número de hojas por planta, con 21.7 y 20, el peso de la cabeza, con 448.9 y 353.0 g, cada uno, y también el rendimiento por ha^{-1}, con 34.7 y 27.1 t ha^{-1}.

3.2. Bases teóricas.

3.2.1. Origen de la especie.

La lechuga es originaria de la India y Asia central y se remonta a 2500 años. Los primeros tipos de lechuga mencionados fueron la lechuga de hoja y la lechuga arrepollada, conocidas en Europa desde el siglo XVI. Las variedades que se cultivan actualmente son fruto de cruces entre diferentes especies. Es una verdura muy típica para degustar en ensaladas por su alto contenido de minerales, vitaminas y fibra (Quintero, 2015).

3.2.2. Distribución geográfica.

En Perú, la lechuga es una hortaliza importante, especialmente en la región costera central debido a las buenas condiciones para que crezca el cultivo. La lechuga es una de las verduras más famosas y queridas en nuestro país porque se utiliza en multitud de platos (Rogel, 2018).

3.2.3. Descripción botánica.

La lechuga es una planta anual de la familia compuesta. El período de cosecha suele ser de 50 a 60 días para las variedades tempranas y de 70 a 80 días para las variedades tardías, desde la siembra hasta la cosecha (Ricardo, 2019).

Las hojas son lisas, ligeramente dentadas y de formas variadas. Cuando se cubren entre sí, pierden su color verde porque la luz ya no los toca directamente. Por otro lado, esta variedad de colores verdes, en ocasiones con un tinte rojizo o morado, es característica de cada variedad. Dependiendo de la

textura de la hoja, las hojas pueden tener un aspecto mantecoso o crujiente, ondulado, liso o rizado (Marín, 2022).

Las flores, hermafroditas se agrupan en una cabeza floral de color blanco amarillento, con 5 estambres unidos y un ovario con 2 carpelos con un solo óvulo que producirá semillas. La fertilización es autogamia. En exterior, su tasa de fertilización cruzada es del 1 al 2% (Mitma, 2021).

El fruto, comúnmente llamado semilla, es un fruto alargado con muchos surcos longitudinales. Es de color blanco o negro y tiene una punta puntiaguda de 3 a 4 mm de largo y 1 mm de ancho (Quintero, 2015).

3.2.4. Variedades de lechuga.

En la actualidad, la lechuga, que viene en todas las formas y colores, es una de las hortalizas más consumidas en el mundo y se cultiva al aire libre, en invernaderos, en el suelo y de forma hidropónica. Este último evita las limitaciones impuestas por las condiciones climáticas, lumínicas y del suelo.

Dentro de las variedades, se señala las siguientes:

Lechuga verde crespa

Cajo (2016) señala que, la lechuga verde crespa tiene hojas achatadas de color verde, con un sabor ligeramente amargo es perfecta para preparar ensaladas mezclándolas con diferentes vegetales tales como lechuga morada, romana, y variedad de hojas comestibles, adecuadas para decoración de bandejas y en jugos de vegetales. Las lechugas son uno de los alimentos más completos debidos a los contenidos de nutrientes tan variados, es rica en minerales como cobre, magnesio, manganeso, fósforo, potasio, selenio y zinc.

Lechuga morada

Calle (2022) sostiene que, es una lechuga muy baja en calorías y su mayor contenido es agua y no tiene nada de grasa. Las porciones de la lechuga morada se pueden comer de diferentes formas. Posee un ciclo bastante corto y se puede cosechar en poco tiempo. Esto permite la combinación con otro tipo de hortalizas de ciclo más largo para aprovechar el espacio de una forma óptima. También se

puede combinar con distintas variedades de lechuga para poder tener cosecha durante todo el año. Entre sus requerimientos necesita un suelo fértil porque consume muchos nutrientes y contar con un riego medianamente exigente, sobre todo cuando forma el cogollo. La siembra se debe hacer en los meses de marzo y noviembre y se puede cosechar de 5 a 10 semanas después.

White Boston

Huaroto (2023) sostiene que, la variedad necesita altos niveles de nutrientes y terrenos que drenen bien y por tanto no se genere pozos o se inunde. Algunos recomiendan el uso de humus, el cual deja pasar y absorbe humedad en el proceso de riego. Estas plantas suelen darse en terrenos de pH de 6 a 7 y evitan los terrenos arcillosos.

Estas verduras aportan muy pocas calorías por su alto contenido en agua y su escasa cantidad de hidratos de carbono, proteínas y grasas.

Lechuga Seda

Espinoza (2018) indica que esta variedad presenta tallos erectos, solitarios o pocos, glabros, 0.3–1 m de alto. Hojas basales o caulinares, roseta basal densa, ovadas u orbiculares, enteras o runcinado-pinnatífidas. Tiene hojas finas, largas y su textura es mantecosa, tiene un sabor delicado pero intenso. Es apreciada por sus hojas tiernas y su peculiar sabor, suave y dulce. Es una planta rica en principios vitamínicos; contiene el 94,8% de agua, 1,2% de proteína, 0,2% de grasas, y 2,9% de carbohidratos. En crudo tiene elevadas dosis de vitaminas A, B1, B2, C y E, así como de minerales.

3.2.5. Humus de lombriz.

Mamani (2011) explica que el humus de lombriz es un producto fertilizante orgánico que se obtiene de la digestión de las lombrices y es un alimento friable, inodoro, de color marrón, muy estable, no se pudre, no fermenta y puede ser absorbido directamente por plantas Es equilibrado, fortificado y libre de parásitos. Al 55% de humedad permanece en el suelo gracias a microorganismos como bacterias que descomponen otros nutrientes y aportan aire al suelo. Al ser un coloide, aguanta hasta 16 veces su peso en agua.

Entre otras cosas, destaca por su capacidad para mejorar la retención de agua y la permeabilidad, así como aumentar la aireación durante el mezclado. También contiene altos niveles de N, P, K, Ca y Mg, que son esenciales para el desarrollo de las plantas. Proporciona a las plantas una dieta equilibrada que contiene elementos básicos que pueden ser aprovechados y absorbidos por las raíces (Espinoza, 2018).

3.2.6. Hidroponía.

Según Quintero (2015), refiere que la hidroponía es el cultivo de plantas en una solución nutritiva con o sin un medio de soporte (grava, vermiculita, lana de roca, turba, aserrín, fibra de coco, etc.) es una tecnología. El término hidroponía fue acuñado por el profesor William Gericke a principios de la década de 1930 para describir el crecimiento de plantas con raíces suspendidas en una solución que contiene nutrientes minerales solubles en agua.

Almeida (2006) refiere que, la mayoría de los sistemas hidropónicos funcionan controlando automáticamente la cantidad de agua y nutrientes según las necesidades de las plantas. Los sistemas hidropónicos pueden cultivar todo tipo de plantas, incluidas: Verduras, flores, pastos, plantas ornamentales e incluso cactus.

Espinoza (2018), por su parte, describe la hidroponía como un método de cultivo que ofrece muchas ventajas desde el punto de vista técnico, como no competencia entre plantas y nutrientes, bajo consumo de agua y fertilizantes y bajo uso de fertilizantes, lo considero como un sistema de producción. Mayor calidad del producto gracias a los pesticidas, producción más intensiva (mayor rendimiento anual), mayor limpieza e higiene.

Ricardo (2019), por su parte refiere que La hidroponía se presenta como una alternativa de producción ante dicha problemática. La lechuga es el principal cultivo hidropónico a nivel mundial y nacional, pero debido a su condición de planta de estación fría es importante evaluar su factibilidad técnica antes de recomendar su uso en este sistema productivo que requiere de una alta inversión económica.

IV. MÉTODOLOGIA.

4.1. Tipo de investigación.

La investigación fue de tipo experimental, comparativo, observacional, con la finalidad de comprobar la veracidad de la hipótesis planteada, mediante protocolos previamente establecidos.

4.2. Ubicación.

El trabajo de investigación se realizó en un invernadero construido cerca al Módulo de Hidroponía de la Universidad Nacional de Ucayali ubicado en el Km. 6:200 de la CFB, Distrito de Callería, Provincia de coronel Portillo, Región Ucayali.



Figura 1. Ubicación del ensayo en el Módulo de Hidroponía de la UNU.

4.3. Condiciones edafoclimáticas.

Según los Sistemas de Zonas,la región Ucayali presenta un clima de un bosque húmedo tropical, con temperatura anual promedio de 25.5°c y extremos de 19.5°c a 32.5°c durante todo el año. La precipitación anual promedio es 1773 mm/año (EMP-UNU), con una humedad relativa de 70%.

Las condiciones climáticas promedio para la zona de Pucallpa que a continuación se indican son el promedio anual, pueden ser modificables en forme artificial en ambientes controlados:

Temperatura máxima	36, 5°C
Temperatura media	26, 9°C
Temperatura mínima	17, 4°C
Precipitación promedio	1 773 mm

4.4. Variables en estudio.

Variables independientes: Variedades de lechuga

Seda

Crespa

Morada

White Boston

Variables dependientes: crecimiento y rendimiento

Crecimiento

Altura de cabeza

Longitud de hoja

Longitud de raíz

Diámetro de cabeza

Número de hojas por cabeza

Rendimiento

Peso fresco de cabeza.

4.5. Materiales y equipos.

Semillas de lechuga: Crespa, Seda, Morada y White Boston

Tijera

Wincha de 5 metros

Medidor de pH

Contenedor de madera 1 m2, de 10 cm de profundidad

Triplay

Bidón

Manguera

Bandejas

Esponja

Tecnopor

Cúter

Balanza de precisión

Mesas de madera 1 x 5 m

Humus liquido de lombriz

Lejía

Alcohol 96º

Solución hidropónica Hoagland y Arnon al 50%

Malla rashell 50% de luminosidad

Plástico negro

Papel bond A-4

Lapiceros

Plumón indeleble

Libreta de campo

Tablero de identificación

4.6. Operacionalización de las variables.

Variables independientes.

La preparación y aplicación de la solución nutritiva consiste en el uso de sales minerales como lo sugieren Hoagland y Arnon en una proporción del 50%. Esta solución se utilizó cada 14 días y luego renovada. A esta solución se le aplicaron 4 litros de humus de lombriz líquido. Los tratamientos estudiados fueron las diferentes variedades de lechuga.

Variables dependientes

Altura de cabeza.

