



UNAP



**FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN GESTIÓN
AMBIENTAL**

TESIS

**“TÉCNICA HIDROPÓNICA Y CONVENCIONAL EN EL
RENDIMIENTO DE *Lactuca sativa* L. EN LORETO
2022”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

PRESENTADO POR:

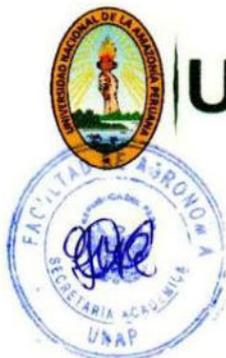
GILBER EMANUEL AGUIRRE TAPULLIMA

ASESOR:

Ing. JULIO PINEDO JIMENEZ, Dr.

IQUITOS, PERÚ

2024



UNAP

**FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
GESTIÓN AMBIENTAL**



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS No. 0130-CGYT-FA-UNAP-2024.

En Iquitos, a los 27 días del mes de diciembre del 2024, a horas 07:00pm, se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada: **“TÉCNICA HIDROPÓNICA Y CONVENCIONAL EN EL RENDIMIENTO DE *Lactuca sativa* L. EN LORETO. 2022”**, aprobado con Resolución Decanal N°0136-CGYT-FA-UNAP-2022, presentado por el Bachiller: **GILBER EMANUEL AGUIRRE TAPULLIMA**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**, que otorga la Universidad de acuerdo a la Ley y Estatuto.

El Jurado Calificador y dictaminador designado mediante Resolución Decanal No.0117-CGYT-FA-UNAP-2024, está integrado por:

- | | |
|--|------------|
| Ing. RONALD YALTA VEGA, M.Sc. | Presidente |
| Ing. RAFAEL CHAVEZ VASQUEZ, Dr. | Miembro |
| Ing. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS, M.Sc. | Miembro |

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas:

..... *A Satisfacción*

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública y la Tesis han sido: *APROBADA* con la calificación *MUY BUENA*

Estando el Bachiller *APTO* para obtener el Título Profesional de
..... *INGENIERO EN GESTION AMBIENTAL*

Siendo las *08:30 pm*, se dio por terminado el acto **ACADÉMICO**.


Ing. RONALD YALTA VEGA, M.Sc.
Presidente


Ing. RAFAEL CHAVEZ VASQUEZ, Dr.
Miembro


Ing. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS, M.Sc.
Miembro


Ing. JULIO PINEDO JIMENEZ, Dr.
Asesor

JURADO Y ASESOR

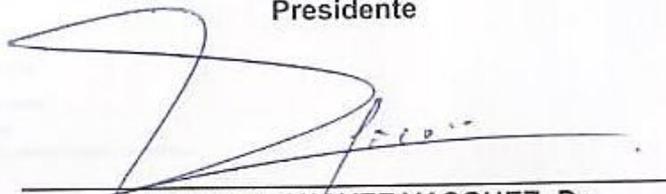
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

Tesis aprobada en sustentación pública el 27 de diciembre del 2024, por el jurado Ad-Hoc nombrado por el Comité de Grados y Títulos de la Facultad de Agronomía, para optar el título profesional de:

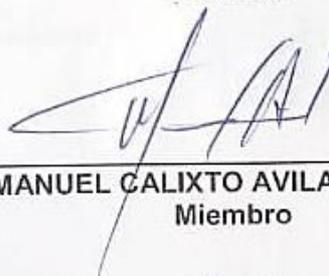
INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL



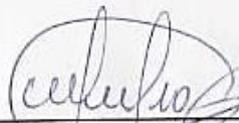
**Ing. RONALD YALTA VEGA, M.Sc.
Presidente**



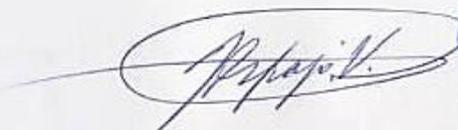
**Ing. RAFAEL CHAVEZ VASQUEZ, Dr.
Miembro**



**Ing. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS, M.Sc.
Miembro**



**Ing. JULIO PINEDO JIMENEZ, Dr.
Asesor**



**Ing. FIDEL ASPAJO VARELA, Dr.
Decano**



RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD

GILBER EMANUEL AGUIRRE TAPULLIMA

FA_TESIS_AGUIRRE TAPULLIMA.pdf

2-6DIC

2-6DIC

Universidad Nacional De La Amazonia Peruana

33% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

32%  Fuentes de Internet

4%  Publicaciones

15%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico en primer lugar a Dios por bendecir mi vida con buena salud durante mis años de estudio.

A mis padres por ser un ejemplo de superación en cuanto a sus vidas, por brindarme el apoyo necesario para seguir adelante a pesar de las dificultades y por enseñarme que todo logro es posible si uno se lo propone con determinación.

A mis hermanos por mostrarme el camino a seguir a través del ejemplo en cuanto a la culminación de mis estudios universitarios.

A mis docentes universitarios, por el gran rol que tuvieron con respecto a mi formación, por las enseñanzas brindadas como profesionales destacados en cada una de sus áreas.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme culminar mis estudios satisfactoriamente, por no permitir que me rinda y darme esa fortaleza para luchar en cada etapa de mi vida universitaria.

Agradezco a mis padres y hermanos por estimularme constantemente al desarrollo del presente trabajo y el apoyo moral que me brindaron a través los años de estudio de la carrera universitaria.

Agradezco también a mi asesor, el Ing. Julio Pinedo Jiménez Dr. por darme la oportunidad de acudir a su capacidad y conocimiento científico. Y a todas las personas que de una u otra manera fueron parte de la culminación del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADO Y ASESOR.....	iii
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Bases teóricas	7
1.3. Definición de términos conceptuales.....	9
CAPÍTULO II: HIPOTESIS Y VARIABLES	10
2.1. Formulación de las hipótesis.....	10
2.2. Variables y su operacionalización	10
2.2.1. Identificación de las variables	10
2.2.2. Operacionalización de las variables.....	10
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	12
3.1. Diseño metodológico	12
3.2. Diseño muestral.....	12
3.3. Procedimientos de recolección de datos.....	13
3.3.1. Toma de datos de las variables en estudio.....	13
3.3.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.4. Procesamiento y análisis de la información	16
3.5. Aspectos éticos.....	16
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	17
4.1. Características agronómicas.....	17
4.1.1. Altura de planta de lechuga en cm.....	17
4.1.2. Ancho de Planta de lechuga en cm	19
4.1.3. Cantidad de hojas por planta de lechuga.....	21

4.1.4. Largo de Raíz de lechuga en cm	23
4.1.5. Diámetro de tallo de lechuga en cm.....	25
4.1.6. Peso de raíz de lechuga en g	27
4.2. Rendimiento.....	29
4.2.1. Peso de hojas por planta de lechuga en g	29
4.2.2. Peso total de planta de lechuga en g.....	31
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	33
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	35
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES	36
CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN.....	37
ANEXOS	40
1. Datos originales	41
2. Galería de fotos	42
3. Cuadro de operacionalización de las variables	44
4. Matriz de consistencia	45
5. Croquis del diseño	46

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Análisis de Variancia para Altura de Planta de lechuga en cm.....	17
Tabla 2. Prueba de Tukey para altura de planta de lechuga en cm	18
Tabla 3. Análisis de Variancia para Ancho de Planta de lechuga en cm.....	19
Tabla 4. Prueba de Tukey para ancho de planta de lechuga en cm.....	20
Tabla 5. Análisis de Variancia para Cantidad de hojas por Planta de lechuga	21
Tabla 6. Prueba de Tukey para cantidad de hojas por planta de lechuga	22
Tabla 7. Análisis de Variancia para Largo de tallo de lechuga en cm.....	23
Tabla 8. Prueba de Tukey para largo de raíz de lechuga en cm	24
Tabla 9. Análisis de Variancia para Diámetro de tallo de lechuga en cm	25
Tabla 10. Prueba de Tukey para diámetro de tallo de lechuga en cm.....	26
Tabla 11. Prueba de U de Mann-Whitney para Peso de raíz de lechuga (g).....	27
Tabla 12. Prueba de U- Mann W para Peso de raíz de lechuga en g.....	27
Tabla 13. Análisis de Variancia para Peso de hojas por Planta de lechuga en g	29
Tabla 14. Prueba de Tukey para peso de hojas por de planta de lechuga en g	30
Tabla 15. Análisis de Variancia para Peso total de Planta de lechuga en g	31
Tabla 16. Prueba de Tukey para peso total de planta de lechuga en g.....	32

ÍNDICE DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1. Gráfica de efectos fijos de altura de planta en cm.....	18
Imagen 2. Gráfica de efectos fijos de ancho de planta en cm	20
Imagen 3. Gráfica de efectos fijos de cantidad de hojas por planta en cm	22
Imagen 4. Gráfica de efectos fijos de largo de raíz de lechuga en cm	24
Imagen 5. Gráfica de efectos fijos de diámetro de tallo lechuga en cm.....	26
Imagen 6. Gráfica de efectos fijos de peso de raíz en g.....	28
Imagen 7. Gráfica de efectos fijos de peso de hojas por planta en g	30
Imagen 8. Gráfica de efectos fijos de peso total de planta en g	32

RESUMEN

La presente investigación evalúa el efecto de la técnica de cultivo sobre las características agronómicas y el rendimiento de *Lactuca sativa* L. Lechuga en la región Loreto, considerando dos sistemas: cama hortícola tradicional y raíz flotante en hidroponía. El objetivo general fue determinar la influencia de ambas técnicas en las características agronómicas y el rendimiento total de las plantas de lechuga. Se utilizó un diseño completamente al azar con dos tratamientos y diez repeticiones, evaluando las variables altura, ancho, cantidad de hojas, largo y peso de raíz, peso de hojas y peso total de planta. Los datos fueron analizados mediante ANOVA y prueba de Tukey ($p < 0.01$), empleando coeficientes de variación (CV) y coeficientes de determinación (R^2 ajustado) para evaluar la precisión y el ajuste de los modelos. Los resultados revelaron que la técnica de cama hortícola tradicional fue significativamente superior en variables como altura (30.87 cm vs. 20.89 cm, $p < 0.01$), ancho (30.30 cm vs. 23.42 cm, $p < 0.01$) y peso total de planta (151.06 g vs. 78.32 g, $p < 0.01$). La técnica hidropónica destacó en largo de raíz (11.70 cm vs. 5.87 cm, $p < 0.01$) y peso de raíz (9.94 g vs. 5.21 g, $p < 0.01$), indicando su potencial para optimizar el desarrollo radicular. Se concluye que la técnica de cama hortícola tradicional es más adecuada para maximizar el rendimiento total de las plantas bajo las condiciones locales, mientras que la hidroponía requiere ajustes en el manejo de nutrientes y temperatura para mejorar su eficiencia. Esta investigación destaca la importancia de técnicas adaptadas al contexto climático y edáfico de Loreto, proporcionando un enfoque para optimizar la producción hortícola sostenible.

Palabras clave: rendimiento, radicular, sostenibilidad, agroecología.

