



UNAP



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

TESIS

**“INTENSIDAD DE LUZ SOLAR EN EL RENDIMIENTO DE
Lactuca sativa L. EN UN SISTEMA HIDROPÓNICO.
LORETO. 2021”**

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

**PRESENTADO POR:
WILLIAM ENRIQUE ANGELES NAVARRO**

**ASESOR:
Ing. JULIO PINEDO JIMENEZ, M.Sc.**

IQUITOS, PERÚ

2022



UNAP

FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
GESTIÓN AMBIENTAL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS No. 053-CGYT-FA-UNAP-2022

En Iquitos, en el auditorio de la Facultad de Agronomía, a los 10 días del mes de junio del 2022, a horas 10:00am, se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada: "INTENSIDAD DE LUZ SOLAR EN EL RENDIMIENTO DE *Lactuca sativa* L. EN UN SISTEMA HIDROPÓNICO. LORETO. 2021", aprobado con Resolución Decanal No. 016-CGYT-FA-UNAP-2022, presentado por el Bachiller: **WILLIAM ENRIQUE ANGELES NAVARRO**, 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. 034-CGYT-FA-UNAP-2022, está integrado por:

Ing. PEDRO ANTONIO GRATELLE SILVA, Dr.	Presidente
Ing. RAFAEL CHAVEZ VASQUEZ, Dr.	Miembro
Ing. OMAR CUBAS ENCINAS, Dr.	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: APROBADO con la calificación BUENA

Estando el Bachiller APTO para obtener el Título Profesional de INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL

Siendo las 11.00am, se dio por terminado el acto **ACADEMICO**.

Ing. PEDRO ANTONIO GRATELLE SILVA, Dr.
Presidente

Ing. RAFAEL CHAVEZ VASQUEZ, Dr.
Miembro

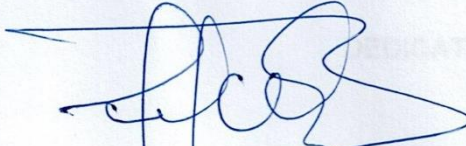
Ing. OMAR CUBAS ENCINAS, Dr.
Miembro

Ing. JULIO PINEDO JIMENEZ, M.Sc.
Asesor

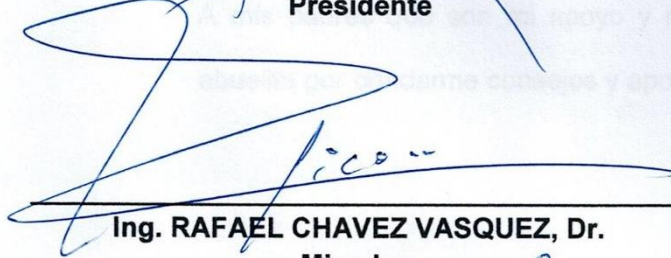
**JURADO Y ASESOR
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

Tesis aprobada el 10 de junio del 2022 por el Jurado ad hoc, nombrado por el Comité de Grados y Títulos de la Facultad de Agronomía, para optar el Título Profesional de:

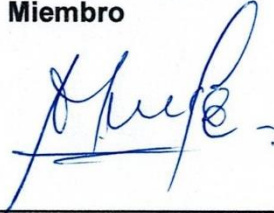
INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL



Ing. PEDRO ANTONIO GRATELLEY SILVA, Dr.
Presidente



Ing. RAFAEL CHAVEZ VASQUEZ, Dr.
Miembro



Ing. OMAR CUBAS ENCINAS, Dr.
Miembro



Ing. JULIO PINEDO JIMENEZ, M.Sc.
Asesor



Ing. FIDEL ASPAÑO VARELA, M.Sc.
Decano



DEDICATORIA

A mis padres que son mi apoyo y mi soporte. A mi abuelita por brindarme consejos y apoyarme siempre.

AGRADECIMIENTO

Primero a **Dios**, por la vida, por guiarme en el camino de mi formación académica.

A Nuestra Alma mater Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, por ser mi casa de estudio durante mi formación.

A mis padres **Mario Angeles Angulo** y **Martha Navarro Veintemilla** por ser de soporte y gran ayuda durante mis años de estudios.

Al Sr. **Jaime Olortegui**, por su gran apoyo y colaboración en el desarrollo experimental, quien con sus conocimientos fue de gran ayuda haber podido compartir la experiencia de desarrollar el trabajo experimental.

A **Liz Zarita**, por su ayuda y colaboración.

ÍNDICE

Páginas

PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADO Y ASESOR.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE	vi
ÍNDICES DE CUADROS	viii
ÍNDICES DE GRÁFICOS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes teóricos	3
1.2. Bases teóricas	6
1.2.1. Transferencia de tecnologías: la hidroponía una alternativa	6
1.2.2. La Hidroponía y el ambiente	6
1.2.3. La hidroponía y los factores de crecimiento vegetal	6
1.2.4. Solución nutritiva	7
1.2.5. Proceso productivo hidropónico.....	7
1.2.6. Macrotúneles	7
1.2.7. Agricultura protegida	8
1.3. Definición de términos básicos.....	8
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	9
2.1. Formulación de la hipótesis	9
2.2. Variables y su operacionalización	9
2.2.1. Definición de las variables	9
2.2.2. Operacionalización de variables	10
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	11
3.1. Tipo y diseño	11
3.1.1. Tipo de investigación.....	11
3.1.2. Diseño de la investigación	11
3.2. Diseño muestral.....	11
3.2.1. Población.....	11
3.2.2. Muestra	11
3.3. Procedimientos de recolección de datos.....	11
3.3.1. Evaluación de las variables	12

3.3.2. Técnica e instrumentos.....	12
3.4. Procesamiento y análisis de los datos	13
3.4.1. Factores en estudio	13
3.4.2. Modelo de tratamientos para el análisis estadístico	13
3.4.3. Disposición experimental.....	13
3.5. Aspectos éticos.....	14
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	15
4.1. Altura de planta (cm).....	15
4.2. Ancho de planta (cm).....	17
4.3. Diámetro de tallo (mm)	19
4.4. Largo de raíz (cm).....	21
4.5. Cantidad de hojas	23
4.6. Peso de raíz (g)	25
4.7. Peso de planta (g).....	27
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	29
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	31
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES	32
CAPÍTULO VIII. FUENTES DE INFORMACIÓN.....	33
ANEXOS	36
Anexos. Croquis del diseño	37
Anexo 2. Datos originales	38

ÍNDICES DE CUADROS

	Páginas
Cuadro 1. Cuadro de operacionalización de variables	10
Cuadro 2. Niveles del factor principal en estudio.....	13
Cuadro 3. Modelo Aditivo Lineal.....	14
Cuadro 4. Prueba t de Student de altura de planta (cm)	15
Cuadro 5. Prueba de T de Student de altura de planta (cm) del factor intensidad de luz solar.....	15
Cuadro 6. Prueba t de Student de ancho de planta (cm).....	17
Cuadro 7. Prueba de T de Student de ancho de planta (cm) del factor intensidad de luz solar.....	17
Cuadro 8. Prueba t de Stunt de diámetro de tallo (mm) del factor intensidad de luz solar	19
Cuadro 9. Prueba de T de Student de diámetro de tallo (mm) del factor intensidad de luz solar.....	19
Cuadro 10. Prueba t de Student de largo de raíz (cm)	21
Cuadro 11. Prueba de T de Student del largo de raíz (cm) del factor intensidad de luz solar.....	21
Cuadro 12. Prueba U. Mann-Whitney de cantidad de hojas.....	23
Cuadro 13. Nivel jerárquico de la cantidad de hojas del factor intensidad de luz solar.....	23
Cuadro 14. Prueba t de Student de peso de raíz (g)	25
Cuadro 15. Orden jerárquico del peso de raíz (g) del factor intensidad de luz solar.....	25
Cuadro 16. Prueba t de Student de peso de planta (g)	27
Cuadro 17. Orden jerárquico del peso de planta (g) del factor intensidad de luz solar.....	27