La evaluación de esta variable se realizó al final del ensayo y consistió en medir la altura de la cabeza en cm de las cuatro plantas centrales de las cuatro variedades en estudiado, desde la parte basal del tallo hasta el ápice terminal de la planta, utilizando una regla graduada. El resultado se calculó en base al promedio de cuatro plantas de cada unidad experimental.

Longitud de hojas.

Se realizó al finalizar el experimento, midiendo la longitud de hojas en cm de las plantas, y el resultado fue al promedio obtenido de cuatro plantas de cada unidad experimental.

Longitud de raíz

Se determinó al finalizar el experimento, midiendo la longitud de raíz en cm de las plantas, y el resultado fue al promedio obtenido de cuatro plantas de cada unidad experimental.

Diámetro de cabeza.

Esta variable fue registrada al término del ensayo, midiendo el diámetro en cm identificando los extremos máximos por planta, con ayuda de un vernier. El resultado se calculó en base al promedio de cuatro plantas de cada unidad experimental.

Número de hojas por cabeza.

La evaluación del número de hojas por cabeza consistió en contar el número de hojas al finalizar el experimento. El resultado se obtuvo por el promedio del número de hojas obtenido de cuatro plantas de lechuga por variedad.

Peso fresco de cabeza

Esta variable se determinó al momento de la cosecha. El resultado se obtuvo en g por planta, es el promedio de pesar cuatro cabezas por cada unidad experimental.

4.7. Conducción del ensayo:

La ejecución del ensayo contempló las siguientes actividades:

Instalación del invernadero

La instalación se inició el 09 de febrero y culminó el 14 de febrero el cual se llevó a cabo al costado del Módulo de Hidroponía de la Universidad Nacional de Ucayali.Se realizó la Limpieza, desmalezado, instalación de malla anti áfidos y plástico al 50% de luminosidad. Nivelación de las mesas donde fueron colocados los contenedores. Se adquirió una lámina de tecnopor de 2.5 mm de espesor, 98 cm de largo x 97 cm de ancho, a cada plancha de tecnopor se perforó los orificios con un tubo de 3 cm de diámetro, se realizaron 16 huecos en un pliego de tecnopor a un distanciamiento de 19.5 cm x 19.5 cm en cuadrado.Se coloca triplay en la base de cada contenedor y se cortó a la medida de la base del contenedor, que tenía 1 m x 1 m. luego de clavar el triplay en la base del contenedor se procedió a forrar cada contenedor, con plástico negro de 1 mm de espesor.

Instalación del aire acondicionado.

Fue instalado el 15 de febrero para la regulación de temperatura interna del invernadero.

Almácigo.

Para el almácigo se obtuvieron cuatro baldes de arena el 16 de febrero, que fue distribuida en cuatro bandejas, donde se realizó el almacigo de las semillas de las cuatro variedades de lechuga respectivamente.Para la germinación de las variedades de lechuga se siguió los pasos siguientes: primero, se desinfectó la arena con lejía diluida en agua durante 3 minutos aproximadamente, luego se enjuagó con agua limpia pasados los 3 minutos, colocando en un costal para que se filtre el agua y limpie la arena y se lave la lejía. Luego, se hicieron 9 agujeros en cada bandeja para el drenaje del almácigo, colocada la arena limpia se procedió con siembra de las semillas.

Siembra.

Se realizó la siembra al voleo de las 4 variedades de semillas de lechuga el 17 de febrero, cada variedad en una bandeja, las semillas se rociaron con agua y se colocó papel periódico húmedo. Pasado las 24 horas se retiró el periódico de las bandejas, mientras la lechuga está en proceso de germinación, se roció con agua diariamente para favorecer el crecimiento de las plántulas de lechuga.

Aplicación de solución nutritiva al 25%.

El 22 de febrero, a los 5 días después de la germinación, se aplicó mediante un rociador la solución nutritiva de Hoagland y Arnon al 25%. Así mismo se roció agua limpia 2 veces al día diariamente.

Preparación de la solución al 25 %

El día anterior,03 de marzo (14 días) antes del trasplante de la lechuga, se prepararon 60 litros de solución nutritiva al 25% de Hoagland y Arnon para aplicar en cada contenedor.

Cada contenedor tuvo 60 litros de agua.

<u>Solución nutritiva de Hoagland al 100%</u>

A= Nitrato de calcio
B=Nitrato de potasio } (5ml/1l agua respectivamente)

C=Sulfato de magnesio → (2ml/1l agua respectivamente)

D=Fosfato de potasio

I=Micronutrientes

J= Hierro micro granulado quelatado en EDTA

(1ml/1l agua respectivamente)

Cuadro 1: Preparación de solución al 25%

SIMBOLO	DESCRIPCION	Solución Nutritiva de hoagland al 100%	Solución Nutritiva de hablan al 25%	Agua	Aplicación al contenedor
		ml/l agua	ml	l	ml
A	Nitrato de Calcio	5 ml/1 l agua	1.25	60	75
B	Nitrato de Potasio	5 ml/1 l agua	1.25	60	75
C	Sulfato de Magnesio	2 ml/1 l agua	0.5	60	30
D	Fosfato de Potasio	1 ml/1 l agua	0.25	60	15
I	Micronutrientes	1 ml/1 l agua	0.25	60	15
J	Hierro	1ml/1 l agua	0.25	60	15

CONTENEDOR

60 l

Trasplante de las lechugas.

El 04 de marzo a los 15 días se realizó el trasplanté de las lechugas al contenedor, seleccionando plantas que tengan tres hojas definitivas y 7 cm de altura con tallos firmes, posteriormente se retiró con cuidado las plantas con características uniformes de la bandeja, para luego colocarlos en un recipiente con agua, se envolvieron en una esponja empapada, el cual se introdujo en el agujero del tecnopor, realizado de forma continua en 192 plantas.El trasplante se realizó en un clima templado lo cual ayudo mucho.Una vez que se completa el proceso de trasplante, se rocía el insecticida Tifón alrededor del invernadero, en cada pie de cama y en los bordes de cada contenedor, con la finalidad de prevenir el ataque de hormigas.

Análisis del humus liquido de lombriz.

El análisis se realizó el 13 de marzo, cuando la muestra de humus fue transportada al INIA Pucallpa para analizar el contenido de micronutrientes y macronutrientes.

Cambio de solución al 50%.

Después de 14 días, el 18 de marzo, se cambió la solución al 50% y también se realizó la limpieza del contenedor con una esponja, eliminando todas las impurezas impregnadas en los bordes del contenedor.

Cuadro 2: Preparación de la solución al 50 %.

SIMBOLO	DESCRIPCION	Solucion Nutritiva de hoagland al 100%	Solucion Nutritiva de hoagland al 25%	Agua	Aplicación al contenedor
		ml/l agua	ml	l	ml
A	Nitrato de Clacio	5 ml/1 l agua	2.5	60	150
B	Nitrato de Potasio	5 ml/1 l agua	2.5	60	150
C	Sulfato de Magnesio	2 ml/1 l agua	1	60	60
D	Fosfato de Potasio	1 ml/1 l agua	0.5	60	30
I	Micronutrientes	1 ml/1 l agua	0.5	60	30
J	Hierro	1ml/1 l agua	0.5	60	30

CONTENEDOR

60l agua

Preparación del humus líquido.

La preparación del humus líquido de lombriz se realizó el 30 de marzo, en la cual se diluyeron 800 g de humus sólido en 1000 ml de agua, se colocó en un recipiente se procedió a mezclarlo hasta que se diluya y quede homogénea, luego se pasó a cernir con la ayuda de una tela para filtrar las impurezas y poder colocarlo en cada contenedor.

Distribución del humus líquido.

El 01 de Abril, a los 28 días después del trasplanté se añadió humus de lombriz líquido a cada contenedor el cual contenía solución nutritiva al 50%, se realizó el monitoreo periódicamente de la calidad del agua, la temperatura ambiente (aire acondicionado), oxigenación (esta se realizó todas las mañanas removiendo cada contenedor).Durante este periodo se observó la reacción de las 4 variedades de lechuga a la aplicación de humus líquido de lombriz, la cual fue notoria en una de las variedades.

Aplicación de la solución con el humus líquido.

El 15 de abril, después de 14 días, se volvió a agregar la solución al 50% aplicando humus líquido de lombriz, a esta fecha, se observaron grandes diferencias en una variedad de lechuga.

Evaluación.

La evaluación de la lechuga se realizó el 18 de abril, evaluándose altura de la planta, longitud de las hojas, número de hojas, diámetro de la cabeza y peso fresco por planta.

4.8. Diseño experimental.

Los datos de las variables dependientes por cada tratamiento fueron analizados mediante un Diseño completo al azar DCA con cuatro tratamientos y 3 muestras por tratamiento, siguiendo el modelo aditivo lineal que se menciona a continuación:

$$Yijk = U + Ti + Eijk$$

Donde:

Yijk = medida de una observación de cada variable.

U = efecto de la media poblacional.

Ti = efecto del i-esimo tratamiento.

Eijk = efecto del error experimental

Cuando se presentaron diferencias significativas en el análisis de variancia para la fuente debida a tratamientos, se aplicó la prueba de medias de Duncan al 5 % de significación como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1.