ABSTRACT

This research evaluates the effect of cultivation techniques on the agronomic characteristics and yield of *Lactuca sativa* L. (lettuce) in the Loreto region, considering two systems: traditional horticultural beds and floating root hydroponics. The general objective was to determine the influence of both techniques on the agronomic characteristics and total yield of lettuce plants. A completely randomized design with two treatments and ten replications was used, evaluating variables such as height, width, leaf count, root length and weight, leaf weight, and total plant weight. Data were analyzed using ANOVA and Tukey's test ($p < 0.01$), employing coefficients of variation (CV) and adjusted determination coefficients (R^2) to evaluate model precision and fit. The results revealed that the traditional horticultural bed technique was significantly superior in variables such as height (30.87 cm vs. 20.89 cm, $p < 0.01$), width (30.30 cm vs. 23.42 cm, $p < 0.01$), and total plant weight (151.06 g vs. 78.32 g, $p < 0.01$). The hydroponic technique excelled in root length (11.70 cm vs. 5.87 cm, $p < 0.01$) and root weight (9.94 g vs. 5.21 g, $p < 0.01$), indicating its potential to optimize root development. It is concluded that the traditional horticultural bed technique is more suitable for maximizing total plant yield under local conditions, while hydroponics requires adjustments in nutrient management and temperature control to improve its efficiency. This research highlights the importance of techniques adapted to the climatic and edaphic context of Loreto, providing an approach to optimize sustainable horticultural production.

Keywords: yield, root system, sustainability, agroecolog

INTRODUCCIÓN

Las técnicas de cultivo en el rendimiento de *Lactuca sativa L.* bajo el manejo hidropónico y convencional son las diferentes formas, medios o maneras de la horticultura en un determinado lugar de producción. En la actualidad la lechuga se cultiva al aire libre e invernaderos, en suelo o en forma hidropónica; esta última evita las limitaciones que provocan las condiciones climáticas, luminosas y de suelo. **Saavedra et al. (1)**. Por cierto, en el mundo cada vez quedan menos espacios cultivables, generándose así nuevas técnicas de producción de alimentos sustentables con menos gastos de insumos, utilizando menores áreas con la ventaja de poder controlar las condiciones climáticas. **Alvarado et al (2)**, incluso el uso del agua en la agricultura tiene impactos negativos en el ambiente y la hidroponía es una alternativa en el ahorro del agua **Salazar et al. (3)**, así mismo, nos permitimos comparar la producción de cultivo en suelo y en hidroponía, éstas diferencias son rendimiento y eficiencia en el uso del agua en hidroponía, además si se utilizan sistemas de circuito cerrado, su contribución a la preservación de la calidad del agua ambiental es aún mayor. **Mathias (4)**. Se considera que la hidroponía presenta a nivel mundial una alta productividad por unidad de superficie, ahorro de agua y cosechas durante todo el año y, una infraestructura convencional de 1,000 m², es equivalente a una superficie hidropónica productiva efectiva de 240 m². **Pertierra & Quispe (5)**.

En Loreto la horticultura aún es incipiente, recién en estos últimos años algunos productores están instalando técnicas hidropónicas entre otros sistemas hortícolas, en este sentido, no hay reportes sobre el comportamiento comparativo de rendimiento de la lechuga en ésta región, al respecto **Cruz (6)** evaluó 3 variedades de lechuga (Great Lakes, White Boston y Grand Rapids Tbr) bajo dos sistemas hidropónicos (sistema de riego recirculante y sistema raíz flotante) y determinó que no hay diferencias estadísticas entre las variedades y sistemas, de este modo, en

nuestra región es necesario realizar un ensayo comparativo de un sistema hidropónico y el sistema tradicional frente a las condiciones ambientales para determinar el comportamiento comparativo. De aquí que surge la siguiente interrogación ¿De qué modo la técnica hidropónica y convencional influye en el rendimiento de *Lactuca sativa* L., en Loreto?, siendo el objetivo general determinar si la técnica hidropónica y convencional influye en el rendimiento de *Lactuca sativa* L. La finalidad e importancia del presente trabajo de investigación está en la necesidad de optimizar el manejo de los cultivos protegidos a fin de mejorar el comportamiento productivo de la lechuga, por el uso de técnicas amigables con el ambiente, por una horticultura ecológica, por la sostenibilidad social y económica.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Alfonso (7) realizó un ensayo experimental con el objetivo de evaluar dos métodos hidropónicos sobre el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Los resultados manifestaron que el tratamiento 1 formado por la raíz con sustrato obtuvo promedios altos en las variables empleadas, con un rendimiento 15056,10 kg/ha, mientras el tratamiento con raíz desnuda obtuvo 13209,34 kg/ha.

Cárdenas (8), en su estudio “Determinación de los efectos en rendimiento de la producción de lechuga hidropónica y convencional en condiciones de El Zamorano, Honduras” el ensayo fue con dos variedades de lechuga y cuatro concentraciones de solución nutritiva para evaluar la respuesta de las plantas a dichas concentraciones, también se evaluaron tres medios de crecimiento de plántulas para mejorar la eficiencia del trasplante para generar un balance de agua y nutrientes y comparar la producción y rentabilidad del cultivo de lechuga bajo los dos sistemas de producción, obtuvieron resultados como el consumo de nutrientes en el sistema hidropónico fue mejor que el sistema convencional con un 77% en nitrógeno, 80% en el fósforo, 60% en potasio, 76% en calcio, 70% en magnesio y 50% en hierro.

Scaturro (9), en su investigación “Evaluación de dos sistemas de producción de lechuga en hidroponía y un cultivo tradicional bajo cubierta”, realizó un ensayo de *Lactuca sativa* L. en 3 sistemas diferentes: 1) hidroponía bajo cubierta, 2) en hidroponía bajo condiciones controladas y 3) a campo bajo cubierta. Las plantas fueron trasplantadas en hileras de 3 metros de largo a campo y en hidroponía en caños de 3 m de largo con una densidad de 15 plantas cada 3 metros lineares y un distanciamiento de 20 x 20 cm, concluyendo que para los tres sistemas, el

sistema de hidroponía bajo cubierta, el área foliar aumento de forma gradual desde el inicio del trasplante, así el sistema bajo cubierta el área foliar respondió de forma más lenta al inicio del trasplante y el aumento considerable del peso seco en el sistema de hidroponía comenzó a partir del día 14 brindando una alternativa para el aumento y optimización de la producción.

León-Pacheco et al (10), investigaron sobre la “Evaluación agronómica y fisiológica de cinco cultivares de lechuga bajo dos sistemas de agricultura protegida en el departamento de Magdalena, Colombia, con el objetivo de evaluar agronómica y fisiológicamente el desarrollo de cultivares de lechuga en condiciones protegidas, se evaluó el crecimiento, las características agronómicas y fisiológicas de cinco cultivares de lechuga en dos sistemas de agricultura protegida y en condiciones de campo abierto, cuyos resultados indican que los cultivares White Boston y Romana Parris Island Coss en casa malla y campo abierto tuvieron los mayores valores en variables fisiológicas y la variable fotosíntesis en plantas sembradas en campo abierto alcanzaron valores de $22.29 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} / \text{s}$, comparado con casa malla e invernadero con 17.14 y $14.16 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} / \text{s}$, llegando a las siguientes conclusiones que la capacidad de estos cultivares de lechuga a tolerar estrés por calor se debió a mecanismos morfológicos y fisiológicos, entre ellos, hoja de larga vida, control estomático y alto potencial fotosintético.

Pertierra & Quispe (5), realizaron el estudio de “Análisis económico de lechugas hidropónicas bajo sistema raíz flotante en clima semiárido” cuyo objetivo fue analizar desde el punto de vista económico-financiero la propuesta técnica de un cultivo protegido de lechuga bajo sistema hidropónico de raíz flotante llevado a cabo en el clima semiárido de la PSE, se asumieron supuestos donde la producción se vende en jornadas laborales de acuerdo a la ley a una proyección de 5 años, con un stock de inventario para una semana, ventas al por mayor y

un margen de beneficio en el año 1 de 30% y ascendente en los siguientes períodos. Bajo estos criterios, el costo de producción unitario (en dólares americanos) ascendió a USD 0,49 y el precio de venta a USD 0,70. La inversión total sumó USD 27.077,99, el VAN USD 58.581,07, con una TIR del 40% y un índice beneficio-coste de 1,26; por lo que económica y financieramente el proyecto se consideró viable. Palabras clave: Cultivos sin suelo, costo de producción, inversión, cultivo protegido, *Lactuca sativa* L.

Cruz (6), en su investigación “Evaluación de tres variedades del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en dos sistemas de hidroponía bajo ambiente semi controlado en el centro experimental Chocloca”, cuyo objetivo fue evaluar 3 variedades de lechuga (Great Lakes, White Boston y Grand Rapids Tbr) bajo dos sistemas hidropónicos (sistema de riego recirculante y sistema raíz flotante) en un diseño experimental completamente aleatorio, no mostrando diferencias estadísticas entre las variedades y sistemas.

Vecilla (11), investigó sobre la “producción hidropónica de lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo el sistema de raíz flotante con diferentes soluciones nutritivas”, concluyendo que, en longitud de hojas, número de hojas y diámetro del tallo el tratamiento con solución nutritiva con base de fertilizantes de síntesis química al final del crecimiento favorece la mejora de características agronómicas de la lechuga hidropónica. La dinámica de crecimiento en todas las variables medidas fue prácticamente similar hasta la quinta lectura con las tres soluciones nutritivas, sin embargo, en la sexta y séptima lectura, el tratamiento con solución con fertilizantes de síntesis química superó a las soluciones con humus y biol, en la longitud de raíz las tres soluciones nutritivas presentaron una dinámica de crecimiento similar, deteniendo su desarrollo a partir de la sexta lectura.

Morales & Jeniffer (12), en la investigación “evaluación del cultivo de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa* L.) en raíz flotante bajo diferentes soluciones nutritivas, cuyo objetivo fue evaluar el comportamiento agronómico de un cultivo protegido de lechuga hidropónica cv. Crespa sometida a tres soluciones nutritivas: Hoagland/Arnon, Sonneveld/Voogt y Steiner, los resultados indican que, bajo los tres niveles de fertilización, como promedio de las cuatro épocas de plantación, las plantas alcanzaron un promedio de 131.8 g por debajo de los 150 g considerado el peso comercial. La formulación Hoagland y Arnon alcanzó los mejores resultados en todas las variables evaluadas con 142.8 g planta⁻¹ , 23 hojas planta⁻¹ , 22.2 cm de largo de hoja, 6.77% y 4,88% de materia seca foliar y radicular.