ÍNDICES DE GRÁFICOS

Páginas

Gráfico 1. Efecto de intensidad de luz solar para promedio de altura de planta (cm), según la prueba de t.	16
Gráfico 2. Efecto de intensidad de luz solar para promedio de ancho de planta (cm), según la prueba de t.	18
Gráfico 3. Efecto de intensidad de luz solar para promedio de diámetro de tallo (mm), según la prueba de t.	20
Gráfico 4. Efecto de intensidad de luz solar para promedio de largo de raíz (cm), según la prueba de t.	22
Gráfico 5. Efecto de intensidad de luz solar para promedio de cantidad de hojas, según la prueba de U. Mann-Whitney.	24
Gráfico 6. Efecto de intensidad de luz solar para promedio del peso de raíz (g), según la prueba de t.	26
Gráfico 7. Efecto de intensidad de luz solar para promedio del peso de planta (g), según la prueba de t.	28

RESUMEN

La lechuga es una de las especies olerícolas que más se cultivan en la Amazonía de todas las hortalizas y la mayoría en sistemas tradicionales; la técnica hidropónica puede mejorar en su adaptación vegetativa en la región Loreto, el objetivo principal fue determinar el efecto de la intensidad de luz solar en el rendimiento de *Lactuca sativa L.* en un sistema hidropónico. Se busca mejorar el potencial genético al cultivar en sistemas de flujo laminar de nutrientes bajo condiciones de clima en el trópico. Se empleó el Diseño completamente al Azar con los tratamientos: Sin sombra y con sombra 35%. Se realizó el trasplante de plántulas crecidas en caja hidropónica a la edad de 15 días con 8 cm de altura promedio, el manejo definitivo fue en tubos PVC de 3" de diámetro a un distanciamiento entre plantas de 0.20 m y entre tubos de 0.20 m. El cultivo sombreado mostró significancia estadística para altura y ancho de planta con medias de 24.30, 17.43 cm y 25.30, 19.72 cm, también mostró significancia estadística el cultivo sin sombreado para diámetro de tallo y largo de raíz con medias 10.20, 9.07 cm y 7.63, 6.33 cm. No se evidencia efecto de la intensidad de luz para cantidad de hojas, peso de raíces y peso de planta, siendo numéricamente mayor sin sombreado para cantidad de hojas y peso de raíces con medias de 10.90, 10.07 g y 8.60, 8.27 g; mientras que el peso de planta ocupa el primer lugar con sombreado con una media de 51.93 y 50.13 g.

Palabras clave: Técnica hidropónica. Flujo laminar de nutrientes, cultivo hortícola.

ABSTRACT

Lettuce is one of the olive species that is most cultivated in the Amazon of all the vegetables and the majority in traditional systems; the hydroponic technique can improve its vegetative adaptation in the Loreto region, the main objective was to determine the effect of sunlight intensity on the yield of *Lactuca sativa* L. in a hydroponic system. The aim is to improve the genetic potential when cultivating in systems of laminar flow of nutrients under climatic conditions in the tropics. The completely randomized design was used with the treatments: Without shade and with 35% shade. The transplant of seedlings grown in a hydroponic box was carried out at the age of 15 days with an average height of 8 cm, the definitive management was in 3" diameter PVC tubes at a distance between plants of 0.20 m and between tubes of 0.20 m. The shaded crop showed statistical significance for plant height and width with means of 24.30, 17.43 cm and 25.30, 19.72 cm. The crop without shading also showed statistical significance for stem diameter and root length with means of 10.20, 9.07 and 7.63 cm. 2.5" There is no evidence of light intensity effect for number of leaves, weight of roots and weight of plant, being numerically higher without shading for number of leaves and weight of roots with means of 10.90, 10.07 g and 8.60, 8.27 g; while the weight of the plant occupies the first place with shading with an average of 51.93 and 50.13 g.

Keywords: Hydroponic technique. Laminar flow of nutrients, horticultural cultivation.

INTRODUCCIÓN

La intensidad de luz solar en el rendimiento de *Lactuca sativa* L. en un sistema hidropónico, acondicionamiento de luz solar para mejorar el rendimiento en el cultivo bajo una cobertura de luz y sombra en un sistema hortícola.

El cultivo de lechuga se produce sin considerar la alta incidencia de la luz solar sobre todo en un sistema hidropónico donde los factores de crecimiento están dados en un ambiente acondicionado bajo técnicas del flujo laminar de nutrientes. El sistema hidropónico es una alternativa que empieza a emplearse en diferentes zonas, las raíces están sumergidas en una solución nutritiva, en la cual se regulan constantemente su pH, aireación y concentración de sales. La variante más conocida es la Técnica de Película Nutriente (NFT), basada en la recirculación constante de la solución nutritiva en contacto con la parte baja de la raíz.(Escuderos et al., 2017), además el cultivo se realiza bajo una agricultura protegida, una técnica de producción agrícola, bajo estructuras construidas con la finalidad de evitar las restricciones que el medio impone al desarrollo de las plantas (Pérez, 2018), el uso de las mallas se debe al manejo de la intensidad de la luz solar, la luz es un importante factor ambiental que controla el crecimiento y el desarrollo de plantas, naturalmente una de las principales razones es por la fotosíntesis; la mayor parte de ellos controlan la apariencia de la planta, su desarrollo estructural o morfogénesis (Ibarra, 2011). En la región los estudios son muy escasos en técnicas de cultivo en ambientes hidropónicos y protegidos en relación a sus indicadores de crecimiento y de rendimiento, la falta de experimentación de técnicas de ambientes protegidos lleva a su no utilización, esto hace necesario la implicancia de las instituciones públicas a fin de mejorar el conocimiento de estas técnicas y su transferencia al sector (Gonzales, Moya, 2018). La importancia del manejo del cultivo de la lechuga en hidroponía en ambiente sombreado y no sombreado, se debe a la necesidad que el comportamiento vegetativo mejore en el rendimiento. ¿La intensidad de luz solar influye en el

rendimiento de *Lactuca sativa* L. en un sistema hidropónico, en Loreto? " ante esta interrogante se evaluó el comportamiento de las características botánicas y el rendimiento de las plantas de lechuga acondicionando una adecuada intensidad de luz solar. El propósito de esta investigación fue brindar una óptima intensidad de luz bajo un sistema hidropónico para mejorar el rendimiento y así incrementar la producción de lechuga en la región. El objetivo principal fue determinar si la intensidad de luz solar influye significativamente en el rendimiento de *Lactuca sativa* L. en un sistema hidropónico.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes teóricos

En el 2017, en el estudio sobre “características de la cubierta de un túnel efecto en radiación, clorofila y rendimiento de calabacita”, los autores argumentan que los resultados mostraron que, para la banda de la radiación PAR, el policarbonato de color rojo tuvo la menor transmitancia (23.51%), seguido por el de color azul (57.46%), el polietileno de alta densidad (60.51%) y el de mayor transmitancia fue el policarbonato de color claro (82.57). **Del Ángel-Hernández et al. p.3. (1)**