Aplicación del ANVA

Fuente de variabilidad	Grados de libertad
Tratamientos	4 – 1 = 3
Error experimental	(4) (3-1) = 8
Total	(4) (3) -1 = 11

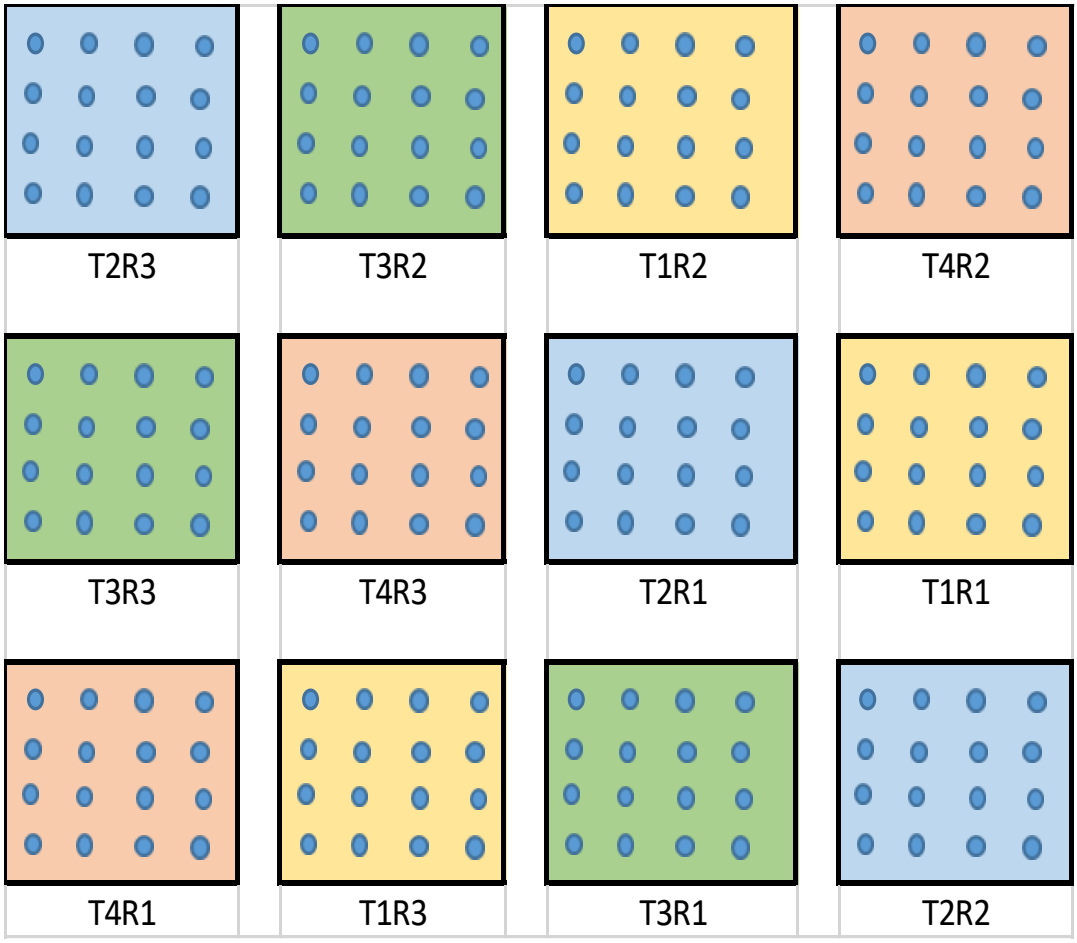


Figura 2. Croquis experimental.

V. RESULTADOS.

Los resultados de la evaluación por variable se presentan de forma resumida en la Tabla 2.

Tabla 2.

Resultados de las variables evaluadas en el ensayo (*).

Variedad	Altura de cabeza (cm)	Longitud de hoja (cm)	Longitud de raíz (cm)	Diámetro de cabeza (cm)	Hojas por planta (Nº)
Seda	27.1 a	19.1 a	38.8 a	23.3 a	40.3 a
White Boston	27.0 a	19.6 a	37.5 a	23.3 a	39.8 a
Crespa	27.2 a	19.5 a	37.6 a	23.9 a	40.3 a
Morada	18.3 b	14.5 b	33.8 a	13.7 b	14.7 b

(*) Letras iguales en la columna significan que no hay diferencias entre tratamientos

En la tabla 1 se observa las diferencias significativas en varios parámetros para la variedad morada el cual se muestra el crecimiento y rendimiento que tuvieron las variedades de lechuga al aplicar la dosis de cuatro litros de humus líquido de lombriz en 60 litros de solución nutritiva, en el resultado longitud de raíz se puede observar que no hay diferencia.

5.1. Altura de cabeza.

La evaluación de altura de cabeza de lechuga a la cosecha determinó los tratamientos (Seda, White Boston, Crespa, Morada) con respecto ($P_{<0.05)}$, por efecto del cultivo en solución nutritiva y fertilización con una dosis de humus liquido de lombriz, correspondiendo los mayores promedios de altura de cabeza a las variedades Crespa, Seda y White Boston, con 27.2, 27.1 y 27.0 cm, mientras la variedad Morada sólo obtuvo 18.3 cm, ocupando la última posición. Figura 3

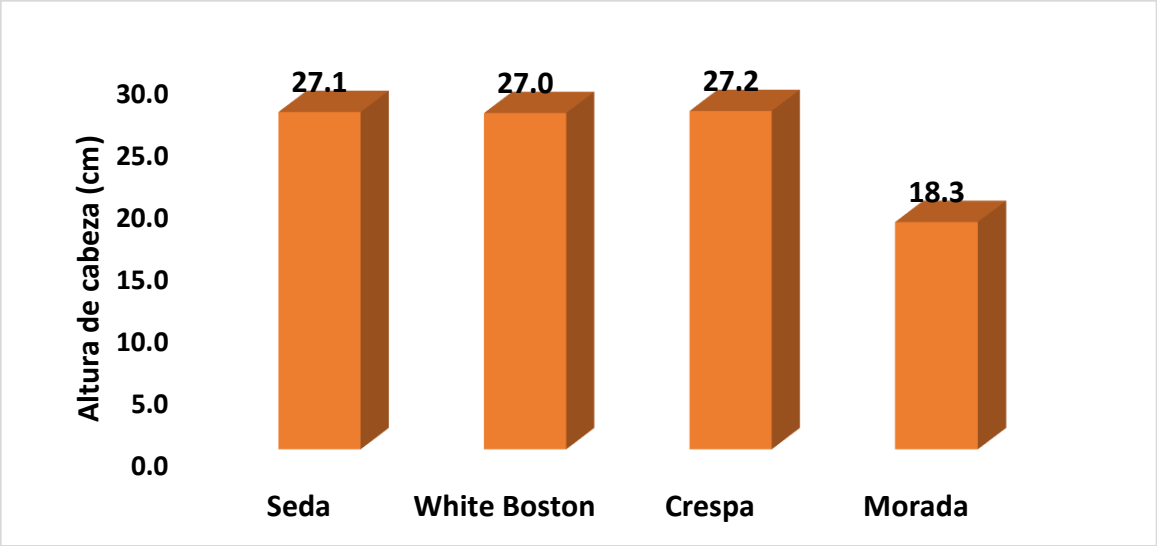


Figura 3. Altura de cabeza de lechuga por variedad.

Los resultados obtenidos pueden ser atribuidos a la respuesta genética de las variedades probadas, quienes, en este caso, sobresalieron Seda, White Boston y Crespa por su mejor vigor hibrido, respecto a la variedad Morada.

5.2. Longitud de hoja.

La evaluación de la longitud de hoja determinó diferencias altamente significativas entre variedades cuando se aplicó el humus liquido de lombriz, destacándose las variedades White Boston, Crespa y Seda, con 19.6, 19.5 y 19.1 cm, cada una, superiores a la variedad Morada que obtuvo en promedio, 14.5 cm de longitud de hoja. Figura 4.

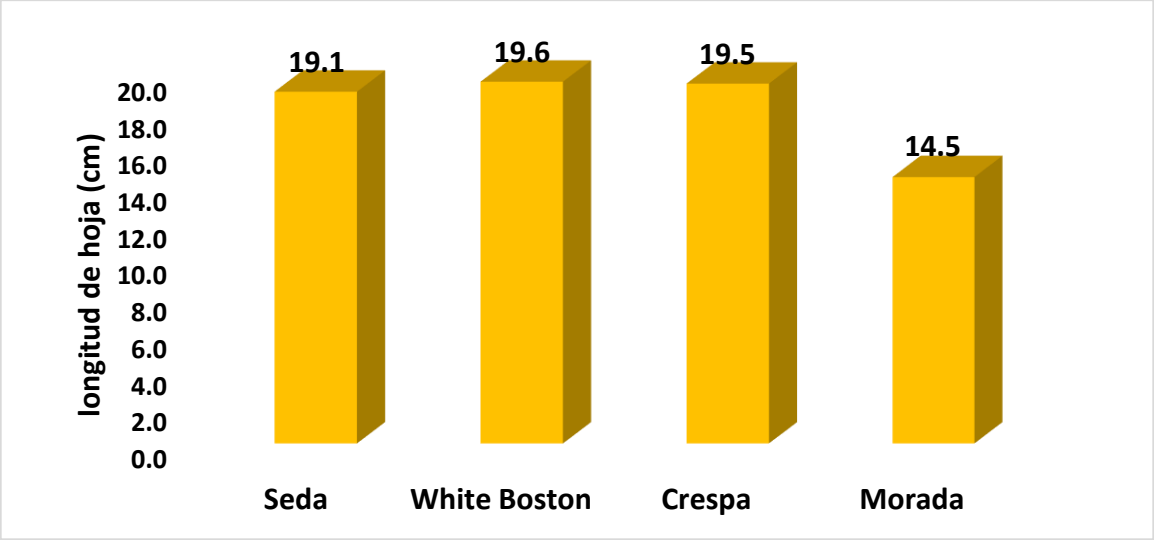


Figura 4. Longitud de hoja de lechuga por variedad.

De forma similar a la evaluación anterior, los resultados en la longitud de hoja dependen probablemente a la mejor respuesta que tuvieron las plantas de lechuga de las variedades Seda, White Boston y Crespa, a la aplicación de humus liquido de lombriz en solución nutritiva.

5.3. Longitud de raíz.

El análisis de variancia para longitud de raíz determinó la no existencia de diferencias entre variedades, cuando fueron cultivadas en solución nutritiva y fertilizadas con una dosis de humus liquido de lombriz y, cuyos promedios fueron 38.8, 37.6, 37.5 y 33.8 cm, para las variedades Seda, Crespa, White Boston y Morada, respectivamente. Figura 5.

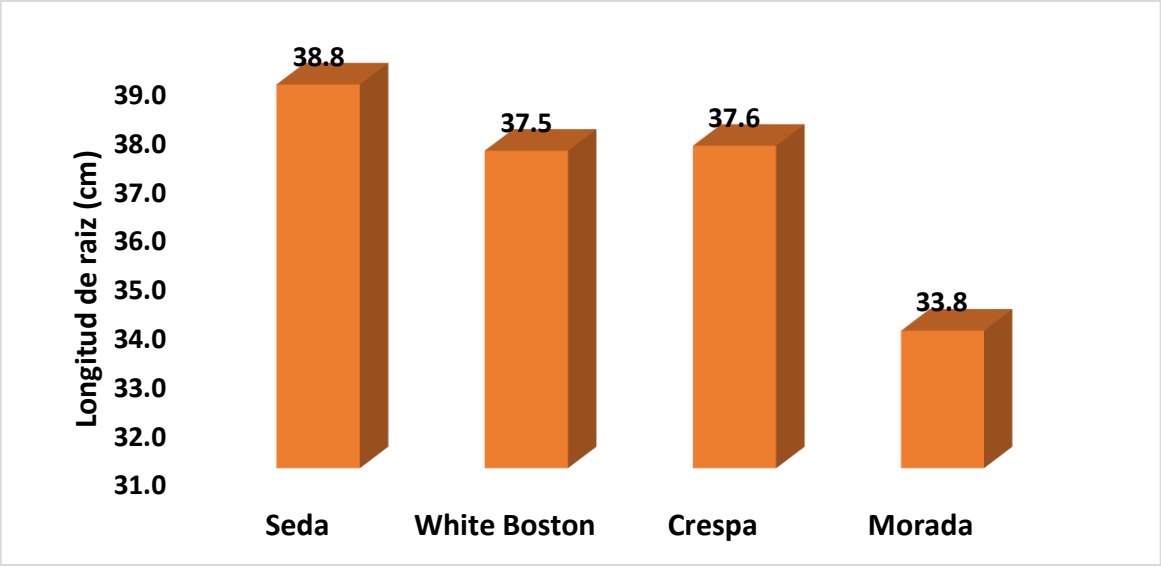


Figura 5. Longitud de raíz de lechuga por variedad.