Abalos (13), en el trabajo de tesis “Producción hidropónica de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.), bajo el sistema NFT, con tres soluciones nutritivas.” Concluye que de acuerdo a los resultados obtenidos de la aplicación de tres distintas soluciones nutritivas en el cultivo hidropónico de lechuga se deduce, que ayuda a mejorar el rendimiento con relación al cultivo tradicional de lechuga porque llegamos a obtener pesos ideales para comercialización y mejores, especialmente al utilizar la solución 2 compuesta de (N:120, P: 50, K: 100, Ca: 50, Mg: 20, S:6, Fe:5, Cu: 0.02, Zn:0.40, Mn:0.50, Mo:0.005, B:0.40, Co: 0.50 ppm). Pág. 63

En el año 2017, en el trabajo de tesis “Cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) en sistema mixto en el centro experimental de Cota Cota” concluye que comparados los sistemas sin y con mecha el rendimiento, consumo y productividad del agua fueron similares, sin embargo, en las primeras semanas después del trasplante hubo mayor consumo de agua en los sistemas con mecha, posteriormente se invirtió, producto de que en los sistemas sin mechas para compensar la absorción de agua hubo gran cantidad de raíces que habían descendido hasta

penetrar en la solución. Las diferencias se notaron en la calidad de las hojas de lechuga, puesto que en los sistemas sin mecha hubo hojas amarilladas y eran de menor tamaño. **García (14)**, Pág. 6

En el año 2018, en el trabajo de tesis “Efecto del uso de mallas raschel de colores en plantas de *Lactuca sativa* L. Var. Waldmann's bajo sistema hidropónico de raíz flotante”, concluye que entre los tratamientos, y las estaciones en estudio, siendo el tratamiento de malla raschel verde-negra al 65% de porosidad de la estación de verano el que presentó los mayores promedios de peso total ($296.45 \pm 27.57g$), peso foliar ($223.28 \pm 26.4g$), peso radicular ($73.17 \pm 4.65g$), número de hojas (31.5 ± 1.87) y área foliar ($5722.9 \pm 1422.1 \text{ cm}^2$), el tratamiento de malla azul al 80% durante la estación de invierno presentó el mayor promedio de contenido de clorofila ($0.36 \pm 0.081 \text{ mg/g}$). **Pérez (15)**. pág. 12.

1.2. Bases teóricas

La hidroponía y el suministro de nutrientes necesarios para la planta. La hidroponía, suministra los nutrientes necesarios para la planta y en una forma inmediata, no se espera un tiempo para la mineralización. Las plantas pueden alimentarse de acuerdo a la demanda con poco gasto y decisiones que cambiar o actualizar, los horarios de riego pueden ser hecho día a día en base a la nutrición. **Morgan y Zelanda (16)**. Pág. 1.

Producción hidropónica de hoja en NFT. Los cultivos crecen en líneas de producción de sección circular o rectangular de material plástico, en ellos se perforan los orificios necesarios para anclar los plantines a la línea, a través de las cuales se entrega a las plantas una lámina de solución nutritiva que suministra todos los nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo de las mismas. Además, hay que destacar que dicha lámina de nutrientes es poco

profunda en esta técnica, lo que favorece la oxigenación de la solución y la diferencia de otros sistemas hidropónicos. **Birgi (17)**.

La nutrición de los vegetales y los cultivos hidropónicos. En la medida en que el hombre comienza a participar de estos sistemas de cultivo deben pasar de cultivos circunstanciales de supervivencia o demostrativos a cultivos comerciales, el sistema se va complejizando, además, el grado de conocimiento necesario para llevar adelante el cultivo con éxito. **Beltrano & Gimenez (18)**. Pág. 15.

Cultivo en agua. Las raíces se desarrollan total o parcialmente en el agua en un contenedor, en todos los casos contienen soportes para las plantas, en el interior los factores de desarrollo vegetativos están determinados por el pH que conviene mantener en un intervalo de 6.5 a 7.0; oscuridad, la solución nutritiva permanece en la oscuridad para evitar el crecimiento de algas que provocan competencia por oxígeno y nutrientes con las raíces de la planta en cultivo. **Zárate (19)**. Pág. 20.

Los filtros foto-selectivos o mallas sombreadoras. La modificación de la morfología y fisiología de las plantas, utilizadas tanto dentro como fuera del invernadero y habitualmente se utilizan para proveer al cultivo de protección física contra la alta radiación, viento, granizos, aves e insectos, las más comunes son las de color negro y se utilizan para proteger al cultivo del exceso de radiación durante el verano y prevenir el bronceado de los frutos, las mallas de colores están diseñadas para modificar la radiación incidente (espectro, dispersión de la luz y componente térmico) que impacten en el crecimiento y desarrollo vegetativo de las plantas. **Flores (20)**, p.2.

1.3. Definición de términos conceptuales

Hidroponía. Es un conjunto de técnicas que permite el cultivo de plantas en un medio libre de suelo, permite en estructuras simples o complejas producir plantas principalmente de tipo herbáceo aprovechando sitios o áreas como azoteas, suelos infértiles, terrenos escabrosos, invernaderos climatizados o no, etc. HIDRO (agua) y PONOS (labor o trabajo) es decir trabajo en agua. **Beltrano & Gimenez (18)** p.10.

La técnica hidropónica de cultivo con flujo laminar de nutrientes, NFT (Nutrient Film Technique). Técnica de cultivo para aumentar la productividad del sector de producción hidropónica con el fin de aumentar la productividad del sector de producción hidropónica mediante el uso total del espacio, crear un sistema cerrado donde recirculara la solución nutritiva. **Brenes & Jimenez (21)**, p. 6.

Etapa fenológica. Períodos delimitados por dos fases fenológicas o cambios morfológicos, inicia con la aparición, transformación o desaparición de órganos, que los vegetales expresan bajo la influencia del ambiente. **Oasis (22)**, p.2.

Solución nutritiva. Las plantas se nutrieran de una solución nutritiva multipropósito asequible para los productores locales y de fácil preparación y con los estándares necesarios para la producción de especies hortícolas de hoja en NFT. **Birgi (17)**, p.8.

CAPÍTULO II: HIPOTESIS Y VARIABLES

2.1. Formulación de las hipótesis

El sistema de cultivo influye significativamente en las características agronómicas y en el rendimiento de *Lactuca sativa* L. en Loreto.

2.2. Variables y su operacionalización

2.2.1. Identificación de las variables

Variable independiente (x):

X. Sistemas de cultivo

Variable dependiente (y):

Y. Características agronómicas y rendimiento

2.2.2. Operacionalización de las variables

(El cuadro de operacionalización de las variables, se muestra en el anexo)

Variable independiente

X. Sistema de cultivo

X₁. Técnica de la raíz flotante

X₂. Técnica del cultivo tradicional

Variable dependiente

Y₁. Características vegetativas

Y_{1.1}. Altura de planta

Y_{1.2}. Ancho de planta

Y_{1.3}. Cantidad de hojas

Y_{1.4}. Largo de raíz

Y_{1.5}. Diámetro de tallo

Y_{1.6}. Peso de raíz

Y₂. Rendimiento de planta

Y_{2.1}. Peso de hojas por planta

Y_{2.2}. Peso total de planta

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

La investigación es de enfoque cuantitativo. Tipo de investigación transversal – analítico. Nivel de la investigación explicativo. Diseño de la investigación experimental. Método de la investigación Hipotético. Objetivos de la investigación comparativo. Escala de medición de variables Ordinal y de razón. Comportamiento de los datos distribución de la variable según los supuestos de normalidad.

3.2. Diseño muestral

Para el procedimiento se empleó la prueba estadística de comparaciones independientes t de Student y su equivalente prueba no paramétrica de U. Mann-Whitney.

El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

Donde:

U = Efecto de la media general.

T_i= Efecto del i – ésima tratamiento

E_{ij}= Efecto del error de la observación experimental.

Características del área experimental

Del campo experimental

El estudio de investigación se desarrollará en la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, fundo Zungarococha, ubicado a 45 minutos de la ciudad de Iquitos, en el proyecto de técnicas de cultivos hortícolas.

Ubicación política.

Distrito: San Juan Bautista

Provincia: Maynas

Región: Loreto

Coordenadas UTM: 704220 Me, 9557313 N

Altitud: 109 m.s.n.m.

Análisis de variancia

Se realizó según el comportamiento de normalidad y heterogeneidad de variancias.

Tratamientos

TRAT	DESCRIPCION	CLAVE
T1	Técnica de cultivo raíz flotante	TRF
T2	Técnica del cultivo tradicional	TCT

3.3. Procedimientos de recolección de datos

3.3.1. Toma de datos de las variables en estudio

Fase de Campo

1. Altura de planta. Tomada desde el suelo hasta el punto más alto de la planta.
2. Ancho de planta. Tomada en la parte media de la planta entre los lados extremos de la expansión foliar.
3. Cantidad de hojas. Contados al momento de la evaluación, se registra todas las hojas basales, intermedias y apicales hasta el ápice promedio entre el más largo y el largo intermedio.
4. Longitud de raíces. Medida entre la bifurcación del tallo hasta el largo intermedio entre las raíces primarias y secundarias.

5. Diámetro de tallo. Medida entre la bifurcación del cuello de la raíz y la implantación de las primeras hojas basales.
6. Peso de raíces. Tomados al momento de la evaluación, se registra todas las raíces, primarias y secundarias
7. Peso de hoja por planta. Conteo de todas las hojas de la planta al momento de la cosecha
8. Peso total de planta. Tomada en el momento de la cosecha

3.3.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica e instrumentos

Proceso de almacigado hasta la siembra en cajones de solución nutritiva. El proceso de almacigado y trasplante en este experimento se desarrolló mediante una serie de etapas cuidadosamente controladas, desde la germinación de las semillas hasta su establecimiento en cajones de solución nutritiva, siguiendo los pasos descritos a continuación:

1. Preparación del almácigo
 - Se emplearon bandejas germinadoras en las cuales se colocó papel toalla en la superficie como sustrato inicial. Este papel fue humedecido con agua tratada para proporcionar las condiciones óptimas de humedad.
 - Las semillas se distribuyeron uniformemente sobre la superficie del papel y se cubrieron con otra capa de papel toalla.
 - Las bandejas fueron tapadas durante tres días para mantener un ambiente oscuro, promoviendo la germinación. Durante este periodo, se realizó un leve riego diario para asegurar que el papel toalla se mantuviera húmedo.
2. Exposición a la luz
 - Al tercer día, las bandejas fueron destapadas después de regar ligeramente el papel toalla.

- Las bandejas se colocaron cerca de una ventana para garantizar una mayor exposición a la luz natural, favoreciendo el crecimiento inicial de las plántulas.

3. Traslado a cubos de esponja

- Al quinto día, las plántulas germinadas fueron transferidas cuidadosamente a cubos de esponja, colocados en una bandeja de raíz flotante.
- Se mantuvo una distancia de 3.0 cm entre las plántulas para evitar competencia por espacio y recursos.

4. Trasplante a los cajones de solución nutritiva

- A los cinco días en la bandeja de raíz flotante, cuando las plántulas alcanzaron una altura aproximada de 5 cm y desarrollaron al menos 4 hojas, se trasladaron a cajones de crecimiento y desarrollo.
- En los cajones, las plantas se colocaron a una distancia de 0.25 m x 0.25 m, con una densidad de 25 plantas por metro cuadrado. Cada planta se posicionó en el centro de su espacio asignado para garantizar un desarrollo uniforme.

5. Mantenimiento de la solución nutritiva

- Durante el periodo de desarrollo, la solución nutritiva en los cajones se mantuvo a un nivel constante de 10 cm de profundidad.
- Para compensar el consumo y la evaporación, se agregaba agua pura según fuera necesario.
- La oxigenación y el flujo de nutrientes se promovieron mediante el movimiento manual del agua de 3 a 4 veces por día.

6. Cosecha

- Las plantas se cosecharon 22 días después del trasplante a los cajones, completando un periodo vegetativo total de 32 días desde la germinación.

3.4. Procesamiento y análisis de la información

Procesamiento de la información

Para el análisis estadístico de los datos se probaron los supuestos de normalidad y homocedasticidad. Para la normalidad se utilizará el método gráfico mediante Q-Qplots contrastado con el método analítico de lilliefors (L) Para la homocedasticidad igualmente se utilizará el gráfico de dispersión contrastado con el método analítico Q de Cochran tomando como base la mayor variancia y la sumatoria de todas las variancias. Así mismo se utilizó el análisis de la potencia de prueba de Severo y Zelen. Se empleó el estadístico para comparaciones de muestras independientes T de Student y su equivalente no paramétrico la prueba de U Mann- Withney.