En el 2017, se desarrolló un trabajo sobre “Espectrometría de seis cubiertas poliméricas, así como del dosel del cultivo en *Euphorbia pulcherrima* (Willd, ex Klotzsch), y su efecto en el desarrollo vegetal y calidad floral”, declara que la espectrometría de las cubiertas mostraron diversas calidades de radiación PAR lo cual estuvo en función del material y color de cada cubierta, en la localidad uno se observó que el Polietileno de alta densidad y la Malla sombra cristal transmitieron de 525 a 650 nm (nanómetros) pero en distinta magnitud influyendo así en las variables fonometrías y de calidad donde la película de Polietileno fue mejor en las variables de fotosíntesis, clorofila y área foliar, en cuanto a la localidad número dos la cubierta de Policarbonato color rojo presentó una transmitancia a los 600 a 735 nm, y azul de 490 a 585 nm. **Cardena. p.17 (2).**

En el 2019, se evaluó el efecto de mallas raschel de colores en el crecimiento de plántulas de *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus nitens* y *Pinus radiata* en condiciones de vivero, con el objetivo de caracterizar el ambiente lumínico generado por dichas mallas (negra, blanca, azul, verde) y evaluar el posible efecto sobre el crecimiento y el desempeño fisiológico de plántulas de *Pinus radiata*, *Eucalyptus nitens* y *E. globulus*. Expresan que los principales resultados

indicaron que las mallas raschel negra y blanca no fueron selectivas en su espectro de transmisión y sólo aportaron sombra (70 % y 50 %, respectivamente). **Bustos-Salazar & Zuñiga-Feest. p.1 (3).**

En el 2012, se desarrolló una investigación sobre el establecimiento del cultivo hidropónico de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Great Lakes 188, mediante la utilización de diferentes tipos de sustratos sólidos en la zona de Babahoyo. Los resultados obtenidos indican que el mayor rendimiento se obtuvo con el uso de arena 100 %. Los comportamientos agronómicos aceptables del cultivo se dieron con la mezcla de sustratos tamo de arroz + arena, en porcentajes de 50 - 50; 40 - 60; 30 - 70, respectivamente. **Rendón & Yance. p.31 (4).**

En el 2009, evaluaron el efecto de la exposición del semillero a coberturas de colores sobre el desarrollo y productividad del brócoli (*Brassica oleracea* var. italica), Refieren que durante la fase de semillero, las plántulas expuestas a la cobertura roja mostraron mayor producción de materia seca (0,21 g) que con los otros colores, incluso que con el control (0,14 g), así mismo describen que las plántulas bajo la cobertura azul tuvieron la menor producción de materia seca (0,03 g), los que deducen que esta tendencia se mantuvo en campo, a pesar de que ahí las plantas crecieron a plena exposición solar. **Casierra-Posada, F. Rojas. p.50 (5).**

Los mismos autores argumentan que de nuevo, las plantas provenientes de la cobertura roja mostraron el mejor crecimiento, diámetro y peso de la pella, los cambios en la morfología y la producción fueron negativos en el control y bajo las coberturas amarilla, azul, naranja y transparente, respecto al color rojo. Los que deducen que este efecto se atribuyó a que la longitud de onda selectiva de las coberturas produce un efecto estimulante sobre las plántulas en semillero,

proporcionándoles ventajas fitotecnias mediante la alteración del espectro.

Casierra-Posada, F. Rojas. p.50 (5).

En el 2005, se desarrolló un estudio sobre la evaluación técnica y económica de la producción de lechugas hidropónicas bajo invernadero en la Comuna de Calbuco, Analizan que el cultivo hidropónico de lechugas bajo invernadero implica una inversión elevada debido a que dentro de los principales costos iniciales se encuentran, el invernadero, los contenedores, el sistema de drenaje y el sistema de electricidad, sin dejar de lado, la importante incidencia que adquiere la mano de obra que alcanza cerca del 22% del total de la inversión.

Universidad Austral de Chile. p.54 (6).

En el 2016, se desarrolló una investigación sobre la producción hidropónica de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) bajo el sistema NFT. con tres soluciones nutritivas, Menciona que la variedad V3 Salad Bowl es la de mejor rendimiento posiblemente debido a las características genéticas propias de la variedad. Además mediante análisis económico se concluye que los tratamientos que tuvieron la solución 3, alcanzaron la mayor relación beneficio costo equivalente a 1,58 lo que nos indica una ganancia del 58 %. **Abalos. p.17 (7).**

En el 2017, se desarrolló un estudio sobre el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) en sistema mixto en el centro experimental de Cota Cota, expresa con relación a las soluciones nutritivas, dentro los diferentes tratamientos, el que permitió obtener mayores rendimientos, mayores alturas de planta, diámetro de tallo y ancho de la hoja, fue la solución nutritiva recomendada por la FAO, seguida por la solución la Molina, y la Boliviana, registrándose diferencias altamente significativa. **García. p.91 (8).**

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Transferencia de tecnologías: la hidroponía una alternativa

El desarrollo y la apropiación de tecnologías es parte de uno de los mandatos recibidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, la capacitación y transferencia de tecnologías aptas para las condiciones socioeconómicas de los países y el intento de promover el desarrollo de herramientas permiten mejorar las condiciones de vida, e incrementar el ingreso y la alimentación de sus pobladores. **Marulanda. p.6 (9).**

1.2.2. La Hidroponía y el ambiente

Las plantas en crecimiento por métodos hidropónicos van más allá de ser solo amistosos para nuestro ambiente y para nuestro planeta, que los cultivos tradicionales pudiesen ser. El uso hidropónico del agua es 70 a 90 veces menor que el utilizado en los cultivos tradicionales, y los fertilizantes no se pierden con la lluvia. Solo estos dos ítems, conservación del agua y la no contaminación de la tierra, ríos y lagos, son los mayores valores que esta técnica puede ofrecer. **Castillo Rivas. p.2. (10).**

1.2.3. La hidroponía y los factores de crecimiento vegetal

Depende muchos factores importantes, prácticas de fertilización, niveles de luz, temperatura, densidad, estrés del cultivo y control de plagas y enfermedades. la solución nutritiva hidropónica se puede fácilmente aumentar con el uso de aditivos minerales y elementos traza benéficos si es necesario. **Morgan Lynette y Zelanda Nueva. p.8 (11).**

1.2.4. Solución nutritiva

Las especies hortícolas pueden nutrirse de una solución nutritiva multipropósito que fuese asequible para los productores locales y de fácil preparación. El producto tiene que ser disponible en el mercado que tenga buena relación precio/calidad, que cumpla con los estándares necesarios para la producción de especies hortícolas de hoja en NFT.

Birgi. p.6. (12).

1.2.5. Proceso productivo hidropónico

Para asegurar el éxito de las siembras, es vital seguir las recomendaciones de lavado y desinfección del sistema, adquisición y preparación del almácigo antes del trasplante, monitoreo de variables y cosecha. Además, es vital verificar en todo momento que no existen fugas de agua o solución nutritiva en el sistema, para que esto no genere succión de aire ni recalentamiento de la bomba eléctrica. **Brenes-Peralta**

& Jimenez-Morales. p.19 (13).

1.2.6. Macrotúneles

Los túneles altos o Macrotúneles son estructuras generalmente construidas con arcos de bambú, tubos de PVC o hierro galvanizado, cubiertos con una o más capas de plástico de tipo invernadero, agrotexil o malla antinsectos. Su altura, generalmente entre 3 y 3.5 m, favorece el uso de variedades indeterminadas, lo cual no es posible en el caso de los microtúneles, y el paso personas e implementos por su interior. **Santos**

et al. p.2 (14).