La respuesta de la longitud de raíz a la aplicación de humus líquido de lombriz en la solución nutritiva, es sin lugar a dudas, la mejor expresión genética de las variedades probadas y por ello, se destaca el comportamiento similar de las variedades en estudio.

5.4. Diámetro de cabeza.

La evaluación estadística del diámetro de cabeza de lechuga demostró diferencias altamente significativas entre las variedades cultivadas en solución nutritiva y fertilizadas con una dosis de humus liquido de lombriz, destacando las variedades Crespa, Seda y White Boston, con 23.9, 23.3 y 23.3 cm, respectivamente, mientras que la variedad Morada ocupó el último lugar, con 13.7 cm de diámetro de cabeza. Figura 6.

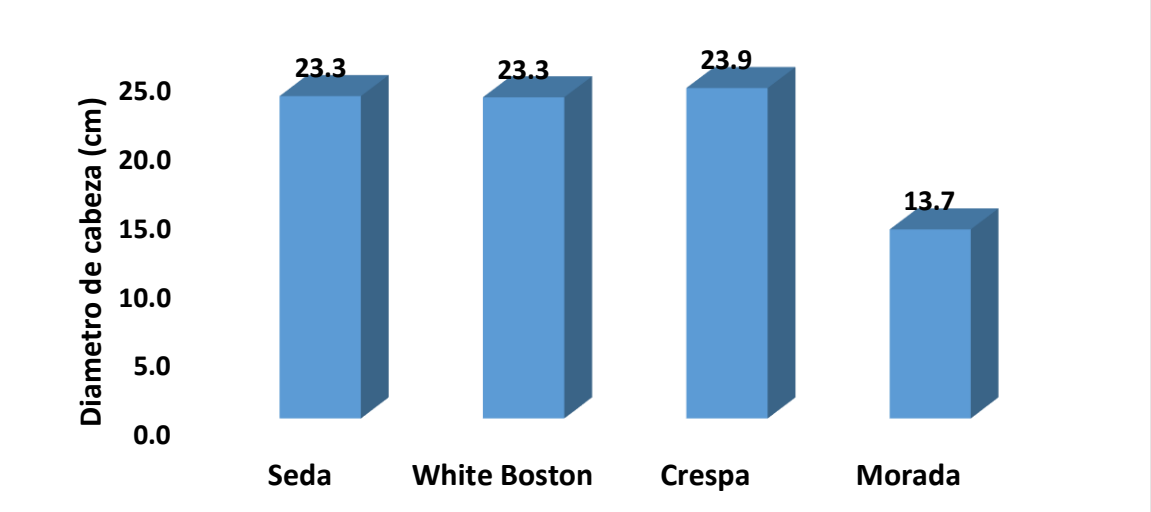


Figura 6. Diámetro de cabeza de lechuga por variedad.

De manera similar a la evaluación anterior, las variedades Seda, White Boston y Crespa, probablemente respondieron mejor en comparación a la variedad Morada, por la influencia de sus características de la planta que permitieron una mejor absorción de nutrientes de la dosis de humus liquido de lombriz en la solución nutritiva.

5.5. Número de hojas por planta.

Al evaluarse el número de hojas por planta de lechuga se llegó a establecer diferencias altamente significativas entre tratamientos, correspondiendo promedios de 40.3, 40.3 y 39.8 hojas por planta para las variedades Seda, Crespa y White Boston, respectivamente sin mostrar superioridad entre ellas, pero superiores a la variedad Morada que registró un promedio de 14.7 hojas por planta de lechuga. Figura 7.

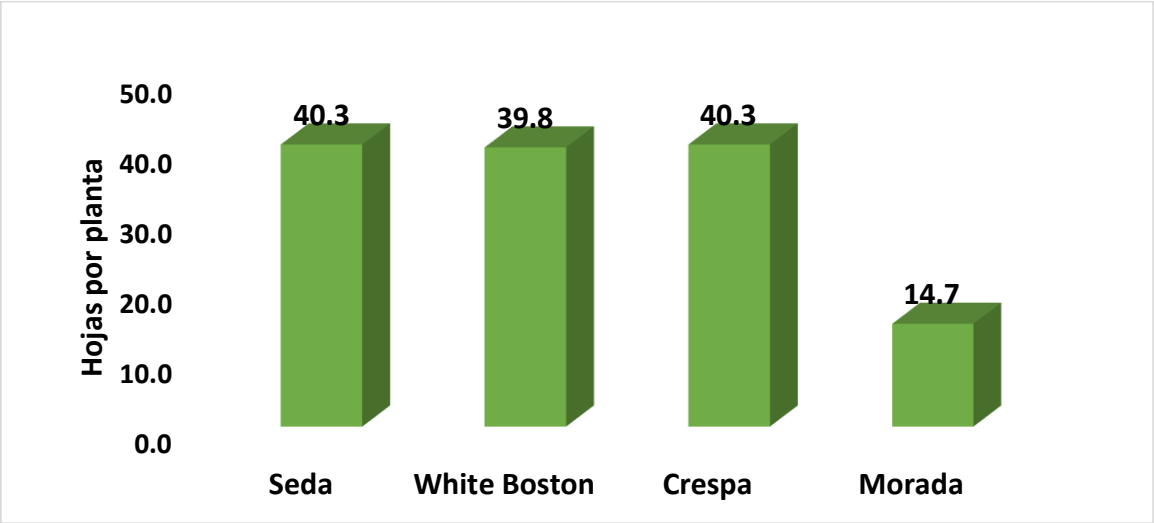


Figura 7. Número de hojas por planta de lechuga por variedad.

Igualmente, a la evaluación anterior, con la aplicación de sustancias nutritivas en las variedades Seda, White Boston y Crespa, probablemente permitieron un mejor comportamiento en la variable número de hojas por planta, en comparación a la variedad Morada.

5.6. Peso fresco de lechuga.

La evaluación del peso fresco de lechuga por variedad, para las variables peso de hojas, peso de raíz, peso de tallo y peso fresco total, conforme se aprecia en la Tabla 3.

Tabla 3.

Resultados del peso fresco de lechuga por tratamiento (*).

Variedad	Peso hojas (g)	Peso raíces (g)	Peso tallo (g)	Peso total (g)
Seda	79.5 a	8.3 a	9.4 a	97.2 a
White Boston	79.4 a	8.1 a	9.1 a	96.6 a
Crespa	81.3 a	8.9 a	8.8 a	99.0 a
Morada	38.3 b	7.9 a	5.5 b	39.7 b

(*) Letras iguales en la columna indican que no hay diferencias significativas

Respecto al peso fresco total de lechuga, no se presentaron diferencias estadísticas entre las variedades Seda, White Boston y Crespa, cuyos pesos promedios fueron 97.2, 96.6 y 99.0 g, respectivamente, pero fueron superiores significativamente a la variedad Morada, que obtuvo un peso fresco total de 39.7 g.

5.6.1. Peso fresco de hojas.

Por otra parte, en la evaluación estadística del peso fresco de hojas de lechuga, hubo diferencias altamente significativas entre las variedades en estudio, obteniéndose promedios de 81.3, 79.5 y 79.4 g de peso fresco de hojas, para Crespa, Seda y White Boston, respectivamente, mientras que la variedad Morada registró 38.3 g de peso fresco de hojas. Figura 8.

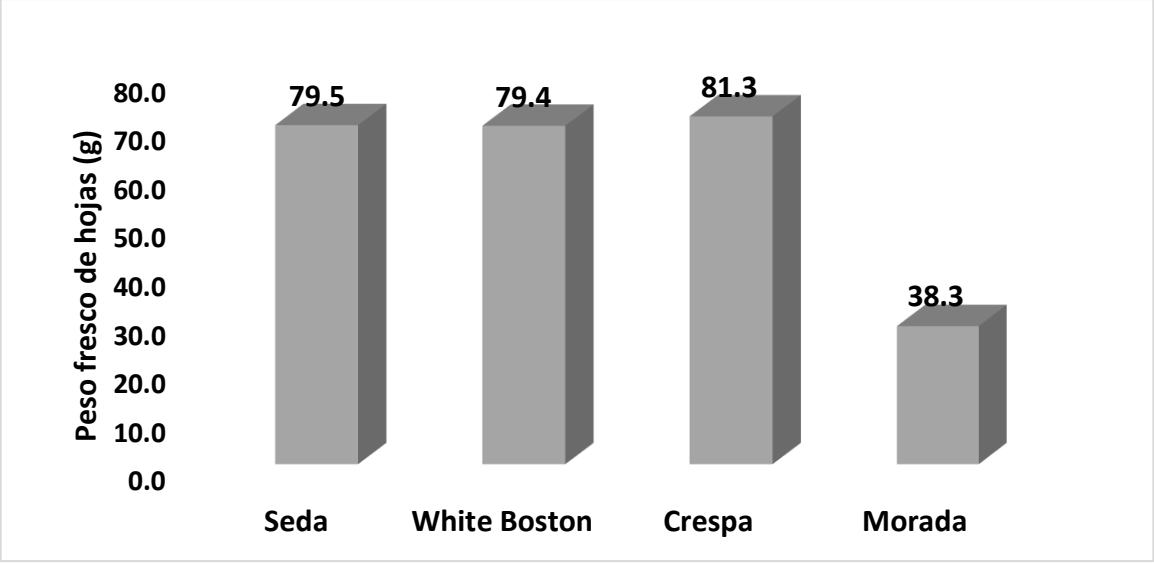


Figura 8. Peso fresco de hojas de lechuga por variedad.