Se tomó en consideración el diseño de la investigación de carácter experimental puro y a fin de darle a los datos y a los resultados obtenida validez interna y externa, se cumplió con los principios de repetitividad, aleatorización y control del error experimental en la investigación.

Análisis de la información

Los resultados se analizaron con el paquete SPSS STATISTIC Versión 23.0 y el software InfoStat para comprobar si los sistemas de cultivo influyen en el comportamiento de rendimiento de la lechuga.

3.5. Aspectos éticos

Se respetaron las condiciones ambientales del medio donde se ejecutó el presente trabajo con responsabilidad socio ambiental, sin perjudicar los recursos naturales ya que se utilizará material experimental no contaminante y las labores son amigables con el ambiente.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Características agronómicas

4.1.1. Altura de planta de lechuga en cm

El Análisis de Variancia reporta que la técnica de cultivo tiene un efecto significativo sobre la altura de las plantas de lechuga. La elevada proporción de variabilidad explicada por el modelo (R^2 ajustado = 0.87) y la baja variabilidad relativa del experimento (CV = 7.48%) respaldan la confiabilidad de los resultados. Las diferencias en altura de planta entre las técnicas estudiadas pueden ser evaluadas con un alto grado de confianza.

Tabla 1. Análisis de Variancia para Altura de Planta de lechuga en cm

Fuente de Variación	GI	SC	CM	Fc	p-value
Técnica de cultivo	1	497.50	497.50	132.80	0.0000
Error Experimental	18	67.43	3.746		
Total	19	564.93	DMS= 1.8180		
			CV= 7.48%	R2Aj= 0.87	

La tabla 1 muestra que la técnica de cultivo presentó un efecto significativo sobre la altura de la planta, con un p-value = 0.0000, indicando una diferencia altamente significativa ($p < 0.01$). Esto demuestra que la variación en la altura de la planta puede ser explicada en gran medida por la técnica de cultivo utilizada. El CV registrado fue del 7.48%, lo que indica una baja dispersión relativa de los datos respecto a la media, confirmando la precisión del experimento. El 87% de la variabilidad observada en la altura de las plantas de lechuga puede atribuirse a la técnica de cultivo utilizada. Es decir, la técnica de cultivo explica la mayor parte de los cambios en la altura de las plantas, mientras que el 13% restante de la variabilidad se debe a otros factores no

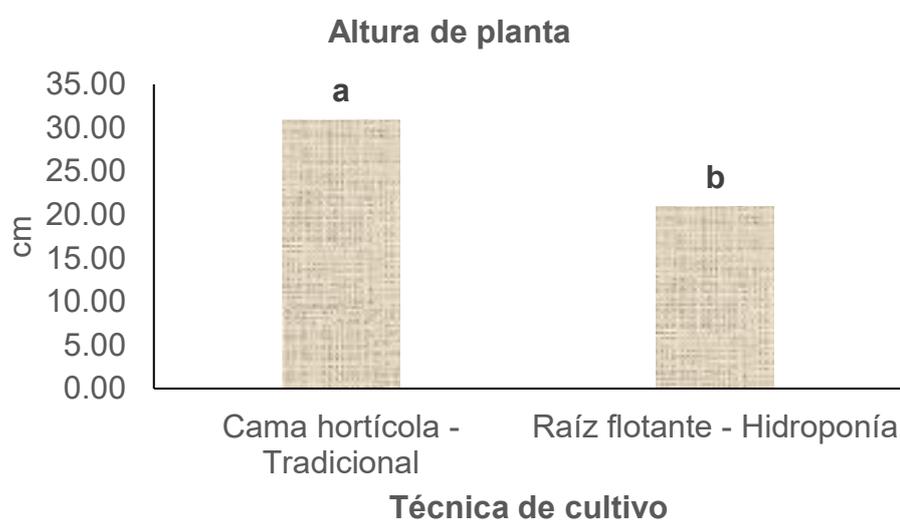
considerados en el modelo o al error experimental. La DMS calculada fue de 1.8180 cm, lo que implica que las diferencias entre medias de las técnicas de cultivo mayores a este valor pueden considerarse estadísticamente significativas.

Tabla 2. Prueba de Tukey para altura de planta de lechuga en cm

Técnica de cultivo	Medias	E.E	Sig
Cama hortícola - Tradicional	30.87	0.61	a
Raíz flotante - Hidroponía	20.89	0.61	b
Promedio	25.88	cm	

La tabla 2 muestra que la técnica de cultivo **Cama hortícola - Tradicional** produjo plantas significativamente más altas (**30.87 cm**) en comparación con la técnica de **Raíz flotante - Hidroponía** (**20.89 cm**). Esto indica que el método tradicional en cama hortícola es más efectivo para promover el crecimiento en altura de las plantas de lechuga bajo las condiciones experimentales evaluadas.

Imagen 1. Gráfica de efectos fijos de altura de planta en cm



La imagen 1 muestra el desarrollo superior de las plantas bajo la técnica de Cama hortícola - Tradicional sugiere que esta metodología está mejor adaptada a las condiciones locales y ofrece resultados más consistentes

en el crecimiento de la lechuga. Sin embargo, el rendimiento limitado de la técnica Raíz flotante - Hidroponía destaca la necesidad de mejorar los procesos relacionados con este sistema en la región Loreto.

4.1.2. Ancho de Planta de lechuga en cm

El Análisis de Variancia reporta que la técnica de cultivo tiene un efecto significativo sobre el ancho de las plantas de lechuga. La elevada proporción de variabilidad explicada por el modelo (R^2 ajustado = 0.77) y la baja variabilidad relativa del experimento ($CV = 7.07\%$) respaldan la confiabilidad de los resultados. Las diferencias en ancho de planta entre las técnicas estudiadas pueden ser evaluadas con un alto grado de confianza.

Tabla 3. Análisis de Variancia para Ancho de Planta de lechuga en cm

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	Fc	p-value
Técnica de cultivo	1	236.95	236.95	65.6	0.0000
Error Experimental	18	64.97	3.609		
Total	19	301.92	DMS= 1.79		
		CV= 7.07%		R2Aj= 0.77	

La tabla 3 muestra que la técnica de cultivo presentó un efecto significativo sobre el ancho de la planta, con un p-value = 0.0000, indicando una diferencia altamente significativa ($p < 0.01$). Esto demuestra que la variación en el ancho de la planta puede ser explicada en gran medida por la técnica de cultivo utilizada. El CV registrado fue del 7.07%, lo que indica una baja dispersión relativa de los datos respecto a la media, confirmando la precisión del experimento. El 77% de la variabilidad observada en el ancho de las plantas de lechuga puede atribuirse a la técnica de cultivo utilizada. Es decir, la técnica de cultivo explica la mayor parte de los cambios en el ancho de las plantas, mientras que el 23% restante de la variabilidad se debe a otros factores no

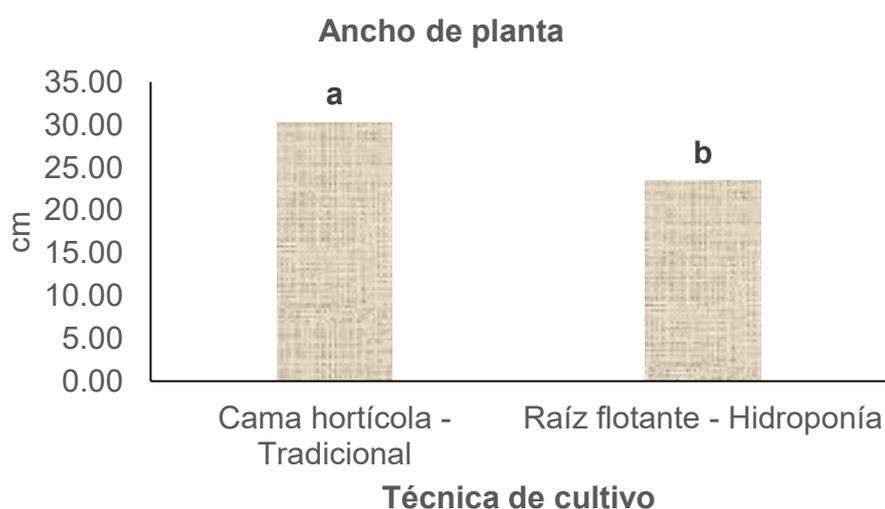
considerados en el modelo o al error experimental. La DMS calculada fue de 1.79 cm, lo que implica que las diferencias entre medias de las técnicas de cultivo mayores a este valor pueden considerarse estadísticamente significativas.

Tabla 4. Prueba de Tukey para ancho de planta de lechuga en cm

Técnica de cultivo	Medias	E.E	Sig
Cama hortícola - Tradicional	30.30	0.6	a
Raíz flotante - Hidroponía	23.42	0.6	b
Promedio	26.86	cm	

La tabla 4 muestra que la técnica de cultivo **Cama hortícola - Tradicional** produjo plantas significativamente con mayor ancho foliar (**30.30 cm**) en comparación con la técnica de **Raíz desnuda - Hidroponía (23.42 cm)**. Esto indica que el método tradicional en cama hortícola es más efectivo para promover el desarrollo en ancho o expansión lateral de hojas de las plantas de lechuga bajo las condiciones experimentales evaluadas.

Imagen 2. Gráfica de efectos fijos de ancho de planta en cm



La imagen 2 muestra el desarrollo superior de las hojas bajo la técnica de Cama hortícola - Tradicional sugiere que este sistema está mejor adaptada a las condiciones locales y ofrece resultados más consistentes

en la expansión foliar de la lechuga. Sin embargo, el rendimiento limitado de la técnica Raíz flotante - Hidroponía destaca la necesidad de mejorar los procesos relacionados con este sistema en la región Loreto.

4.1.3. Cantidad de hojas por planta de lechuga

El Análisis de Variancia reporta que la técnica de cultivo tiene un efecto significativo sobre la cantidad de hojas de las plantas de lechuga. La elevada proporción de variabilidad explicada por el modelo (R^2 ajustado = 0.29) y la baja variabilidad relativa del experimento (CV = 8.39%) respaldan la confiabilidad de los resultados. Las diferencias en cantidad de hojas de planta entre las técnicas estudiadas pueden ser evaluadas con un alto grado de confianza.