1.2.7. Agricultura protegida

La agricultura protegida se realiza bajo estructuras construidas con la finalidad de evitar las restricciones que el medio impone al desarrollo de las plantas. se reducen las condiciones restrictivas del clima sobre los vegetales, la protección de las plantas con diferentes alternativas que generen condiciones ambientales óptimas para el desarrollo de cultivos, se realiza bajo estructuras construidas con la finalidad de evitar las restricciones que el medio impone al desarrollo de las plantas de acuerdo a los requerimientos climáticos de cada especie y en concordancia con los factores climáticos de cada región. **Júarez et al. p.21 (15).**

1.3. Definición de términos básicos

- **Hidroponía.** Es una técnica de producción de hortalizas en la que se cultiva sin suelo y donde los elementos nutritivos son entregados en una solución líquida. **Dos Santos; Soares de Souza. p.150 (16).**
- **Evapotranspiración.** Es la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de las plantas. **Oasis. p.2 (17).**
- **Fotosíntesis.** Proceso mediante el cual las plantas transforman la energía de la luz del sol en energía química y consiste en la elaboración de azúcares a partir del CO₂ (dióxido de carbono), minerales y agua con la ayuda de la luz solar. **Oasis. p.2 (17).**
- **Huerto familiar.** Es una pequeña parcela que se dedica al cultivo de las hortalizas para el autoconsumo familiar durante todo el año, es un lote pequeño cercano a la casa, fácil de cuidar y cultivar, pero su tamaño depende del número de personas que integren la familia. **Ocampo. p.7 (18).**

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Formulación de la hipótesis

En promedio de repeticiones, existe efecto de la intensidad de luz solar en el rendimiento de *Lactuca sativa L.* en un sistema hidropónico.

2.2. Variables y su operacionalización

2.2.1. Definición de las variables

- **Variable independiente.**
 - Intensidad de luz solar
- **Variable dependiente.**
 - Rendimiento

2.2.2. Operacionalización de variables

Cuadro 1. Cuadro de operacionalización de variables

Nivel de investigación explicativa. Eminentemente cuantitativa.

Variables	Definición	Tipo por su naturaleza	Indicador	Escala de medición	Valor final
Variable independiente Intensidad de luz solar	Acondicionamiento de luz solar para mejorar el comportamiento productivo del cultivo	Cualitativo	Sombra 0% Sombra 35%	Nominal	Protección con malla sombra y plastemit.
Variable dependiente Rendimiento	Característica botánica y rendimiento en el cultivo con cobertura de luz y sombra en un sistema hortícola.	Cuantitativo	Cantidad de raíces Tamaño de raíces Cantidad de hojas Ancho de planta Altura de planta Peso total de planta	Discreta Continua Discreta Continua Continua Continua	Unidades Cm Unidades Cm Cm g

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño

3.1.1. Tipo de investigación

Tipo de investigación transversal - analítico.

3.1.2. Diseño de la investigación

Nivel de la investigación explicativo - eminentemente cuantitativo. Diseño de la investigación experimental.

3.2. Diseño muestral

3.2.1. Población

La población de estudio estará constituida para todas las plantas de *Lactuca sativa* L., las unidades de estudio son las plantas en dos intensidades de luz solar en un sistema hidropónico.

3.2.2. Muestra

El tamaño de la muestra lo constituyen las repeticiones (30), se obtendrán tres promedios de 4 plantas cada uno por cada tubo de cultivo.

3.3. Procedimientos de recolección de datos

Instalación de la cama almaciguera. En una bandeja de superficie lisa en papel de mesa húmeda se realizará el almácigo, cuando las plántulas tienen de 4 a 5 cm de altura se colocarán en conos de esponja y serán colocados en los vasos de crecimiento al octavo día de la siembra. Estos vasos se colocarán en bandejas con solución nutritiva con baja conductividad, las cuales crecerán por 15 días. Luego se trasplantarán a los tubos de NFT, para completar su desarrollo vegetativo. Los tubos estarán colocados en caballetes a 1.0 m del nivel del suelo,

a un distanciamiento entre tubos a 0.20 m, cada tubo tiene 30 huecos de 5.0 cm de diámetro a 0.20 m de distancia. Las plantas se sembrarán en estos huecos quedando una densidad de 0.20 x 0.20 m.

3.3.1. Evaluación de las variables

- **Cantidad de raíces.** Contados al momento de la evaluación, se registra todas las raíces, primarias y secundarias
- **Tamaño de raíces.** Medida entre la bifurcación del tallo hasta el largo intermedio entre las raíces primarias y secundarias.
- **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.
- **Ancho de planta.** Tomada en la parte media de la planta entre los lados extremos de la expansión foliar.
- **Altura de plántula.** Tomada desde el suelo hasta el punto más alto de la planta.
- **Peso total de planta.** Tomada en el momento de la cosecha

3.3.2. Técnica e instrumentos

La técnica utilizada fue de observación directa, registro de datos biométricos de cada unidad de estudio que corresponde a un tubo obteniendo 4 plantas al azar obteniendo un promedio por cada tubo. Para el cultivo de la lechuga, se midieron los datos al momento de la cosecha de la planta. Los instrumentos utilizados fueron: Balanza digital, vernier o pie de rey, regla milimétrica.

3.4. Procesamiento y análisis de los datos

Se empleó la prueba estadística paramétrica y no paramétrica según la normalidad y homocedasticidad de cada variable, el estadístico para comparaciones de muestras independientes T de Student y su equivalente la prueba de U Mann - Whitney. Se cumplieron con los principios de repetitividad, aleatorización y control del error experimental en la investigación, medición de los efectos en las variables de respuesta, así como equivalencia inicial y equivalencia durante el desarrollo del experimento.

3.4.1. Factores en estudio

En la investigación de nivel experimental se asignó un solo factor en estudio, el principal factor de agrupación y de comparación fue la intensidad de luz solar.

3.4.2. Modelo de tratamientos para el análisis estadístico

En el cuadro siguiente se muestra los niveles del factor principal en estudio.

Cuadro 2. Niveles del factor principal en estudio

TRAT	DESCRIPCION	CLAVE
T1	Sombra 0%	S0%
T2	Sombra 35%	S35%

3.4.3. Disposición experimental

a. Unidades experimentales

N° de tratamientos ----- 2

N° de repeticiones ----- 30

Tubos de siembra x tratamiento----- 20

b. Total tubos de siembra

Total tubos de siembra ----- 40

c. Área del área experimental (mesas horizontales)

Bajo de cada intensidad de luz solar

Largo ----- 10.0 m

Ancho ----- 5.0 m

Total, área ----- 50.0 m²

d. Modelo fijo

Se empleó el Modelo Aditivo Lineal (M.A.L)

Cuadro 3. Modelo Aditivo Lineal

$$X_{ijn} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

X_{ij}= Observación cualquiera del i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición.

μ = Efecto de la media

α_i = Efecto del i-ésimo tratamiento*

ε_{ij} = Error experimental**

** Variación entre tratamientos.*

*** (Efecto aleatorio – error experimental)- variación dentro de tratamientos.*

3.5. Aspectos éticos

Esta investigación se realizó respetando los cuatro principios éticos básicos: la autonomía, la beneficencia, la no maleficencia y la justicia.

Los aspectos ambientales no ejercen efectos cambios climáticos.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Altura de planta (cm)

El cuadro 4, la prueba estadística t para el promedio altura de planta (cm), reporta diferencia estadística significativa en intensidad de luz solar.