5.6.2. Peso fresco de raíz.

En el caso de la evaluación del peso fresco de raíces, no se llegó a determinar diferencias significativas entre tratamientos, confirmándose los resultados obtenidos en la variable longitud de raíces, y cuyos promedios fueron 8.3, 8.1, 8.9 y 7.9 g en las variedades Seda, White Boston, Crespa y Morada, sucesivamente. Figura 9.

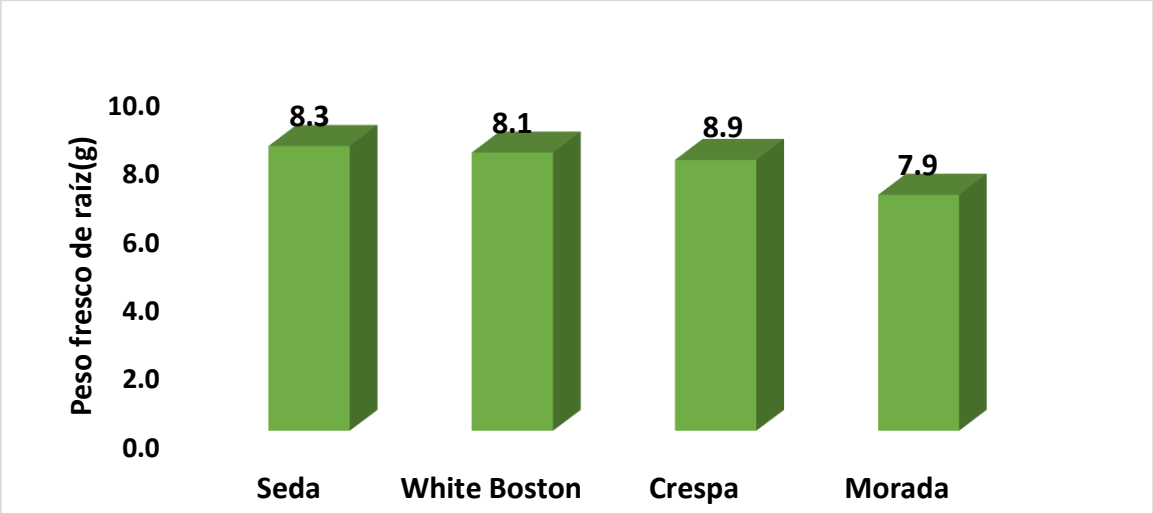


Figura 9. Peso fresco de raíz de lechuga por variedad.

5.6.3. Peso fresco de tallo.

Una situación diferente se produjo cuando se evaluó el peso fresco del tallo de lechuga, con diferencias altamente significativas para las variedades en estudio, por lo que las variedades Crespa, Seda y White Boston, sin mostrar superioridad entre ellas, con 9.4, 9.1 y 8.8 g, cada una, pero si con la variedad Morada, que en esta evaluación sólo obtuvo 5.5 g de peso de tallo de lechuga. Figura 10.

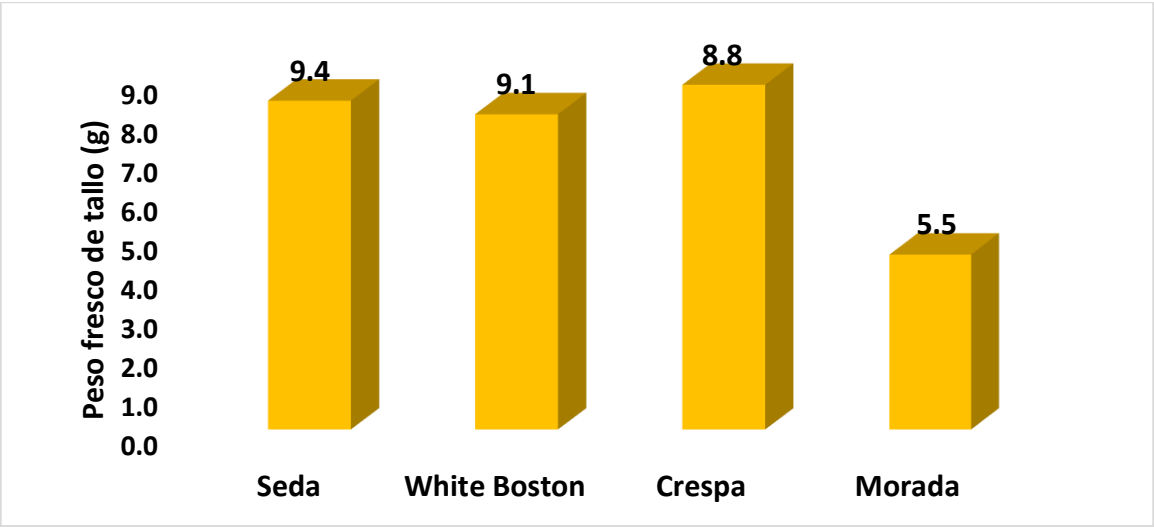


Figura 10. Peso fresco de tallo de lechuga por variedad.

VI. DISCUSIONES

6.1. Altura de cabeza.

Los resultados obtenidos se pueden atribuir a la respuesta genética de las variedades probadas, en este caso, Seda, White Boston y Crespa se caracterizaron por un vigor híbrido superior al de la variedad morada**.**Conforme lo sostiene Quispe (2015), quien al evaluar en La Paz (Bolivia), la producción de seis variedades de lechuga cultivadas con sistema hidropónico, obtuvo una mayor altura de planta con 29.07 cm con la variedad Maravilla.

Por otro lado, valores similares en esta variable fueron obtenidos por Huaroto (2023), evaluando el efecto de cuatro dosis de humus liquido de lombriz bajo condiciones de invernadero en Pucallpa, con una altura de cabeza de 24.6 cm, aplicando 12 l de humus liquido de lombriz en un sistema hidropónico, así como también por Calle (2022), en su ensayo en Piura, sobre producción de tres cultivares de lechuga bajo sistema hidropónico a raíz flotante, obtuvo una altura de cabeza de 24.6 cm con la variedad Waldam Green y por Rodríguez (2021), evaluando en Guayaquil (Ecuador), la producción de las variedades Crespa y Romana con tres soluciones nutritivas bajo sistema hidropónico, obtuvo una altura de cabeza de 22.27 cm con la variedad Crespa.

En cambio, valores menores en altura de cabeza fueron logrados por Mendoza (2017), en Arequipa, evaluando la producción de lechuga hidropónica en un sistema recirculante NFT con tres niveles de aireación, obtuvo una altura de cabeza de 21 cm, así como por Cajo (2016), ensayando la producción hidropónica de tres variedades de lechuga en sistema NFT (Nutrient Film Tecnique), en Cevallos (Ecuador), obtuvo una menor altura de cabeza de lechuga de 10.51 y 10.29 cm, con las variedades Llollo Rossa y Salad Bowl, cada una, a los 80 días después de la siembra y también por Vecilla (2022), en La Libertad (Ecuador), en un ensayo sobre producción hidropónica de lechuga variedad Crespa bajo un sistema de raíz flotante, registró una altura de cabeza de 14.75 cm.

6.2. Longitud de hoja.

Los resultados de la longitud de las hojas dependerán de la mejor respuesta que muestren las plantas de lechuga Seda, White Boston y Crespa a la aplicación de humus líquidos de lombriz en la solución nutritiva.

De acuerdo a los antecedentes de la investigación, encontramos resultados completamente divergentes, ya que por un lado, Rodríguez (2021), determinó en Guayaquil (Ecuador), la producción de las variedades Crespa y Romana con tres soluciones nutritivas bajo sistema hidropónico, obteniéndose la mayor longitud de hoja con 19.51 cm en la variedad Crespa, mientras que, Calle (2022), en su ensayo en Piura, sobre producción de tres cultivares de lechuga bajo sistema hidropónico a raíz flotante, obtuvo 10.27 cm de longitud de hoja a los 80 días después de la siembra y Vecilla (2022), en Guayaquil (Ecuador), en un ensayo sobre producción hidropónica de lechuga variedad Crespa bajo un sistema de raíz flotante, obtuvo una longitud de hoja de 22.75 cm.

6.3. Longitud de raíz.

La respuesta de la longitud de raíz a la aplicación de humus líquido de lombriz en la solución nutritiva, es sin lugar a dudas, la mejor expresión genética de las variedades probadas y por ello, se destaca el comportamiento similar de las variedades en estudio.

Comparando nuestros resultados con otros ensayos, encontramos valores superiores como los que menciona Huaroto (2023), quien evaluando el efecto de cuatro dosis de humus liquido de lombriz bajo condiciones de invernadero en Pucallpa, obtuvo una longitud de raíz de 45.9 cm, aplicando 12 l de humus liquido de lombriz en un sistema hidropónico y por Mendoza (2017), en Arequipa, al evaluar la producción de lechuga hidropónica en un sistema recirculante NFT con tres niveles de aireación, obtuvo una longitud de raíz de 33.80 cm.

Menores promedios al ensayo son reportados por Calle (2022), en Piura, sobre producción de tres cultivares de lechuga bajo sistema hidropónico a raíz flotante, al obtener una longitud de raíz de 26 cm, con la variedad Red Salad Bowl.

Así como por Rodríguez (2021), quien evaluó en Guayaquil (Ecuador), la producción de las variedades Crespa y Romana con tres soluciones nutritivas bajo sistema hidropónico, y obtuvo una longitud de raíz de 17.40 cm con la variedad Crespa y también por Cajo (2016), ya que, cuando evaluó la producción hidropónica de tres variedades de lechuga en sistema NFT en Cevallos (Ecuador), obtuvo una longitud de raíz de 14.41 cm con la variedad Salad Bowl, a los 80 días después de la siembra.

6.4. Diámetro de cabeza.

Con respecto a los resultados obtenidos las variedades Seda, White Boston y Crespa, respondieron mejor en comparación a la variedad Morada, por la influencia de sus características de la planta que permitieron una mejor absorción de nutrientes de la dosis de humus liquido de lombriz en la solución nutritiva.

Al respecto, Huaroto (2023), evaluando el efecto de cuatro dosis de humus liquido de lombriz bajo condiciones de invernadero en Pucallpa, registró un mayor diámetro de cabeza de 30.0 cm, aplicando 12 l de humus liquido de lombriz en un sistema hidropónico, mientras que, Calle (2022), en su ensayo en Piura, sobre producción de tres cultivares de lechuga bajo sistema hidropónico a raíz flotante, reportó un menor diámetro de cabeza de 16.8 cm con la variedad Waldam Green.