Tabla 5. Análisis de Variancia para Cantidad de hojas por Planta de lechuga

Fuente de Variación	GI	SC	CM	Fc	p-value
Técnica de cultivo	1	11.49	11.49	8.9	0.0081
Error Experimental	18	23.36	1.298		
Total	19	34.85	DMS= 1.07		
		CV= 8.39%		R2Aj= 0.29	

La tabla 5 muestra que la técnica de cultivo presentó un efecto significativo sobre la cantidad de hojas por planta, con un p-value = 0.0081, indicando una diferencia altamente significativa ($p < 0.01$). Esto demuestra que la variación en la cantidad de hojas por planta puede ser explicada en gran medida por la técnica de cultivo utilizada. El CV registrado fue del 8.39%, lo que indica una baja dispersión relativa de los datos respecto a la media, confirmando la precisión del experimento. Solo el 29% de la variabilidad observada en la cantidad de hojas por plantas de lechuga puede atribuirse a la técnica de cultivo utilizada. Es decir, la técnica de cultivo explica una menor parte de los cambios en la cantidad de hojas por plantas, mientras que el 71% restante de la variabilidad se

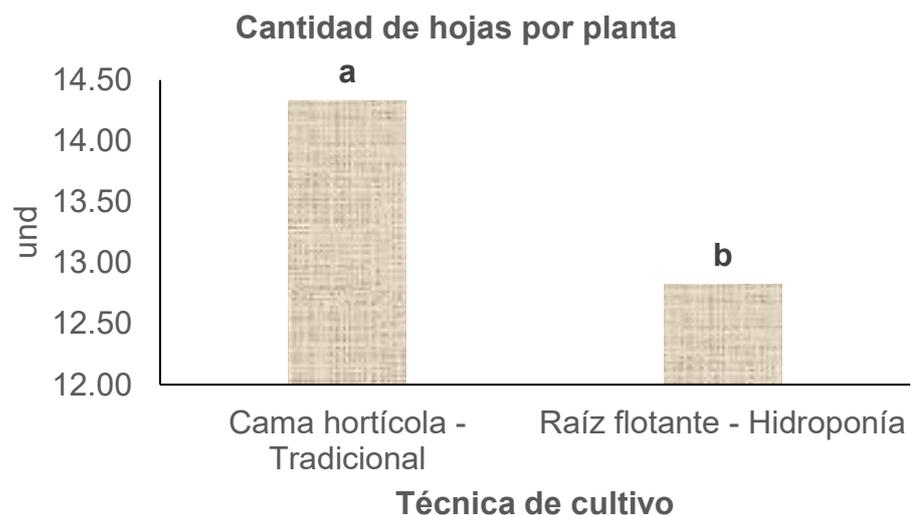
debe a otros factores no considerados en el modelo o al error experimental. La DMS calculada fue de 1.07 unidades lo que implica que las diferencias entre medias de las técnicas de cultivo mayores a este valor pueden considerarse estadísticamente significativas.

Tabla 6. Prueba de Tukey para cantidad de hojas por planta de lechuga

Técnica de cultivo	Medias	E.E	Sig
Cama hortícola - Tradicional	14.33	0.36	a
Raíz flotante - Hidroponía	12.82	0.36	b
Promedio	13.58		

La tabla 6 muestra que la técnica de cultivo **Cama hortícola - Tradicional** produjo plantas significativamente más altas (14.33 unid) en comparación con la técnica de **Raíz flotante - Hidroponía (12.82 unid)**. Esto indica que el método tradicional en cama hortícola es más efectivo para promover el número de hojas de las plantas de lechuga bajo las condiciones experimentales evaluadas.

Imagen 3. Gráfica de efectos fijos de cantidad de hojas por planta en cm



La imagen 3 muestra una cantidad de producción de hojas superior de las plantas bajo la técnica de Cama hortícola - Tradicional sugiere que

esta metodología está mejor adaptada a las condiciones locales y ofrece resultados más consistentes en el número de hojas por planta de la lechuga. Sin embargo, el rendimiento limitado de la técnica Raíz flotante - Hidroponía destaca la necesidad de mejorar los procesos relacionados con este sistema en la región Loreto.

4.1.4. Largo de Raíz de lechuga en cm

El Análisis de Variancia reporta que la técnica de cultivo tiene un efecto significativo sobre el largo de raíz de lechuga. La baja proporción de variabilidad explicada por el modelo (R^2 ajustado = 0.96) es de tomar en consideración, y la baja variabilidad relativa del experimento (CV = 6.59%) respaldan la confiabilidad de los resultados. Las diferencias de largo de raíz entre las técnicas estudiadas pueden ser evaluadas con un alto grado de confianza.

Tabla 7. Análisis de Variancia para Largo de tallo de lechuga en cm

Fuente de Variación	GI	SC	CM	Fc	p-value
Técnica de cultivo	1	170.18	170.18	507.2	0.0000
Error Experimental	18	6.04	0.336		
Total	19	176.22	DMS= 0.54		
			CV= 6.59%	R2Aj= 0.96	

La tabla 7 muestra que la técnica de cultivo presentó un efecto significativo sobre el largo de raíz, con un p-value = 0.0000, indicando que no hay diferencia significativa ($p < 0.001$). Esto demuestra que la variación en el largo de raíz es explicada en gran medida por la técnica de cultivo utilizada. El CV registrado fue del 6.59%, lo que indica una baja dispersión relativa de los datos respecto a la media, confirmando la precisión del experimento. El 96% de la variabilidad observada en el largo de raíz de las plantas de lechuga se atribuye a la técnica de cultivo utilizada. Es decir, la técnica de cultivo explica una máxima parte de los

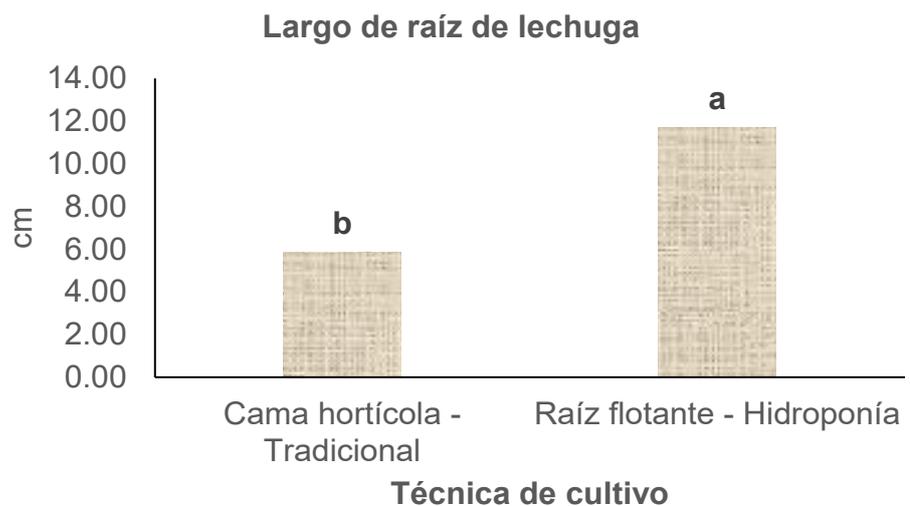
cambios en el largo de raíz de las plantas, puesto que el 4% del total de la variabilidad se debe a otros factores no considerados en el modelo o al error experimental. La DMS calculada fue de 0.544 cm, lo que implica que las diferencias entre medias de las técnicas de cultivo mayores a este valor pueden considerarse estadísticamente significativas.

Tabla 8. Prueba de Tukey para largo de raíz de lechuga en cm

Técnica de cultivo	Medias	E.E	Sig
Cama hortícola - Tradicional	5.87	0.12	b
Raíz flotante - Hidroponía	11.70	0.36	a
Promedio	8.79	cm	

La tabla 8 muestra que los valores son similares, tanto en la técnica de cultivo Cama hortícola - Tradicional produjo un promedio de longitud de raíz (5.87 cm) como en la técnica de Raíz flotante - Hidroponía (11.70 cm). Esto indica que el sistema de cultivo en cama hortícola promueve menos el incremento en longitud de raíz de las plantas de lechuga bajo **las condiciones experimentales evaluadas.**

Imagen 4. Gráfica de efectos fijos de largo de raíz de lechuga en cm



La imagen 4 muestra una longitud superior de las raíces bajo la técnica de Raíz flotante - Hidroponía sugiere que esta metodología está mejor

adaptada a las condiciones locales y ofrece resultados más consistentes en la longitud de raíces por planta de la lechuga. Sin embargo, el rendimiento limitado de la técnica Cama hortícola - Tradicional al parecer es un comportamiento normal en los procesos relacionados con este sistema en la región Loreto.

4.1.5. Diámetro de tallo de lechuga en cm

El Análisis de Variancia reporta que la técnica de cultivo no tiene un efecto significativo sobre el diámetro de las plantas de lechuga. La bajísima proporción de variabilidad explicada por el modelo (R^2 ajustado = 0.03) es de tomar en consideración, pero la baja variabilidad relativa del experimento (CV = 9.33%) respaldan la confiabilidad de los resultados. Las diferencias diámetro de planta entre las técnicas estudiadas pueden ser evaluadas con un alto grado de confianza.

Tabla 9. Análisis de Variancia para Diámetro de tallo de lechuga en cm

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	Fc	p-value
Técnica de cultivo	1	0.01	0.01	1.29	0.2717
Error Experimental	18	0.14	0.008		
Total	19	0.15	DMS= 0.0810		
			CV= 9.33%		R2Aj= 0.03

La tabla 9 muestra que la técnica de cultivo no presentó un efecto significativo sobre el diámetro de tallo, con un p-value = 0.2717, indicando que no hay diferencia significativa ($p > 0.05$). Esto demuestra que la variación en el diámetro de tallo no puede ser explicada en gran medida por la técnica de cultivo utilizada. El CV registrado fue del 9.33%, lo que indica una baja dispersión relativa de los datos respecto a la media, confirmando la precisión del experimento. Tan solo el 3% de la variabilidad observada en el diámetro de tallo de las plantas de lechuga puede atribuirse a la técnica de cultivo utilizada. Es decir, la técnica de

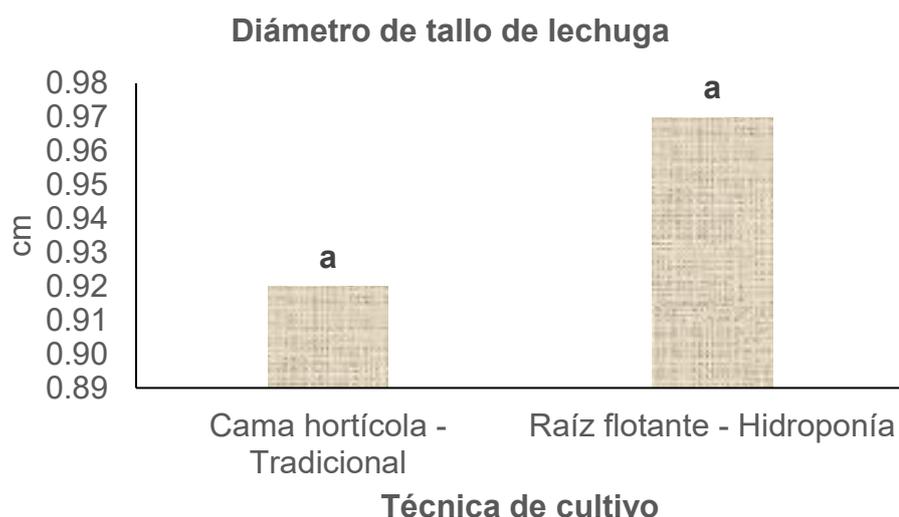
cultivo explica una mínima parte de los cambios en el diámetro del tallo de las plantas, puesto que el 97% del total de la variabilidad se debe a otros factores no considerados en el modelo o al error experimental. La DMS calculada fue de 0.081 cm, lo que implica que las diferencias entre medias de las técnicas de cultivo mayores a este valor pueden considerarse estadísticamente significativas.