Cuadro 4. Prueba t de Student de altura de planta (cm)

Prueba t de student	Media(Sin sombra)	Media (Con sombra)	Ss - Cs	LI	LS	PHomVar	T	p-valor
Intensidad de luz solar	17.43	24.30	-6.87	-7.96	-5.78	0.0097	-12.67	< 0.0001

*Significancia estadística ($p < 0.01$)

La prueba indica, que con una probabilidad de error $< 1.0\%$ que existe evidencia suficiente de un efecto de densidad de luz solar en la altura máxima promedio de planta (cm).

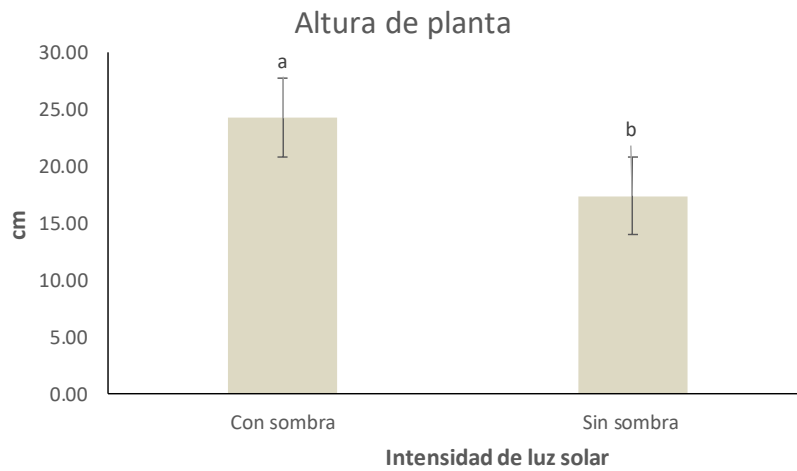
Cuadro 5. Prueba de T de Student de altura de planta (cm) del factor intensidad de luz solar.

Intensidad de luz	Promedio	Sig.
Con sombra	24.30	a
Sin sombra	17.43	b

*Promedio con letras iguales no difieren estadísticamente ($p < 0.01$)

En el cuadro 5, la prueba de t indica mayor efecto de intensidad de luz solar con sombreado con promedio altura de planta (24.30 cm) frente al cultivo sin sombreado, el mismo que obtuvo un promedio (17.43 cm). Se muestra el gráfico de barras en relación al efecto fijo categóricas de agrupación y comparación sobre la variable respuesta altura de planta.

Gráfico 1. Efecto de intensidad de luz solar para promedio de altura de planta (cm), según la prueba de t.



*Promedio con letras diferentes difieren estadísticamente ($p < 0.01$)

El gráfico 1, muestra la disposición jerárquica, donde la altura máxima promedio (cm) de planta con mayor valor con intensidad de luz solar en sombreado con una diferencia de 6.87 cm con respecto a la intensidad sin sombreado. De este modo aseveramos que hay suficiente evidencia de efecto estadísticamente significativo de la intensidad de luz solar sobre el promedio máxima de altura de planta de la lechuga en el sistema hidropónico.

4.2. Ancho de planta (cm)

El cuadro 6, la prueba estadística t para el promedio ancho de planta (cm), reporta diferencia estadística significativa en intensidad de luz solar.

Cuadro 6. Prueba t de Student de ancho de planta (cm)

Prueba t de student	Media(Sin sombra)	Media (Con sombra)	Diferencia de medias	LI	LS	PHomVar	T	p-valor
Intensidad de luz solar	19.72	25.30	-5.58	-6.76	-4.21	0.0019	-8.67	< 0.0001

*Significancia estadística ($p < 0.01$)

La prueba indica, que con una probabilidad de error $< 1.0\%$ que existe evidencia suficiente de un efecto de densidad de luz solar en el ancho máximo promedio de planta (cm).

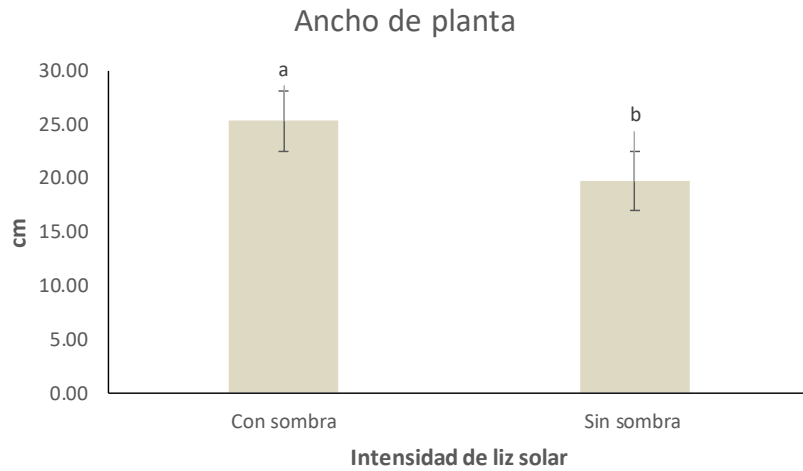
Cuadro 7. Prueba de T de Student de ancho de planta (cm) del factor intensidad de luz solar.

Intensidad de luz	Promedio	Sig.
Con sombra	25.30	a
Sin sombra	19.72	b

*Promedio con letras iguales no difieren estadísticamente ($p < 0.01$)

En el cuadro 7, la prueba de t indica mayor efecto de intensidad de luz solar con sombreado con promedio ancho de planta (25.30 cm) frente al cultivo sin sombreado, el mismo que obtuvo un promedio (19.72 cm). Se muestra el gráfico de barras en relación al efecto fijo categóricas de agrupación y comparación sobre la variable respuesta ancho de planta.

Gráfico 2. Efecto de intensidad de luz solar para promedio de ancho de planta (cm), según la prueba de t.



*Promedio con letras diferentes difieren estadísticamente ($p < 0.01$)

El gráfico 2, muestra la disposición jerárquica, donde el ancho máximo promedio (cm) de planta con mayor valor con intensidad de luz solar en sombreamiento con una diferencia de 5.58 cm con respecto a la intensidad sin sombreamiento. De este modo aseveramos que hay suficiente evidencia de efecto estadísticamente significativo de la intensidad de luz solar sobre el promedio máximo de ancho de planta de la lechuga en el sistema hidropónico.

4.3. Diámetro de tallo (mm)

El cuadro 8, la prueba estadística t para el promedio diámetro de tallo (mm), reporta diferencia estadística significativa en intensidad de luz solar.

Cuadro 8. Prueba t de Stunt de diámetro de tallo (mm) del factor intensidad de luz solar

Prueba t de student	Media(Sin sombra)	Media (Con sombra)	Diferencia de medias	LI	LS	PHomVar	T	p-valor
Intensidad de luz solar	10.20	9.07	1.13	0.44	1.83	0.0012	3.3	0.0019

*Significancia estadística ($p < 0.01$)

La prueba indica, que con una probabilidad de error de 0.19% que existe evidencia suficiente de un efecto de densidad de luz solar en el diámetro de tallo máximo promedio (mm).