6.5. Número de hojas por planta.

Si comparamos nuestros resultados en ensayos similares, encontramos que, Quispe (2015) evaluando seis variedades de lechuga cultivadas con sistema hidropónico, registró hasta 23.93 hojas por cabeza con la variedad Maravilla, mientras que, Calle (2022), en su ensayo en Piura, sobre producción de tres cultivares de lechuga bajo sistema hidropónico a raíz flotante, logró hasta 15.4 hojas por cabeza, con la variedad Red Salad Bowl. Asimismo, Rodríguez (2021), cuando evaluó en Guayaquil (Ecuador), la producción de las variedades Crespa y Romana con tres soluciones nutritivas bajo sistema hidropónico, reportó hasta 14.4 hojas por planta con la variedad Romana y Vecilla (2022), en Guayaquil (Ecuador), en un ensayo sobre producción hidropónica de lechuga variedad Crespa bajo un sistema de raíz flotante, obtuvo en promedio 13.25 hojas por

cabeza.

6.6. Peso fresco de lechuga.

En esta variable, nuestros resultados han sido inferiores a los que reporta Huaroto (2023), cuando evaluó el efecto de cuatro dosis de humus liquido de lombriz bajo condiciones de invernadero en Pucallpa, obtuvo un peso fresco de 333.7 g, aplicando 12 l de humus liquido de lombriz en un sistema hidropónico y por Quispe (2015), al probar seis variedades de lechuga cultivadas con sistema hidropónico, obtuvo un peso fresco total de 208.21 g con la variedad Maravilla.

De igual forma, otros investigadores como Rodríguez (2021), al evaluar la producción de las variedades Crespa y Romana con tres soluciones nutritivas bajo sistema hidropónico en Guayaquil (Ecuador) registró un peso fresco de planta de 199.20 y 191.20 g en las dos variedades, mientras que, Cajo (2016), ensayando la producción hidropónica de tres variedades de lechuga en sistema NFT en Cevallos (Ecuador), obtuvo un peso fresco de cabeza de 188.4 g con la variedad Salad Bowl, a los 80 días después de la siembra y Vecilla (2022), en Guayaquil (Ecuador), en un ensayo sobre producción hidropónica de lechuga variedad Vizir bajo un sistema de raíz flotante, obtuvo en promedio un peso fresco total de144.44 g, mientras que, Calle (2022), en su ensayo en Piura, sobre producción de tres cultivares de lechuga bajo sistema hidropónico a raíz flotante, solo obtuvo un peso fresco de lechuga de 80.6 g con la variedad Great Lakes.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1. CONCLUSIONES.

De acuerdo al objetivo de la investigación, se concluye:

a. Con la aplicación de una dosis de 4 l de humus liquido de lombriz en 60 litros de solución nutritiva se obtuvieron respuestas en el crecimiento y rendimiento de lechuga alcanzando una altura promedio de cabeza conn las variedades Crespa, Seda y White Boston, con 27.2, 27.1 y 27.0 cm, cada una, así como en longitud de hoja, destacándose las variedades White Boston, Crespa y Seda, con 19.6, 19.5 y 19.1 cm, cada una.

b. Respecto al crecimiento de lechuga se logró el diámetro de cabeza de lechuga con las variedades Crespa, Seda y White Boston cultivadas en 60 litros solución nutritiva y fertilizadas con una dosis de 4 l de humus liquido de lombriz, fueron las que más destacaron con 23.9, 23.3 y 23.3 cm, respectivamente.

c. En relación al número de hojas por planta obtuvo un crecimiento donde sobresaliendo las variedades Seda, Crespa y White Boston, con 40.3, 40.3 y 39.8 hojas por planta, cada una.

d. La evaluación del rendimiento de peso fresco de cabeza determinó la superioridad de las variedades Seda, White Boston y Crespa, cuyos pesos promedios fueron 97.2, 96.6 y 99.0 g, respectivamente, frente a la variedad Morada, que obtuvo un peso fresco total de 39.7 g.

7.2. RECOMENDACIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se recomienda:

a. Seguir probando el efecto de la aplicación de diferentes dosis de humus liquido de lombriz en otras especies hortícolas de hoja cultivadas en sistema hidropónico.
b. Tener un control permanente en el invernadero dedicado a la instalación del ensayo, especialmente con la temperatura y la humedad relativa.
c. Realizar la técnica del sistema hidropónico bajo raíz flotante a los agricultores interesados.
d. Probar diferentes dosis de humus líquido de lombriz en relación a la variedad morada para saber cuál es la dosis óptima para su crecimiento y rendimiento de esta variedad.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Alicia, O. 2019. Evaluacion de la valorización que se le da al humus liquido de lombriz (californianos) bajo un sistema hidropónico. Tesis pregrado, titulo ingeniero agrónomo. Guayaquil – Ecuador 34.

Almeida, M. 2006. Evaluación del desempeño de tres tipos de lechuga (Lactuca sativa L.) bajo un sistema hidropónico NFT utilizando dos soluciones nutritivas. Tesis doctoral, Universidad de Zamorano. Honduras 68p

Blanco, J. 2019. Evaluación de dosis de caldo de humus de lombriz bajo dos sustratos (sólido y líquido) para la producción de espinaca (spinacea oleracea l.) en ambiente protegido. Tesis de grado. La paz – Bolivia 10 p.

Barrios, N. 2004. Evaluación del cultivo hidropónico de lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo condiciones hidropónicas en Pachali. Guatemala. Tesis Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala. 89 p.

Cajo, A. & Curay, S. 2016. Producción hidropónica de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo el sistema NFT con tres soluciones nutritivas. Tesis Universidad Técnica de Ambato, Ciencias agropecuarias. Cevallos Ecuador. 102 p.

Calle, Y. 2022. Evaluación de la producción de tres cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), bajo sistema hidropónico a raíz flotante. Tesis Universidad Nacional de Piura. 100 p.

Doria, E.2019. Dosis de humus de lombriz en el rendimiento del cultivo de lechuga (Lactuca Sativa L) variedad americana en condiciones agroecológicas de Panao – Huánuco – 2019. Universidad Nacional Hermilio Valdizán.21 p.

Espinoza L. 2018. Evaluación del riego subterráneo de dos variedades de lechuga (Lactuca sativa L.) bajo tres sustratos en el Centro Experimental Cota Cota. Agrónomo. Universidad de San Andrés. La Paz, el estado Plurinacional de Bolivia. 19 p.

FAO. 2014. Anuario estadístico. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura en América Latina y el Caribe. Vol. 1, No 4, pp. 107- 108.

Florindez J, Suira S, 2012.E valuación de cultivares de lechuga (*Lactuca Sativa L.*) para producción de lechuga miniatura y madura bajo cultivo orgánico. Universidad Nacional Agraria la Molina 12 p.

González, W. 2021. Producción de lechuga hidropónica Lactuca sativa L., en sistema de raíz flotante bajo el efecto de 3 bioestimulantes. Tesis Universidad Estatal Península de Santa Elena. La Libertad Ecuador. 43 p.

Huaroto, Y. 2023. Efecto de cuatro dosis del humus liquido de lombriz en el crecimiento y rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en sistema hidropónico en Pucallpa. Tesis Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa. 78 p.

INIA, 2000. Cultivo de hortalizas de hoja: col y lechuga, en el Instituto Nacional de Investigación Agraria. Manual Nº 3 – 95 p.

Mamani E. 2011. Materia orgánica y producción de abonos orgánicos para la agricultura ecológica. Unidad de publicaciones UNA-Puno. Primera edición. Puno, Perú. 223 p.

Marín, K. 2022. Efecto de la fertilización orgánica basada en biofermentación de peces sobre el rendimiento de lechuga (Lactuca sativa L.) variedad Great Lakes 407 en Pucallpa. Tesis de ingeniería agronomo. Universidad Nacional de Ucayali. 89 pág.

Mendoza, A. 2017. Cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidropónica en sistema recirculante NFT tipo piramidal con tres niveles de aireación. Tesis Universidad Nacional San Agustín. Arequipa. 137 p.

Mitma, M. 2021. Efecto de tres concentraciones de microorganismos eficientes (EM-1) en el cultivo hidropónico de Lactuca sativa L. “lechuga” var. Crespa, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho 2020. Consultado en línea.Disponible: http://209.45.73.22/bitstream/UNSCH/4482/1/TESIS%20B867_Mit.pdf

Montes, C.2015. Evaluación de abonos orgánicos utilizando como indicadores plantas de lechuga y repollo en Popayan, Cauca. In Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial Vol 13 No. 1 pg.78.

Muñoz, J; Muñoz, J; Montes, C. Evaluación de abonos orgánicos utilizando como indicadores plantas de lechuga y repollo en Popayan, Cauca. In Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial Vol 13 No. 1 (73-82) Enero - junio 2015

Núñez, G. 2020. Producción de lechuga (Lactuca sativa l.) bajo distintas concentraciones de solución nutritiva en un sistema de raíz flotante y un sistema con sustrato inerte. Ingeniero Agropecuario. Universidad Estatal Península de Santa Elena. Bolivia. 6 p.

Pérez, Y. L. Lamadrid. 2014. Efecto del lixiviado de humus de lombriz sobre indicadores morfológicos en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L). In Centro Agrícola 41 (4): 33-37. Consultado en línea. 08 abril 2023.Disponible: http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V41-Numero_4/cag05414.pdf

Pereda, Y. 2015. Evaluación del rendimiento de tres cultivares de *Lactuca sativa* L. en sistema hidropónico a raíz flotante en Santiago de Chuco, La Libertad. Ingeniero Agropecuario. Universidad Nacional de Trujillo. Perú .15 pg.

Quintero, G. 2015. Efecto de dos condiciones de protección de cultivo sobre los índices de crecimiento y producción de tres variedades de lechuga

(Lactuca sativa) tipo gourmet en la Sabana de Bogotá. Tesis. Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola, Universidad Nacional de Colombia.

Quispe, L. 2015. Evaluación de seis variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivadas con el sistema hidropónico recirculante NFT en el Centro Experimental de Cota Cota. Tesis Universidad Mayor de San Andrés. La Paz. Bolivia.120 p.

Ricardo, J. 2019. Evaluación del cultivo hidropónico de lechuga de raíz flotante (Lactuca sativa L.) en diferentes soluciones nutritivas. Ingeniero Agrónomo. Bolivia. 14 pág.