Tabla 10. Prueba de Tukey para diámetro de tallo de lechuga en cm

Técnica de cultivo	Medias	E.E	Sig
Cama hortícola - Tradicional	0.92	0.03	a
Raíz flotante - Hidroponía	0.97	0.03	a
Promedio	0.95	cm	

La tabla 10 muestra que los valores son similares, tanto en la técnica de cultivo **Cama hortícola - Tradicional** produjo plantas (0.92 cm) como en la técnica de **Raíz flotante - Hidroponía** (0.97 cm). Esto indica que el sistema de cultivo no promueve el incremento en diámetro de tallo de las plantas de lechuga bajo las condiciones experimentales evaluadas.

Imagen 5. Gráfica de efectos fijos de diámetro de tallo lechuga en cm



La imagen 5 muestra que tanto las plantas bajo la técnica de Cama hortícola – Tradicional como cultivados en la técnica de raíz flotante en hidroponía no influye en esta variable, es decir es indistinta las técnicas de cultivo.

4.1.6. Peso de raíz de lechuga en g

El Análisis según la prueba de U de Mann-Whitney, el valor p obtenido es **0.0002**, lo cual es menor al nivel de significancia comúnmente utilizado ($\alpha = 0.05$). Esto indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los dos sistemas de cultivo en cuanto a peso de raíz.

Tabla 11. Prueba de U de Mann-Whitney para Peso de raíz de lechuga (g)

Longitud de raíz en cm	Grupo 1	Grupo 2	Media1	Media2	Mediana 1	Mediana 2	D.E. 1	D.E. 2	R-media 1	R-media 2	p-value
Sistema de cultivo	CH	RF	5.21	9.44	5.21	10.13	0.12	0.36	5.50	15.50	0.0002

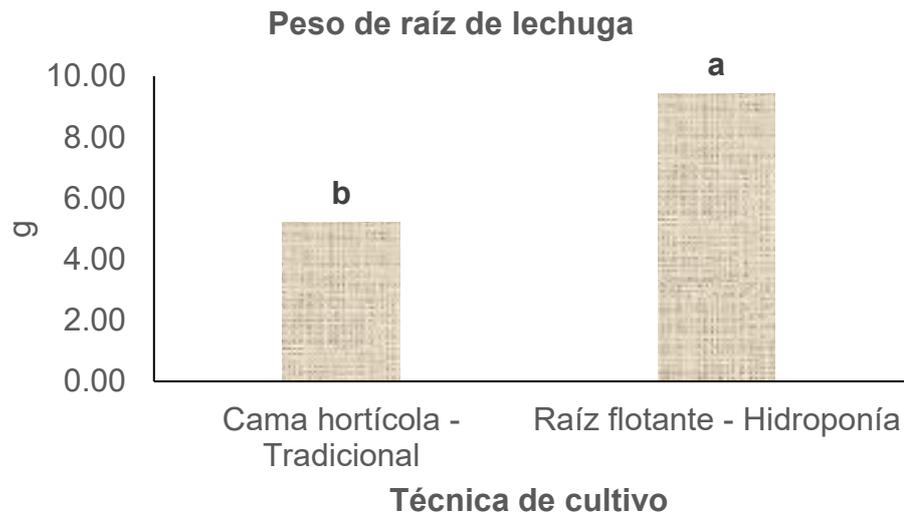
En la tabla 11 la prueba U de Mann-Whitney revela que el peso de raíz de las plantas de lechuga en el sistema de cultivo de Raíz Flotante (RF) es significativamente mayor que en el sistema de Cama Hortícola (CH). Esto respalda la eficacia del método hidropónico de raíz flotante para promover un mayor desarrollo radicular, probablemente debido a la disponibilidad inmediata y constante de nutrientes en este sistema.

Tabla 12. Prueba de U- Mann W para Peso de raíz de lechuga en g

Técnica de cultivo	Medias	E.E	Sig
Cama hortícola - Tradicional	5.21	0.12	b
Raíz flotante - Hidroponía	9.44	0.36	a
Promedio	7.33	g	

La tabla 12 muestra que la técnica de cultivo Raíz desnuda - Hidroponía produjo raíces significativamente de mayor peso (9.94 g) en comparación con el sistema hortícola - Tradicional de (5.21 g). Esto indica que el método raíz flotante es más efectivo para promover el incremento de peso de las raíces de lechuga bajo las condiciones experimentales evaluadas.

Imagen 6. Gráfica de efectos fijos de peso de raíz en g.



La imagen 6 muestra el peso superior de las raíces bajo la técnica de raíz flotante en hidroponía sugiere que esta técnica expresa mejores condiciones locales y ofrece resultados más consistentes en el peso de las raíces de lechuga y que está relacionado al crecimiento de las raíces.

4.2. Rendimiento

4.2.1. Peso de hojas por planta de lechuga en g

El Análisis de Variancia reporta que la técnica de cultivo tiene un efecto significativo sobre el peso de hojas por plantas de lechuga. La elevada proporción de variabilidad explicada por el modelo (R^2 ajustado = 0.85) y la moderada variabilidad relativa del experimento (CV = 15.66%) respaldan la confiabilidad de los resultados. Las diferencias en peso de hojas por planta entre las técnicas estudiadas pueden ser evaluadas con un alto grado de confianza.

Tabla 13. Análisis de Variancia para Peso de hojas por Planta de lechuga en g

Fuente de Variación	GI	SC	CM	Fc	p-value
Técnica de cultivo	1	30208.21	30208.21	107.2	0.0000
Error Experimental	18	5071.28	281.738		
Total	19	35279.49	DMS= 15.77		
			CV= 15.66%		R2Aj= 0.85

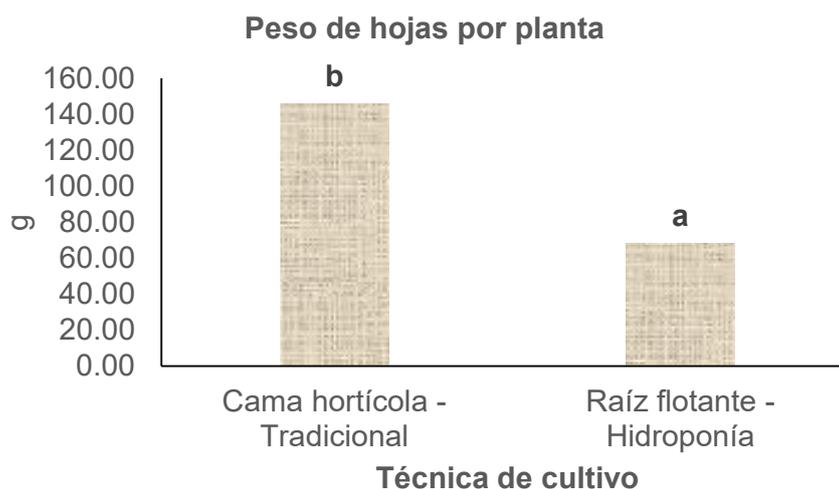
La tabla 13 muestra que la técnica de cultivo presentó un efecto significativo sobre el peso de hojas por planta, con un p-value = 0.0000, indicando una diferencia altamente significativa ($p < 0.01$). Esto demuestra que la variación en el peso de hojas por planta puede ser explicada en gran medida por la técnica de cultivo utilizada. El CV registrado fue del 15.66%, lo que indica una moderada dispersión relativa de los datos respecto a la media, confirmando la precisión del experimento. El 85% de la variabilidad observada en el peso de hojas por planta de lechuga puede atribuirse a la técnica de cultivo utilizada. Es decir, la técnica de cultivo explica la mayor parte de los cambios en el peso de hojas por plantas, mientras que el 15% restante de la variabilidad se debe a otros factores no considerados en el modelo o al error experimental. La DMS calculada fue de 15.77 g, lo que implica que las diferencias entre medias de las técnicas de cultivo mayores a este valor pueden considerarse estadísticamente significativas.

Tabla 14. Prueba de Tukey para peso de hojas por planta de lechuga en g

Técnica de cultivo	Medias	E.E	Sig
Cama hortícola - Tradicional	146.06	5.31	b
Raíz flotante - Hidroponía	68.33	5.31	a
Promedio	107.20	g	

La tabla 14 muestra que la técnica de cultivo **Cama hortícola - Tradicional** produjo plantas significativamente con mayor peso de hojas (146.06 g) en comparación con la técnica de **Raíz desnuda - Hidroponía** (68.33 g). Esto indica que el método tradicional en cama hortícola es más efectivo para promover el rendimiento de hojas de las plantas de lechuga bajo las condiciones experimentales evaluadas.

Imagen 7. Gráfica de efectos fijos de peso de hojas por planta en g



La imagen 7 muestra el rendimiento superior de las plantas bajo la técnica de Cama hortícola - Tradicional sugiere que este sistema está mejor adaptada a las condiciones locales y ofrece resultados más consistentes en el rendimiento de hojas de la lechuga. Sin embargo, el rendimiento limitado de la técnica Raíz desnuda - Hidroponía destaca la necesidad de mejorar los procesos relacionados con este sistema en la región Loreto.

4.2.2. Peso total de planta de lechuga en g

El Análisis de Variancia reporta que la técnica de cultivo tiene un efecto significativo sobre el peso total de planta de lechuga. La elevada proporción de variabilidad explicada por el modelo (R^2 ajustado = 0.83) y la moderada variabilidad relativa del experimento ($CV = 14.64\%$) respaldan la confiabilidad de los resultados. Las diferencias en rendimiento de peso total de planta entre las técnicas estudiadas pueden ser evaluadas con un alto grado de confianza.

Tabla 15. Análisis de Variancia para Peso total de Planta de lechuga en g

Fuente de Variación	GI	SC	CM	Fc	p-value
Técnica de cultivo	1	26456.27	26456.27	93.8	0.0000
Error Experimental	18	5074.83	281.935		
Total	19	31531.10	DMS= 15.77		
			CV= 14.64%	R2Aj= 0.83	

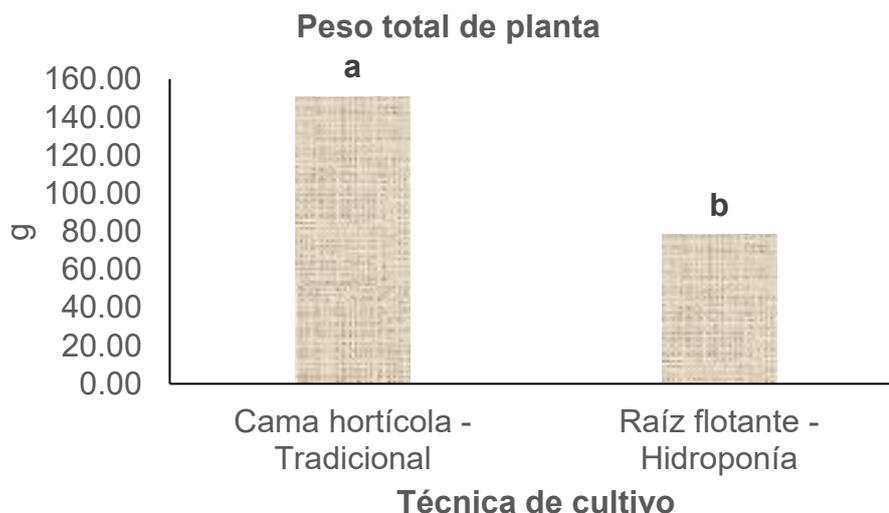
La tabla 15 muestra que la técnica de cultivo presentó un efecto significativo sobre el peso total de la planta, con un p -value = 0.0000, indicando una diferencia altamente significativa ($p < 0.01$). Esto demuestra que la variación en el peso total de planta puede ser explicada en gran medida por la técnica de cultivo utilizada. El CV registrado fue del 14.64%, lo que indica una moderada dispersión relativa de los datos respecto a la media, confirmando la precisión del experimento. El 83% de la variabilidad observada en el peso total de planta de lechuga puede atribuirse a la técnica de cultivo utilizada. Es decir, la técnica de cultivo explica la mayor parte de los cambios en el peso total de las plantas, mientras que el 17% restante de la variabilidad se debe a otros factores no considerados en el modelo o al error experimental. La DMS calculada fue de 15.77 g, lo que implica que las diferencias entre medias de las técnicas de cultivo mayores a este valor pueden considerarse estadísticamente significativas.