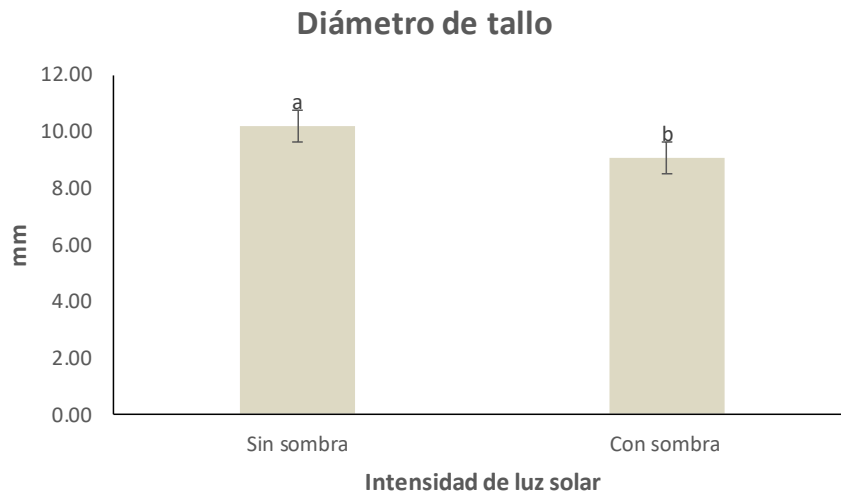
Cuadro 9. Prueba de T de Student de diámetro de tallo (mm) del factor intensidad de luz solar.

Intensidad de luz	Promedio	Sig.
Sin sombra	10.20	a
Con sombra	9.07	b

*Promedio con letras iguales no difieren estadísticamente ($p < 0.01$)

En el cuadro 9, la prueba de t indica mayor efecto de intensidad de luz solar sin sombreado con promedio diámetro de tallo (10.20 mm) frente al cultivo sin sombreado, el mismo que obtuvo un promedio (9.07 mm). Se muestra el gráfico de barras en relación al efecto fijo categóricas de agrupación y comparación sobre la variable respuesta diámetro de tallo.

Gráfico 3. Efecto de intensidad de luz solar para promedio de diámetro de tallo (mm), según la prueba de t.



*Promedio con letras diferentes difieren estadísticamente ($p < 0.01$)

El gráfico 3, muestra la disposición jerárquica, donde el diámetro de tallo máximo promedio (mm) con mayor valor con intensidad de luz solar sin sombreado con una diferencia de 1.13 mm con respecto a la intensidad con sombreado. De este modo aseveramos que hay suficiente evidencia de efecto estadísticamente significativo de la intensidad de luz solar sobre el promedio máximo de diámetro de tallo de la lechuga en el sistema hidropónico.

4.4. Largo de raíz (cm)

El cuadro 10, la prueba estadística t para el promedio largo de raíz (cm), reporta diferencia estadística significativa en intensidad de luz solar.

Cuadro 10. Prueba t de Student de largo de raíz (cm)

Prueba t de student	Media(Sin sombra)	Media (Con sombra)	Diferencia de medias	LI	LS	PHomVar	T	p-valor
Largo de raíz (cm)	7.63	6.33	1.30	0.75	1.85	0.0063	4.79	< 0.0001

*Significancia estadística ($p < 0.01$)

La prueba indica, que con una probabilidad de error $< 1.0\%$ que existe evidencia suficiente de un efecto de densidad de luz solar en el largo de raíz máximo promedio (cm).

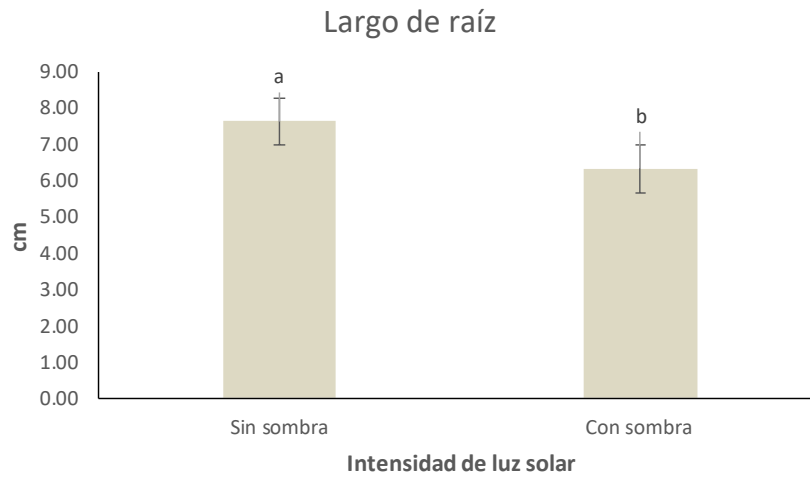
Cuadro 11. Prueba de T de Student del largo de raíz (cm) del factor intensidad de luz solar.

Intensidad de luz	Promedio	Sig.
Sin sombra	7.63	a
Con sombra	6.33	b

*Promedio con letras iguales no difieren estadísticamente ($p < 0.01$)

En el cuadro 11, la prueba de t indica mayor efecto de intensidad de luz solar sin sombreado con promedio largo de raíz (7.63 cm) frente al cultivo con sombreado, el mismo que obtuvo un promedio (6.33 cm). Se muestra el gráfico de barras en relación al efecto fijo categóricas de agrupación y comparación sobre la variable respuesta largo de raíz.

Gráfico 4. Efecto de intensidad de luz solar para promedio de largo de raíz (cm), según la prueba de t.



*Promedio con letras diferentes difieren estadísticamente ($p < 0.01$)

El gráfico 4, muestra la disposición jerárquica, donde el largo de raíz máximo promedio (cm) con mayor valor con intensidad de luz solar sin sombreamiento con una diferencia de 1.30 cm con respecto a la intensidad con sombreamiento. De este modo aseveramos que hay suficiente evidencia de efecto estadísticamente significativo de la intensidad de luz solar sobre el promedio máximo del largo de raíz de la lechuga en el sistema hidropónico.

4.5. Cantidad de hojas

El cuadro 12, la prueba de U. Mann-Whitney para el promedio cantidad de hojas, reporta diferencia estadística no significativa en intensidad de luz solar.

Cuadro 12. Prueba U. Mann-Whitney de cantidad de hojas

Prueba de U Mann - W	Media(Sin sombra)	Media (Con sombra)	DE (Sin sombra)	DE(Con	W	p-valor
Intensidad de luz solar	10.90	10.07	1.60	1.23	1033	0.0728

*Significancia estadística ($p < 0.01$)

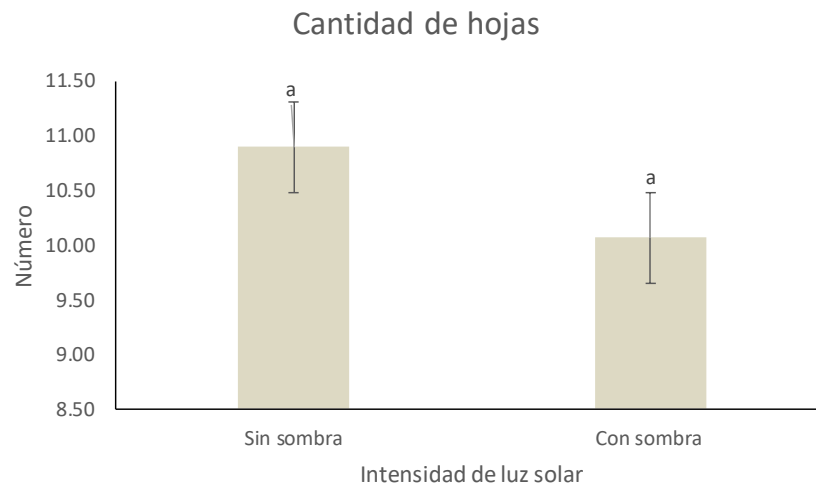
La prueba indica que no existe un efecto ($p > 0.05$) de densidad de luz solar en la cantidad de hojas máxima promedio.

Cuadro 13. Nivel jerárquico de la cantidad de hojas del factor intensidad de luz solar.