Rodríguez, W. 2021. Producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en hidroponía Cantón Guayaquil provincia del Guayas. Tesis Universidad de Guayaquil. 71 p.

Rogel, M. 2018. Respuesta de tres variedades de lechuga (Lactuca sativa L.) a cuatro soluciones nutritivas, bajo condiciones hidropónicas en invernadero. Tesis Universidad Central del Ecuador. Consultado en línea. Disponible: http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/16529/1/T-UCE-0004-CAG-024.pdf

Vecilla, M. 2022. Producción hidropónica de lechuga (lactuca sativa L.) bajo el sistema de raíz flotante. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias, tesis- ingeniería Agronómica

Vela, B. 2018. Respuesta a la aplicación de estiércol de pollo y vacaza enriquecido con microorganismos eficientes en la producción de lechuga (Lactuca sativa L) variedad Great Lakes 659 en el Centro de Producción de la Universidad Nacional de Ucayali. Tesis de graduación como ingeniero agrónomo. 89 pág.

Velasco, J, Aguirre, G, y Ortuño, N. 2016. Humus líquido y microorganismos promotores de la producción de lechuga (Lactuca sativa var. Crespa) en hidroponía. Revista Cielo. Vol. 4. No 2, pp. 76 – 79.

IX. ANEXOS.

Anexo 1A. ANVA para altura de cabeza de lechuga

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Tratamientos	3	175.60	58.53	8.10	0.008 **
Error	8	57.83	7.29		
Total	11	233.43			
	CV = 10.80 %			R^2 = 0.75	

Anexo 2A. ANVA para longitud de hoja.

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Tratamientos	3	55.62	18.54	2.88	0.003*
Error	8	51.54	6.4		
Total	11	107.17			
	CV = 13.96 %			R^2 = 0.84	

Anexo 3A. ANVA para longitud de raíz de lechuga

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Tratamientos	3	42.14	14.04	0.53	0.67 ns
Error	8	211.13	26.39		
Total	11	253.28			
	CV = 13.91 %			R^2 = 0.76	

Anexo 4A. ANVA para diámetro de cabeza de lechuga

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Tratamientos	3	218.35	72.78	23.53	0.0003**
Error	8	24.75	3.09		
Total	11	243.10			
	CV = 8.35 %		R^2 = 0.89		

Anexo 5A. ANVA para número de hojas por planta de lechuga

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Tratamientos	3	1457.04	485.68	29.61	0.0001**
Error	8	131.20	16.40		
Total	11	1588.25			
	CV = 11.99 %			R^2 = 0.91	

Anexo 6A. ANVA para peso fresco de hojas de lechuga

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Tratamientos	3	3930.12	1310.04	184.69	<0.001 **
Error	8	56.74	7.09		
Total	11	3986.86			
	CV = 4.46 %		R^2 = 0.98		

Anexo 7A. ANVA para peso fresco de raíces de lechuga

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Tratamientos	3	3.60	1.20	0.63	0.61 ^{ns}
Error	8	15.15	1.89		
Total	11	18.76			
	CV = 17.16 %			R^2 = 0.71	

Anexo 8A. ANVA para peso fresco de tallo de lechuga

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Tratamientos	3	36.01	12.06	16.14	0.0009 **
Error	8	5.94	0.74		
Total	11	41.96			
	CV = 11.57 %			R^2 = 0.85	

Anexo 9A. ANVA para peso fresco total de lechuga

Variables	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Tratamientos	3	54.25	18.03	27.72	<0.001 **
Error	8	6.93	0.86		
Total	11	61.18			
	CV = 9.34 %			R^2 = 0.88	

Anexo 10. Costo de producción.

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario(S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
INSUMOS				
Semillas de lechuga	Sobre	3	4	12
Solución nutritiva	kg	3	6	18
Humus	Saco /50kg	30	1	30
MATERIALES				
Listones 2x3	Unidad	14	12	168
Listones 2x2	Unidad	8	9	72
Listones 2x1	Unidad	4	12	48
Tablas	Unidad	2.5	24	60
Clavo	Kg	5	4	20
Wincha de 50 m	Unidad	6	1	6
Plástico negro	Metro	1.8	12	21.6
Malla anti-afidos	Metro	16	16	256
Plástico al 50 % de luminosidad	Metro	8	20	160
Arena	Balde	3	4	12
Lejía	Unidad	0.3	4	1.2
Baldes	Unidad	4.5	3	13.5
Bandejas	Unidad	3	4	12
Tecnopor	Unidad	18	6	108
Cúter	Unidad	1	1	1
Tacho	Unidad	35	1	35
Manguera	Metro	20	3	60
Esponja	Unidad	1	20	20
Pulverizador	Unidad	1.5	1	1.5
EQUIPOS				
balanza analítica	Unidad	350	1	350
Prestación de servicio de aire acondicionado	Mes	75	2	180
Servicio de monitoreo	Días	60	60	3600
TOTAL				**1665.8**

ICONOGRAFIA.

Foto 1. Limpieza del invernadero.



Foto 2. Instalación de los contenedores.



Foto 3.colocacion de los plásticos.



Foto 4. Nivelación de cada contenedor.



Foto 5. Instalación del aire acondicionado.



Foto 6. Bandejas de germinación.



Foto 7.Solucion nutritiva de HOGLANG.



Foto 8. Aplicación de la solución nutritiva.



Foto 9.Colocacion de los bloques de tecnopor.



Foto 10.Transplante de las plantas al contenedor.

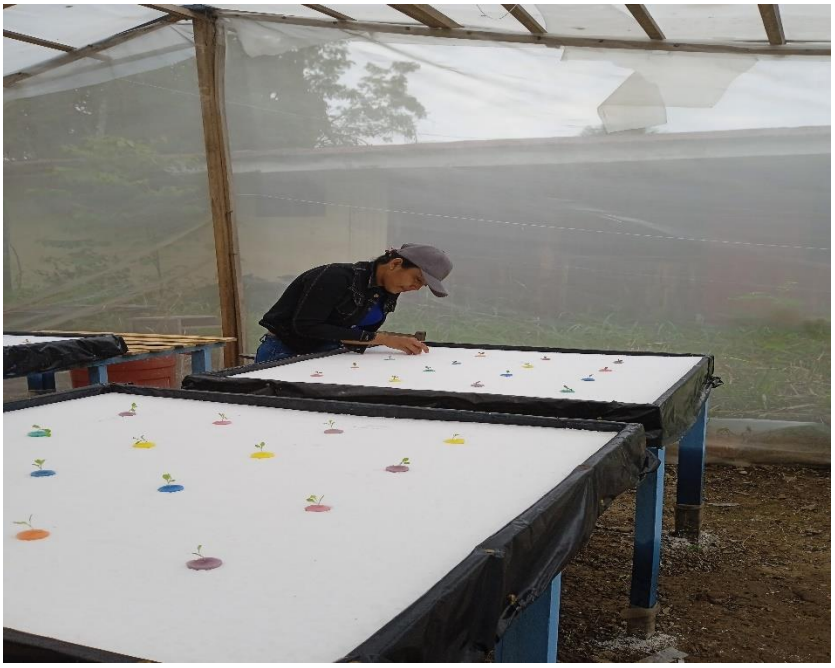


Foto 11.Plantas ya trasplantadas en los contenedores.

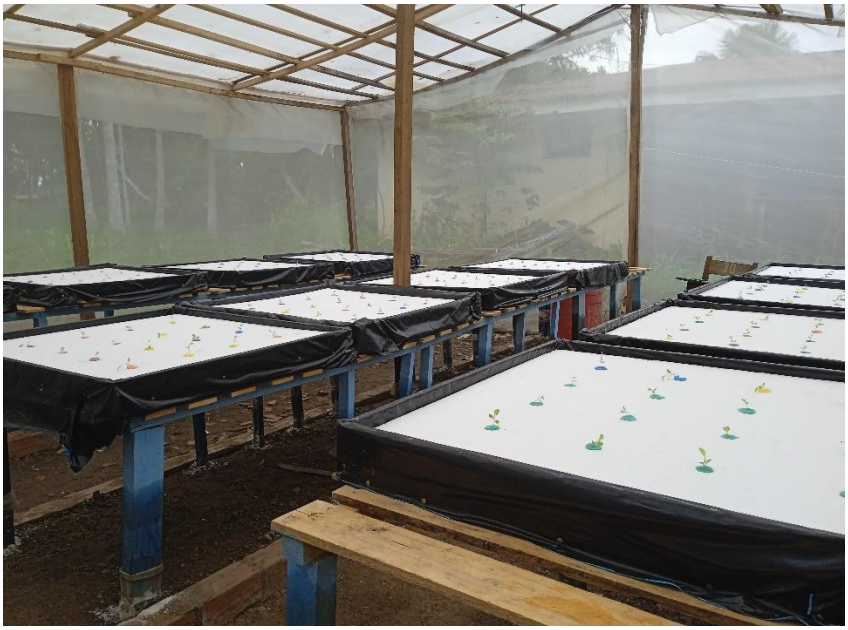


Foto 12. Aplicación de insecticidas para evitar ataques de hormigas.



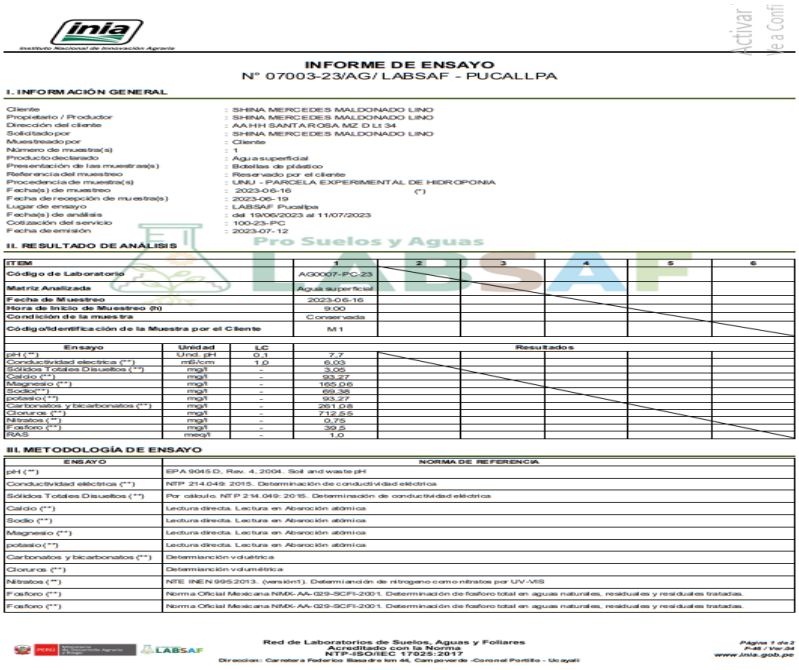
Foto 13.Observacion del crecimientos de las lechugas.