Tabla 16. Prueba de Tukey para peso total de planta de lechuga en g

Técnica de cultivo	Medias	E.E	Sig
Cama hortícola - Tradicional	151.06	5.31	a
Raíz flotante - Hidroponía	78.32	5.31	b
Promedio	114.69	g	

La tabla 16 muestra que la técnica de cultivo **Cama hortícola - Tradicional** produjo plantas significativamente de mayor rendimiento (151.06 g) en comparación con la técnica de **Raíz desnuda - Hidroponía** (78.32 g). Esto indica que el sistema tradicional en cama hortícola es más efectivo para promover el rendimiento en peso total de las plantas de lechuga bajo las condiciones experimentales evaluadas.

Imagen 8. Gráfica de efectos fijos de peso total de planta en g



La imagen 8 muestra el rendimiento superior de las plantas bajo el sistema de Cama hortícola - Tradicional sugiere que esta metodología está mejor adaptada a las condiciones locales y ofrece resultados más consistentes en el rendimiento de peso total de la lechuga. Sin embargo, el rendimiento limitado de la técnica Raíz desnuda - Hidroponía destaca la necesidad de mejorar los procesos relacionados con este sistema en la región Loreto.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

En el presente estudio, se compararon dos técnicas de cultivo, Cama hortícola - Tradicional y Raíz flotante - Hidroponía, evaluando diversas características agronómicas y de rendimiento en el cultivo de lechuga. Los resultados mostraron diferencias significativas en varias variables, resaltando la efectividad diferencial de cada método según el parámetro evaluado. La altura promedio de las plantas cultivadas mediante Cama hortícola - Tradicional (30.87 cm) fue significativamente mayor que las obtenidas con el método de Raíz flotante - Hidroponía (20.89 cm). Esto sugiere que el cultivo en suelo tradicional ofrece condiciones más favorables para el crecimiento en altura, posiblemente debido a un acceso más uniforme a los recursos del suelo. Estos resultados son congruentes con lo reportado por **Scaturro (9)**, quien observó que en sistemas de cultivo a campo bajo cubierta se promovió un crecimiento inicial más vigoroso en comparación con sistemas hidropónicos. El ancho foliar también fue mayor en el sistema Cama hortícola - Tradicional (30.30 cm) en comparación con el método de Raíz desnuda - Hidroponía (23.42 cm). Este resultado reafirma la superioridad del sistema tradicional en la promoción de la expansión lateral de las hojas. Sin embargo, estudios como el de **Vecilla (11)** destacan que las técnicas hidropónicas pueden superar al cultivo tradicional bajo condiciones específicas de fertilización, lo que sugiere que la formulación de soluciones nutritivas podría ser un factor clave. La cantidad promedio de hojas por planta fue significativamente mayor en el sistema tradicional (14.33) que en el hidropónico (12.82). Esto coincide con lo señalado por **Alfonso (7)**, quien reportó mayores promedios en las variables estudiadas en sistemas de hidroponía con sustrato frente a sistemas hidropónicos con limitaciones en el control de nutrientes. En contraste con los resultados anteriores, el método hidropónico de Raíz flotante produjo raíces significativamente más largas (11.70 cm) que el sistema Cama hortícola - Tradicional (5.87 cm). Esto puede atribuirse a la disponibilidad inmediata de nutrientes en sistemas hidropónicos, como lo sugiere **Morales & Jeniffer (12)**, quienes destacaron

el efecto positivo de soluciones nutritivas específicas en la elongación radicular. No se observaron diferencias significativas en el diámetro del tallo entre ambos sistemas (0.92 cm en Cama hortícola y 0.97 cm en Raíz flotante). Este resultado es consistente con lo reportado por **Cruz (6)**, quien tampoco encontró diferencias significativas en esta variable al comparar diferentes sistemas hidropónicos. El peso radicular fue mayor en el método hidropónico de Raíz flotante (9.94 g) en comparación con el sistema tradicional (5.21 g). Este resultado apoya lo encontrado por **Pérez (15)**, quien reportó un incremento en el peso de raíz en sistemas hidropónicos con soluciones nutritivas optimizadas. El peso promedio de las hojas fue significativamente mayor en el sistema Cama hortícola - Tradicional (146.06 g) frente al sistema hidropónico de Raíz desnuda (68.33 g). Este rendimiento es consistente con los resultados de **Abalos (13)**, quien señaló que los sistemas tradicionales pueden ofrecer ventajas en rendimiento foliar cuando las condiciones del suelo son óptimas. El peso total de las plantas fue significativamente mayor en el sistema Cama hortícola - Tradicional (151.06 g) en comparación con el método de Raíz flotante (78.32 g). Este rendimiento contrasta con lo reportado por **León-Pacheco et al. (10)**, quienes encontraron mayores rendimientos en sistemas protegidos cuando se optimizan factores como la iluminación y la ventilación.

Los resultados obtenidos en este estudio destacan las ventajas y limitaciones de ambos sistemas de cultivo. Mientras que la técnica de Cama hortícola - Tradicional promovió un mayor crecimiento en altura, ancho foliar, cantidad de hojas y peso total, el método hidropónico favoreció la elongación y el peso de las raíces. Estos resultados coinciden parcialmente con lo reportado por **Scaturro (9)**, quien observó variaciones en el rendimiento dependiendo del sistema de cultivo y las condiciones ambientales. Asimismo, lo observado en este estudio confirma lo señalado por **Morales & Jeniffer (12)**, quienes destacaron la importancia de las soluciones nutritivas en sistemas hidropónicos para mejorar ciertas características agronómicas.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

La técnica de cama hortícola tradicional demostró ser significativamente superior en la mayoría de las variables evaluadas en los promedios: Altura de planta (30.87 cm) superando a la técnica hidropónica (20.89 cm). Ancho de planta (30.30 cm) comparado con 23.42 cm en hidroponía. Peso de hojas (146.06 g) más del doble respecto a 68.33 g en hidroponía. Peso total de planta (151.06 g) superando significativamente a los 78.32 g de hidroponía. Mientras que la técnica hidropónica de raíz flotante se destacó únicamente en Largo de raíz (11.70 cm) superando ampliamente a la técnica tradicional (5.87 cm). Peso de raíz (9.94 g) comparado con 5.21 g en cama hortícola. Esto evidencia que el cultivo en cama hortícola es más eficiente para maximizar las características agronómicas aéreas, mientras que la hidroponía ofrece ventajas en el desarrollo radicular bajo las condiciones experimentales de Loreto.

El efecto significativo de la técnica de cultivo sobre las características agronómicas y el rendimiento de lechuga resalta la importancia del manejo localizado y adaptado a las condiciones ambientales específicas, como la disponibilidad de nutrientes, humedad y temperatura en la región.

Las limitaciones observadas en el rendimiento de la técnica hidropónica (peso total de planta reducido en 48.2% respecto a la técnica tradicional) sugieren la necesidad de implementar ajustes en Manejo de nutrientes (diseño de soluciones nutritivas óptimas). Control ambiental (temperatura y oxigenación del agua). Esto permitiría maximizar la eficiencia de este sistema en regiones con características similares a Loreto.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

El uso de la técnica de cama hortícola tradicional debe ser priorizado en las comunidades locales, especialmente en aquellas con recursos limitados para implementar sistemas más tecnificados como la hidroponía. Esta técnica ha demostrado ser altamente efectiva para maximizar características agronómicas como altura, peso de hojas y rendimiento total de las plantas de lechuga, aprovechando las condiciones edafoclimáticas locales.

Diseñar sistemas hidropónicos adaptados a las condiciones climáticas de Loreto es una tarea fundamental para aprovechar el potencial de esta tecnología en el desarrollo agrícola de la región. Las ventajas observadas en el crecimiento radicular bajo la técnica de raíz flotante sugieren que, con ajustes en la regulación precisa de nutrientes y el manejo adecuado de la temperatura en la solución nutritiva, la hidroponía podría ofrecer resultados competitivos.

Continuar investigando en técnicas hidropónicas, como alternativa ante el cambio climático, representa una herramienta clave para desarrollar una horticultura protegida e inteligente. Este sistema permite un uso más eficiente del agua y un control preciso de las condiciones de cultivo, aspectos críticos en un contexto de variabilidad climática creciente.

CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN

1. **Saavedra, G., Corradini, F., & Antúnez, A.** (2017). Manual de producción de lechuga.
2. **Alvarado Lara, G. M., Cristancho Puerto, J. S., Meneses Murillo, Y. P., & Marulanda Giraldo, J. C.** (2016). Factibilidad Económica en la Implementación del Cultivo Hidropónico de Lechuga en el Municipio de Cota Cundinamarca.
3. **Salazar- Moreno, R., Rojano-Aguilar, A., & López-Cruz, I. L.** (2014). La eficiencia en el uso del agua en la agricultura controlada. *Tecnología y ciencias del agua*, 5(2), 177-183.
4. **Mathias, Mauricio** (2014). See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/263491598>
5. **Pertierra Lazo, R., & Quispe Gonzabay, J.** (2020). Análisis económico de lechugas hidropónicas bajo sistema raíz flotante en clima semiárido. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 31(1), 118-130.
6. **Cruz Mendoza, A.** (2020). Evaluación De Tres Variedades Del Cultivo De Lechuga (*Lactuca Sativa L.*) En Dos Sistemas De Hidroponía Bajo Ambiente Semi Controlado En El Centro Experimental Chocloca. *Odontología Actual*, 7(12), 31-42. Recuperado a partir de <http://dicyt.uajms.edu.bo/revistas/index.php/odontologia/article/view/2>
7. **Alfonso, S. R. M.** (2020). Estudio Comparativo De Dos Métodos Hidropónicos Sobre El Cultivo De Lechuga (Doctoral Dissertation, Universidad Agraria Del Ecuador).
8. **Cárdenas, C. M.** (2004). Determinación de los efectos en rendimiento de la producción de lechuga hidropónica y convencional en condiciones de El Zamorano, Honduras.
9. **Scaturro, G. N.** (2019). Evaluación de dos sistemas de producción de lechuga en hidroponía y un cultivo tradicional bajo cubierta (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Luján).
10. **León-Pacheco, R. I., Jaramillo-Noreña, J. E., Montes-Pérez, M. L., Orozco-Guerrero, A. R., Carrascal-Pérez, F. F., Munar, E. A. V., & Rodríguez-Roa, A. O.** (2022). Evaluación agronómica y fisiológica de cinco cultivares de lechuga bajo dos sistemas de agricultura protegida en el departamento de Magdalena, Colombia. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 26(1), 79-93.