Intensidad de luz	Promedio
Sin sombra	10.90
Con sombra	10.07

En el cuadro 13, se muestra el orden jerárquico sin sombreado con promedio de la cantidad de hojas (10.09) frente al cultivo con sombreado, el mismo que obtuvo un promedio (10.07). Se muestra el gráfico de barras en relación a la diferencia numérica, más no debido al efecto fijo.

Gráfico 5. Efecto de intensidad de luz solar para promedio de cantidad de hojas, según la prueba de U. Mann-Whitney.



*Promedio con letras diferentes difieren estadísticamente ($p < 0.01$)

El gráfico 5, muestra la disposición jerárquica, donde la cantidad de hojas máximo promedio con mayor valor con intensidad de luz solar sin sombreado. Así aseveramos que no hay efecto de la intensidad de luz solar sobre el promedio máximo de la cantidad de hojas de la lechuga en el sistema hidropónico.

4.6. Peso de raíz (g)

El cuadro 14, la prueba estadística t para el promedio peso de raíz (cm), reporta diferencia estadística no significativa en intensidad de luz solar.

Cuadro 14. Prueba t de Student de peso de raíz (g)

Prueba t de student	Media(Sin sombra)	Media (Con sombra)	Diferencia de medias	LI	LS	PHomVar	T	p-valor
Intensidad de luz solar	8.60	8.27	0.33	-0.59	1.26	0.3678	0.72	0.475

*Significancia estadística ($p < 0.01$)

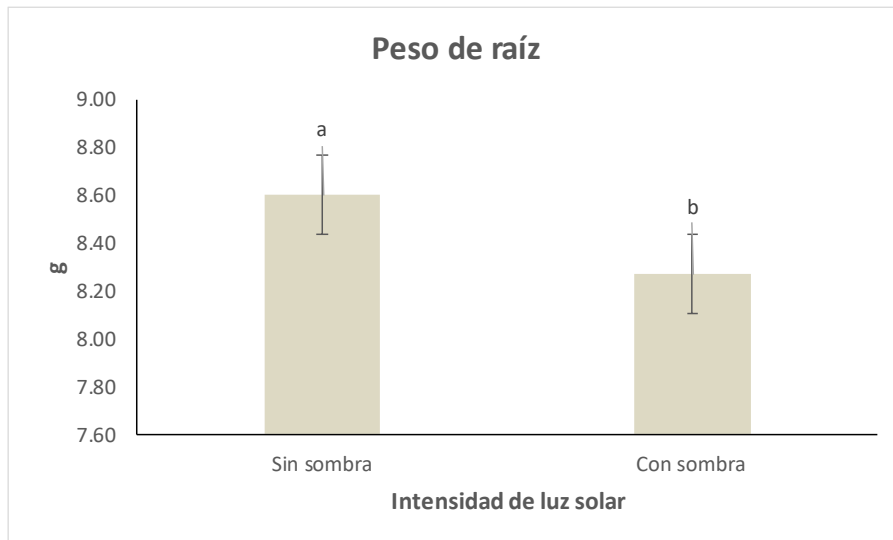
La prueba t de Student indica, que existe no hay un efecto ($p < 0.05$) de intensidad de luz solar en el peso de raíz máximo promedio (g).

Cuadro 15. Orden jerárquico del peso de raíz (g) del factor intensidad de luz solar.

Intensidad de luz	Promedio
Sin sombra	8.60
Con sombra	8.27

En el cuadro 15, se muestra el orden jerárquico de la intensidad de luz solar, donde la intensidad sin sombreado con promedio (8.60 g) ocupa el primer lugar frente el cultivo con sombreado, el mismo que obtuvo un promedio (8.27 g). Se muestra el gráfico de barras que no hay efecto fijo categóricas de agrupación y comparación sobre la variable respuesta peso de raíz.

Gráfico 6. Efecto de intensidad de luz solar para promedio del peso de raíz (g), según la prueba de t.



*Promedio con letras diferentes difieren estadísticamente ($p < 0.01$)

El gráfico 6, muestra la disposición jerárquica, donde el peso de raíz máximo promedio (g) con mayor valor numérico con intensidad de luz solar sin sombreado con una diferencia de 0.33 g con respecto a la intensidad con sombreado. El mismo que indica que no hay efecto de la intensidad de luz solar sobre el promedio máximo del peso de raíz de la lechuga en el sistema hidropónico.

4.7. Peso de planta (g)

El cuadro 16, la prueba estadística t para el promedio peso de planta (g), reporta diferencia estadística no significativa en intensidad de luz solar.

Cuadro 16. Prueba t de Student de peso de planta (g)

Prueba t de student	Media(Sin sombra)	Media (Con sombra)	Diferencia de medias	LI	LS	PHomVar	T	p-valor
Intensidad de luz solar	50.13	51.93	-1.80	-6.23	2.63	0.16	-0.81	0.419

*Significancia estadística ($p < 0.01$)

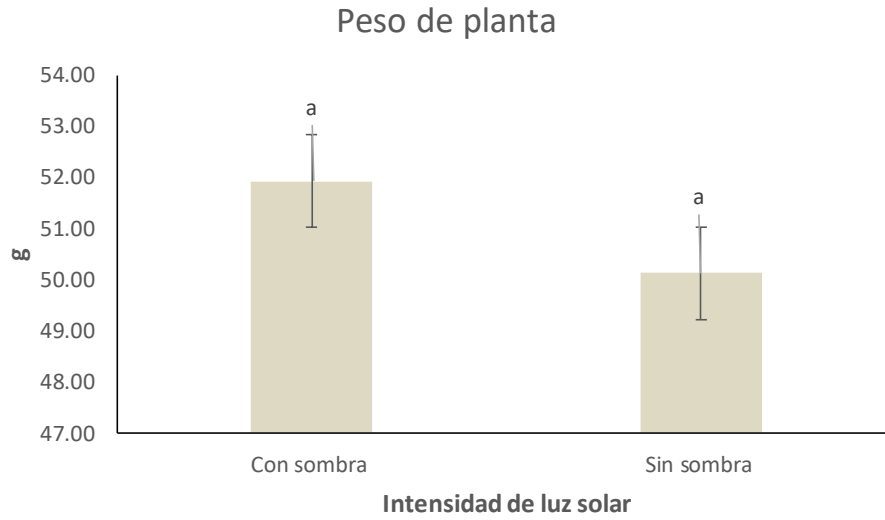
La prueba indica, que existe no hay un efecto ($p < 0.05$) de densidad de luz solar en el peso de planta máximo promedio (g).

Cuadro 17. Orden jerárquico del peso de planta (g) del factor intensidad de luz solar.

Intensidad de luz	Promedio
Con sombra	51.93
Sin sombra	50.13

En el cuadro 17, se muestra el orden jerárquico de la intensidad de luz solar, donde la intensidad con sombreado con promedio (51.93 g) ocupa el primer lugar frente el cultivo sin sombreado, el mismo que obtuvo un promedio (50.13 g). Se muestra el gráfico de barras que no hay efecto fijo categóricas de agrupación y comparación sobre la variable respuesta peso de planta.

Gráfico 7. Efecto de intensidad de luz solar para promedio del peso de planta (g), según la prueba de t.