Foto 14.Cambio de solución de cada contenedor.



Foto 15. Análisis del humus liquido de lombriz.



INFORME DE ENSAYO
N° 07003-23/AG/ LABSAF - PUCALLPA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	: SHINA MERCEDES MALDONADO LINO
Propietario / Productor	: SHINA MERCEDES MALDONADO LINO
Dirección del cliente	: AA.HH SANTA ROSA MZ D LI 34
Solicitado por	: SHINA MERCEDES MALDONADO LINO
Muestreado por	: Cliente
Número de muestra(s)	: 1
Producto declarado	: Agua superficial
Presentación de las muestras(s)	: Botellas de plástico
Referencia del muestreo	: Reservado por el cliente
Procedencia de muestra(s)	: UNU - PARCELA EXPERIMENTAL DE HIDROPONIA
Fecha(s) de muestreo	: 2023-06-16 (*)
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2023-06-19
Lugar de ensayo	: LABSAF Pucallpa
Fecha(s) de análisis	: del 19/06/2023 al 11/07/2023
Cotización del servicio	: 100-23-PC
Fecha de emisión	: 2023-07-12

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM			1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio			A30007-PC-23					
Matriz Analizada			Agua superficial					
Fecha de Muestreo			2023-06-16					
Hora de Inicio de Muestreo (h)			9:00					
Condición de la muestra			Conservada					
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente			M1					
Ensayo	**Unidad**	**LC**	**Resultados**					
pH (**)	Und. pH	0,1	7,7					
Conductividad eléctrica (**)	mS/cm	1,0	6,03					
Sólidos Totales Disueltos (**)	mg/l	-	3,05					
Calcio (**)	mg/l	-	93,27					
Magnesio (**)	mg/l	-	165,06					
Sodio(**)	mg/l	-	69,38					
potasio(**)	mg/l	-	93,27					
Carbonatos y bicarbonatos (**)	mg/l	-	261,08					
Cloruros (**)	mg/l	-	712,85					
Nitratos (**)	mg/l	-	0,75					
Fosforo (**)	mg/l	-	39,5					
RAS	meq/l	-	1,0					

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH (**)	EPA 9045D. Rev. 4, 2004. Soil and waste pH
Conductividad eléctrica (**)	NTP 214.049: 2015. Determinación de conductividad eléctrica
Sólidos Totales Disueltos (**)	Por calculo. NTP 214.049: 2015. Determinación de conductividad eléctrica
Calcio (**)	Lectura directa. Lectura en Absorción atómica
Sodio (**)	Lectura directa. Lectura en Absorción atómica
Magnesio (**)	Lectura directa. Lectura en Absorción atómica
potasio(**)	Lectura directa. Lectura en Absorción atómica
Carbonatos y bicarbonatos (**)	Determinación volumétrica
Cloruros (**)	Determinación volumétrica
Nitratos (**)	NTE INEN 995:2013.. (versión1). Determinación de nitrogeno como nitratos por UV-VIS
Fosforo (**)	Norma Oficial Mexicana NMX-AA-029-SCFI-2001. Determinación de fosforo total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.
Fosforo (**)	Norma Oficial Mexicana NMX-AA-029-SCFI-2001. Determinación de fosforo total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.

Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliares
Acreditado con la Norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017
Direccion: Carretera Federico Basadre km 44, Campoverde -Coronel Portillo - Ucayali

Página 1 de 2
F-48 / Ver.04
www.inia.gob.pe

Foto 16. Aplicación del humus liquido de lombriz.



Foto 17. Crecimiento de la lechuga variedad seda.

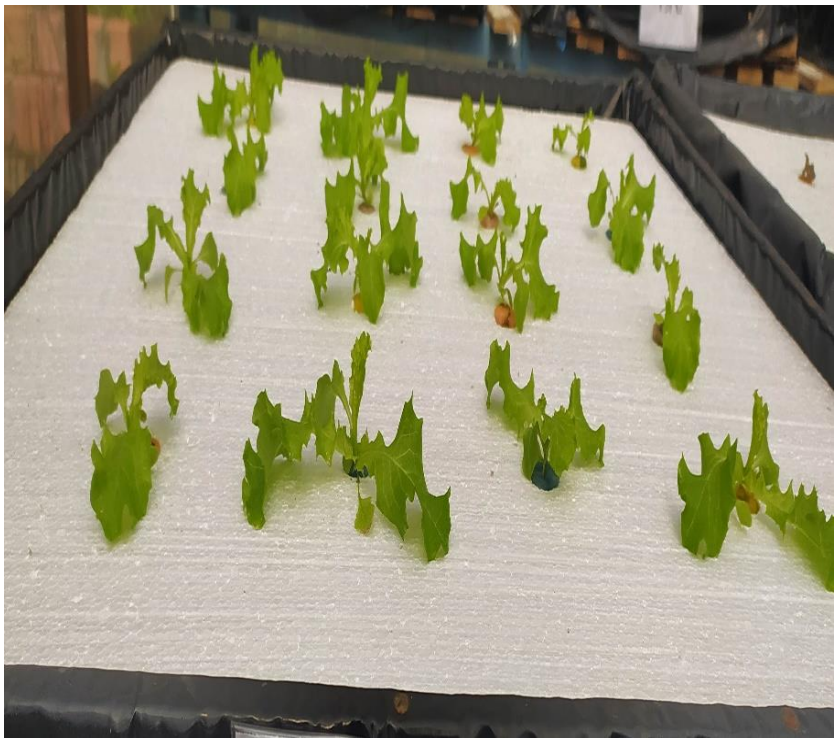


Foto 18. Crecimiento de la lechuga variedad White Boston.

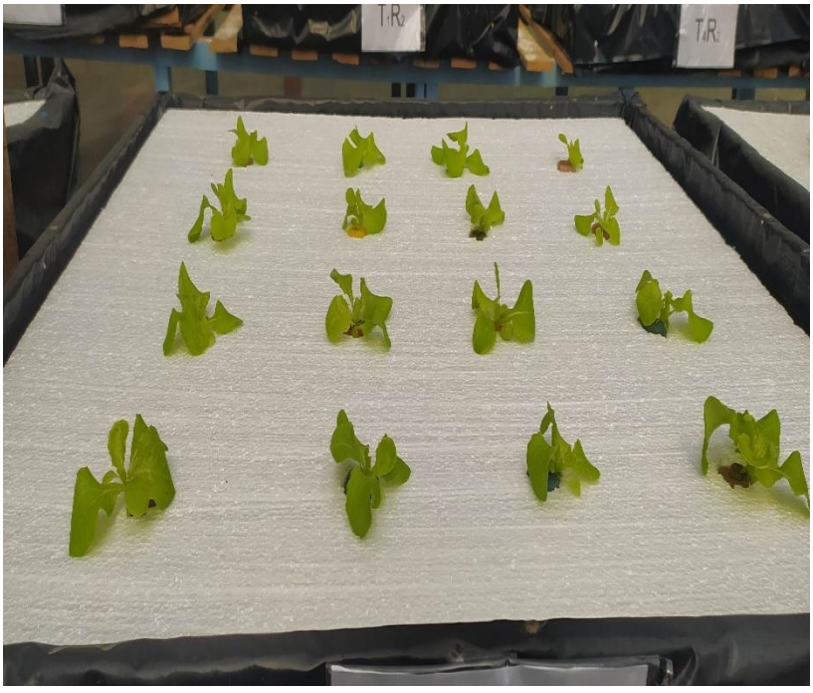


Foto 19. Crecimiento de la lechuga variedad crespa.

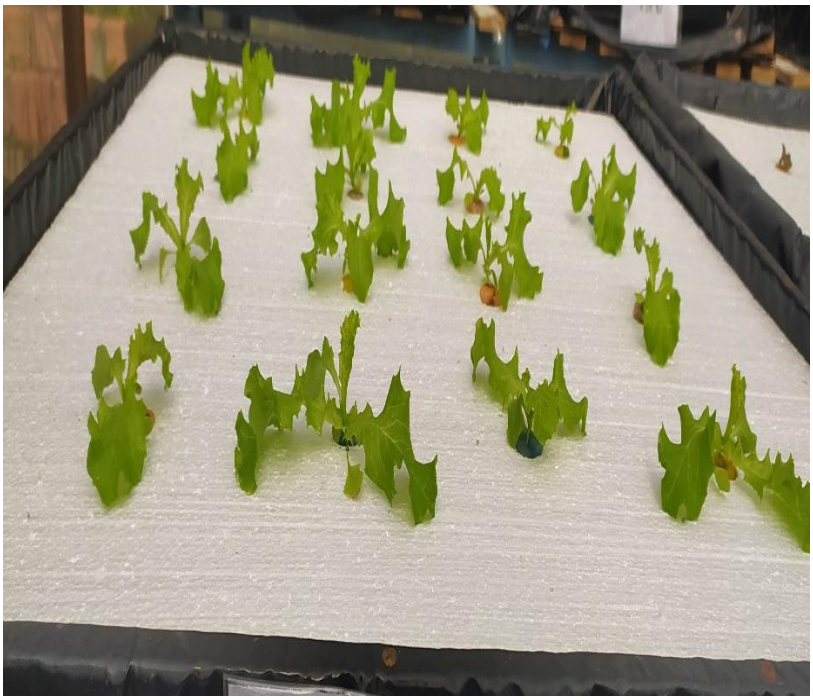


Foto 20. Crecimiento de la lechuga variedad morada.



Foto 21. Aplicación de fungicida para evitar el ataque de hongos.



Foto 22.Centro experimental “invernadero”



Foto 23. Oxigenación de las lechugas.



Foto 24. Evaluación de la longitud de raíz.



Foto 25. Peso fresco de las lechuga.



Foto 26.Medicion en cm la longitud de las hojas.



Foto 27.Cosecha de la lechuga variedad crespa.



Foto 28. Cosecha de la lechuga variedad seda.



Foto 29.Cosecha de la lechuga variedad morada



Foto 30.coshe de las lechugas variedad White Boston.