11. **Vecilla Cerrufo, M. A.** (2022). Producción hidropónica de lechuga (*Lactuca sativa*) bajo el sistema de raíz flotante con diferentes soluciones nutritivas (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil: Facultad de Ciencias Agrarias).
12. **Morales, R., & Jeniffer, J.** (2019). Evaluación del cultivo de lechuga hidropónica *Lactuca sativa* L. en raíz flotante bajo diferentes soluciones nutritivas (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2019.).
13. **Abalos, J.** (2016). Producción hidropónica de tres variedades de lechuga (*lactuca sativa* L.) bajo el sistema NFT. con tres soluciones nutritivas. [Universidad técnica de ambato. Facultad de ciencias agropecuarias].
[http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23421/1/Tesis-136 Ingeniería Agronómica -CD 413.pdf](http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23421/1/Tesis-136%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20413.pdf)
14. **García, P. M.** (2017). Cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) en sistema mixto en el centro experimental de cota cota. Univeresidad Mayor de San Andrés. FAcultad de Agonomía.
15. **Pérez Méndez Andrea Yvonne.** (2018). Efecto del uso de mallas raschel de colores en plantas de *Lactuca sativa* L. Var. Waldmann's bajo sistema hidropónico de raíz flotante. Univeresidad Nacional de SAn Agustin de Arequipa.
16. **Morgan Lynetre y Zelanda Nueva.** (2009). Red Hidroponía, Boletín No 43. 2009. Lima-Perú 12. In *12 mitos de la hidroponía* (Issue 43).
17. **Birgi, J. A.** (2015). Producción Hidropónica de Hortalizas de Hoja.
https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_produccion_hidropnica_de_hortalizas_de_hojas.pdf
18. **Beltrano, J., & Gimenez, D. O.** (2015). Cultivo en hidroponía. In *Cultivo en hidroponía* (Issues 978-950-34-1258-9, p. 181). Editorial de la Universidad de la Plata.
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1
19. **Zárate Aquino Margarita Araceli.** (2006). *Manual práctico de hidroponia* (Instituto de Biología www.ibiologia.unam.mx (ed.); Primera ed).
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/232367/Manual_de_hidroponia.pdf.
20. **Flores Mónica, Gonzales Elizabeth, E. V.** (2020). Filtros Foto-selectivos.
21. **Brenes-Peralta, L., & Jimenez-Morales, M. F.** (2014). Manual de producción

hidropónica para hortalizas de hoja en sistema NFT (Nutrient Film Technique).

26. <http://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6581/manual-hidroponia-NFT.pdf?sequence=1>

22. **Oasis, S.** (2002). *Manual de hidroponia*. 32.

<http://www.oasisfloral.mx/pdf/manual-hidroponia.pdf>

ANEXOS

1. Datos originales

n	Técnica de cultivo	Altura de planta (cm)	Ancho de planta (cm)	Cantidad de hojas	Largo de raíz (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Peso de raíz (g)	Peso de hojas (g)	Peso total de planta (g)
1	Raíz flotante	23.17	28.23	13.33	11.67	0.93	9.33	81.67	91.97
2	Raíz flotante	20.33	22.67	12.67	11.67	0.97	9.67	58.33	68.17
3	Raíz flotante	21.75	25.45	13.00	11.67	0.95	9.50	70.00	80.07
4	Raíz flotante	20.23	23.00	13.33	11.33	0.90	9.67	71.67	81.33
5	Raíz flotante	20.10	22.33	11.67	11.67	0.93	10.20	63.33	73.33
6	Raíz flotante	21.67	24.67	14.17	13.20	0.93	10.20	81.67	91.67
7	Raíz flotante	20.33	21.67	11.67	10.33	0.83	10.13	63.33	73.33
8	Raíz flotante	20.33	22.33	13.33	12.13	1.03	10.33	68.33	78.33
9	Raíz flotante	20.67	20.67	11.67	11.67	0.87	10.20	58.33	68.33
10	Raíz flotante	20.33	23.13	13.33	11.67	0.90	10.13	66.67	76.67
1	Cama hortícola	29.67	27.33	12.33	5.67	0.97	5.20	125.40	130.60
2	Cama hortícola	32.33	30.00	15.00	5.67	1.00	5.22	140.20	145.00
3	Cama hortícola	32.67	32.00	16.00	6.00	1.07	5.31	158.33	163.33
4	Cama hortícola	27.00	28.67	13.33	5.00	0.73	5.42	101.67	106.67
5	Cama hortícola	26.33	30.00	12.00	6.33	0.97	5.33	131.67	136.67
6	Cama hortícola	31.33	30.33	14.33	6.33	1.03	5.03	145.00	150.00
7	Cama hortícola	32.00	32.00	15.00	5.67	0.83	5.21	153.33	158.33
8	Cama hortícola	34.00	32.00	15.00	6.33	1.03	5.14	176.67	181.67
9	Cama hortícola	30.33	29.33	15.67	5.67	1.03	5.12	166.67	171.67
10	Cama hortícola	33.00	31.33	14.67	6.00	1.07	5.08	161.67	166.67
Q-Qplot		r= 0.92	r= 0.95	r= 0.97	r= 0.89	r= 0.97	r= 0.86	r= 0.93	r= 0.94
Shapiro-Wilk		0.21	0.58	0.11	0.30	0.06	0.48	0.89	0.89
Levine		0.02	0.45	0.21	0.79	0.14	<0.001	0.02	0.02
Estadística de Prueba		Student	Student	Student	Student	Student	U-Mann W	Student	Student

2. Galería de fotos



Germinación en la técnica hidropónica



Germinación en la técnica tradicional



Trasplante de plántulas en el sistema convencional



Crecimiento de lechuga en la técnica hidropónica



Crecimiento en camas hortícolas



Peso total de planta

3. Cuadro de operacionalización de las variables

Cuadro de operacionalización de variables. Investigación de nivel explicativo. Eminentemente cuantitativo

Variables	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	INDICE	INSTRUMENTO
<u>Independiente</u> Técnica hidropónica y convencional	Comparamiento del comportamiento de una especie olerícola en dos sistemas de cultivo bajo las condiciones edafoclimáticas de Loreto.	Dos técnicas de cultivos en el cultivo en solución nutritiva y tradicional de la lechuga.	Técnica de cultivo raíz flotante Técnica del cultivo tradicional	Muy alto Alto Moderado Nulo	Cultivo de lechuga en cajas con solución nutritiva a raíz flotante y en camas hortícolas en
<u>Dependiente</u> Rendimiento	Comportamiento de las característica agronómicas y del rendimiento olerícola.	Crecimiento y desarrollo de variables vegetativas y de productividad de la planta olerícola en la técnica hidropónica horizontal.	Altura de planta Ancho de planta Cantidad de hojas Largo de raíz Diámetro de tallo Peso de raíz Peso de planta	cm cm unid cm cm g g	Registro de datos biométricos al momento de la cosecha.

PREMISA: el propósito del estudio determina el nivel de investigación, de acuerdo con ello se plantea la relación entre variables.

4. Matriz de consistencia

TITULO DE LA INVESTIGACION	PREGUNTA DE LA INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	HIPOTESIS	TIPO Y DISEÑO DE ESTUDIO	POBLACIÓN DE ESTUDIO Y PROCESAMIENTO	VARIABLES	INDICADORES DE RECOLECCION
Técnica hidropónica y convencional en el rendimiento de Lactuca sativa L. en Loreto. 2022	¿De qué modo la técnica hidropónica y convencional influye en el rendimiento de Lactuca sativa L., en Loreto ?	<p>General Determinar si la técnica hidropónica y convencional influye en el rendimiento de Lactuca sativa L.</p> <p>Específicas Determinar si la técnica hidropónica y convencional influye en las características agronómicas de Lactuca sativa L.</p> <p>Determinar si la técnica hidropónica y convencional influye en el peso total de planta de Lactuca sativa L.</p> <p>Evaluar la efectividad de la mejor técnica de cultivos bajo el manejo hidropónico y convencional en condiciones edafoclimáticas de la región Loreto.</p>	<p>General La técnica hidropónica y convencional influye significativamente en el rendimiento de Lactuca sativa L. en Loreto.</p> <p>Específicos La técnica hidropónica y convencional influye significativamente en las características agronómicas de Lactuca sativa L., en Loreto.</p> <p>La técnica hidropónica y convencional influye significativamente en el peso total de planta de Lactuca sativa L., en Loreto.</p>	<p>Estadística de la investigación Se empleará la estadística inferencial, bivariado, con un factor principal fijo con dos niveles de agrupación o de comparación.</p> <p>Tipo de investigación Tipo de investigación transversal, prospectivo, analítico y cuantitativo.</p> <p>Nivel de la investigación Nivel de la investigación</p> <p>Diseño de la investigación Diseño de la investigación experimental puro.</p>	<p>Población La población lo constituyen todas las plantas de lechuga cultivados en un sistema hidrónico y tradicional bajo condiciones edafoclimáticas de</p> <p>Muestra La muestra estará constituido por 10 plantas de lechuga por cada grupo de comparación con 5</p> <p>Análisis estadístico Los resultados se analizarán con el paquete SPSS STATISTIC Versión 25.0 y el software InfoStat bajo y el paquete Statigraphic.</p> <p>Prueba estadística Se empleará la prueba estadística paramétrica o no paramétrica según los supuestos de normalidad y homocedastecidad contrastados con el método analítico de lilliferords (L) y con el método analítico Q de Cochran. La prueba estadística t de Student o la de U. Mann- Withney. Para la validez interna y externa se cumplirá con los principios de repetitividad, aleatorización y control del error experimental, así mismo se cumpliran con los requisitos de manipulación de las variables.</p>	<p>Independiente</p> <p>Técnica hidropónica y convencional</p> <p>Dependiente</p> <p>Rendimiento</p>	<p>Información primaria, toma de datos al momento de la cosecha y evaluaciones de parámetros ambientales durante el periodo vegetativo.</p>

5. Croquis del diseño

		T1										Técnica de cultivo raíz flotante										TRF							
1	2	3	4	5	x	7	8	9	10	x	12	13	14	15	x	17	18	19	20	21	x	23	24	25	26	27	x	29	30
1	x	3	4	x	6	7	8	x	10	11	12	13	x	15	16	17	18	19	20	21	22	23	x	25	26	27	28	29	30
1	2	3	4	5	x	7	8	9	10	11	x	13	14	15	16	17	18	x	20	21	22	23	24	25	x	27	28	x	30
1	2	3	x	5	6	7	8	x	10	11	12	13	x	15	16	17	18	19	20	21	x	23	24	25	26	27	x	29	30
1	2	3	4	5	x	7	8	9	10	x	12	13	14	15	x	17	18	19	x	21	22	23	24	25	x	27	28	29	30
1	2	3	x	5	6	7	x	9	10	11	12	x	14	15	16	17	x	19	20	21	22	23	x	25	26	27	28	29	30
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	x	13	14	15	16	x	18	19	20	x	22	23	24	x	26	27	28	x	30
1	2	x	4	5	6	x	8	9	x	11	12	13	14	x	16	17	18	19	20	21	22	x	24	25	26	27	28	29	30
1	2	3	4	x	6	7	8	9	10	x	12	13	14	15	x	17	18	19	20	21	x	23	24	25	26	27	x	29	30
1	x	3	4	5	6	x	8	9	10	11	12	x	14	15	16	17	x	19	20	21	22	23	24	25	26	x	28	29	30