*Promedio con letras diferentes difieren estadísticamente ($p < 0.01$)

El gráfico 7, muestra la disposición jerárquica, donde el peso de planta máximo promedio (g) con mayor valor numérico con intensidad de luz solar con sombreado con una diferencia de 1.80 g con respecto a la intensidad sin sombreado. El mismo que indica que no hay efecto de la intensidad de luz solar sobre el promedio máximo del peso de planta de la lechuga en el sistema hidropónico.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

El efecto de la intensidad de luz solar en el cultivo sombreado en las características agronómicas para altura y ancho de planta ($p < 0.01$), se asume que tanto altura como ancho son variables cuantitativas que están directamente relacionados con el requerimiento de luz solar, así cuando son sometidas a un nivel de sombreamiento expresan un mayor crecimiento aunque pueda significar un alargamiento; sin embargo las características son deseables obteniendo una media de 24.30 cm de altura con 35% de sombreamiento (malla rashel), el mismo, que presentan un mayor ancho de planta en ambiente sombreado logrando una media de 25.30 cm, mostrando una buena arquitectura de planta, favoreciendo en conjunto en una mejor performance en tamaño y forma de la planta frente a las plantas cultivadas sin sombreamiento, consideramos este mejor desarrollo no se debe a requerimiento de mayor luz de la planta de lechuga, más bien a un comportamiento debido a mitigación, en un cultivo con cubierta **Del Angel-Hernandez et al (1)** indica que el túnel de policarbonato de color rojo tuvo menor transmitancia (23.51%) en el efecto en radiación, clorofila y rendimiento de calabacita. Las medias de altura y ancho en un cultivo sin sombreamiento alcanzó de 17.43 cm de altura y 19.72 cm de ancho haciendo que las plantas sean de tamaño y forma más pequeños. El diámetro de tallo y largo de raíz se comportan de diferente manera al desarrollarse mejor ($p < 0.01$) en ambiente sin sombreamiento con medias 10.20, 9.07 mm y 7.63, 6.33 cm, esta diferencia de crecimiento puede deberse a que estas variables fisiológicamente ejercen mayor expansión de grosor de tallo y de raíces a mayor intensidad de luz solar, que finalmente no determina en el tamaño y ancho de la planta, así mismo tratándose de las raíces en cuanto a su peso se muestra indiferente a las intensidades de luz, posiblemente sólo se incrementó el largo de las raíces secundarias mas no en volumen al ser cultivadas en ambiente protegido, así en el dosel del cultivo en *Euphorbia pulcherrima* **Cardena (2)** observó que el polietileno de

alta densidad y la malla sombra tuvieron mejor efecto en las variables de fotosíntesis, clorofila y área foliar.

La cantidad de hojas y peso de planta se muestran indiferente($p>0.05$) cuando son cultivadas en los dos ambientes, para cantidad de hojas por planta con medias de 10.90 (Ss), 10.07 (Cs) y para peso de planta con medias de 51.93 g (Cs) y 50.13 g (Ss); se asume que la cantidad de hojas es una variable discreta que no está fuertemente influenciado por las intensidades de luz, mientras que el peso es una variable cuantitativa y está regulado por un pool de genes que de una manera u otra alcanza mejor rendimiento en ambiente protegido y a la vez mantiene una relación entre la altura de planta y el ancho de planta, en un cultivo de brócoli en semillero tuvieron efecto a coberturas de colores **Casierra-Posada y Rojas (5)** indican que la tendencia se mantuvo en campo cuando las plantas crecieron a plena exposición solar.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

De los resultados presentados y de la discusión en el presente trabajo, se muestra en relación a los objetivos específicos definidos en el plan de investigación: Determinar el mejor efecto de las intensidades de luz solar en las características agronómicas y en el rendimiento, se concluye que:

1. Hay efecto significativo ($p < 0.01$) de la intensidad de luz solar en las características agronómicas para altura, ancho de planta, diámetro de tallo y largo de raíz y no muestran efecto significativo ($p > 0.05$) de la intensidad de luz solar, para cantidad de hojas, peso de raíz y peso de planta. El cultivo bajo casa malla sombra 35% tiene efecto significativo para altura y ancho de planta máxima promedio; mientras que para diámetro de tallo y largo de raíz máxima promedio cuando es cultivado sin sombreamiento.
2. No hay efecto de luz solar en el rendimiento. Las intensidades de luz solar no muestran diferencias estadísticas significativas para peso de planta (g), es posible que el peso de planta de lechuga se muestre indiferente cuando es cultivado en ambiente sombreado y sin sombreado.
3. En relación al comportamiento de la lechuga en ambiente protegido con malla sombra frente al cultivo sin protección de malla sombra en el sistema hidropónico en Loreto, se infiere que el cultivo de lechuga en ambiente protegido bajo malla de sombra color negra muestra mejor presentación en relación a uniformidad de aspecto morfológico de la planta, distribución y de hojas, ancho y tamaño de planta, el mismo que la horticultura en ambiente protegido brinda al cultivo olerícola condiciones lumínicas favorables para las características agronómicas y para el rendimiento en lechuga bajo la Técnica del Flujo laminar de Nutrientes del sistema hidropónico bajo las condiciones climáticas de la región Loreto.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

Planificar otros ensayos en condiciones de ambientes protegidos con malla sombra negra y de colores y determinar mejores técnicas sobre las características vegetativas y de rendimiento de la lechuga y de otras especies olerícolas que se puedan cultivar en el sistema hidropónico, bajo las condiciones climáticas de la región Loreto.

En un cultivo hidropónico en la región Loreto considerar el empleo de mallas sombreadores de diferentes intensidades de luz solar a fin de mitigar el efecto de la temperatura en horas de alta intensidad lumínica.

La universidad de la Amazonía peruana deberá fortalecer las investigaciones en sistemas hidropónicos integrando la proyección universitaria a fin fomentar la educación ambiental con actividades productivas como son la horticultura familiar como alternativas de adecuación y mitigación frente al cambio climático.

CAPÍTULO VIII. FUENTES DE INFORMACIÓN

1. **Del Ángel-Hernández, M., Zermeño-Gonzalez, A., Isain Melendres-Alvarez, A., Gabriel Campos-Magaña, S., Cadena-Zapata, M., & Arturo Del Bosque-Villarreal, G.** (2017). Características de la cubierta de un túnel efecto en radiación, clorofila y rendimiento de calabacita. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8, 1127–1142.
2. **Cardena, L.** (2017). Espectrometría de seis cubiertas poliméricas así como del dosel del cultivo en *Euphorbia pulcherrima* (Willd, ex Klotzsch), y su efecto en el desarrollo vegetal y calidad floral. In *Tesis de Post grado del CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA APLICADA*.
3. **Bustos-Salazar, A., & Zuñiga-Feest, A.** (2019). Efecto de mallas raschel de colores en el crecimiento de plántulas de *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus nitens* y *Pinus radiata* en condiciones de vivero. *Bosque*, 40(3), 287–298. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002019000300287>
4. **Rendón, V., & Yance, M.** (2012). *Establecimiento del cultivo hidropónico de Lechuga (Lactuca sativa L.) variedad Great Lakes 188, mediante la utilización de diferentes tipos de sustratos sólidos en la zona de Babahoyo*. 44. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/201/6/T-UTB-FACIAG-AGR-000061.pdf>
5. **Casierra-Posada, F. Rojas, J.** (2009). Efecto de la exposición del semillero a coberturas de colores sobre el desarrollo y productividad del brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). *Agronomía Colombiana*, 27(1), 49–55.
6. **Universidad Austral de Chile.** (2005). *Evaluación técnica y económica de la producción de lechugas hidropónicas bajo invernadero en la Comuna de Calbuco*. 85. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/fac796e/doc/fac796e.pdf>

7. **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
8. **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.
9. **Marulanda, C.** (2003). La Huerta Hidropónica Popular. *Fao*, 3, 131.
<http://www.fao.org/3/a-ah501s.pdf>
10. **Castillo Rivas, C.** (2001). La Hidroponía como alternativa de producción. *La Hidroponía Como Alternativa de Producción Vegetal.*
<http://chcastillo.tripod.com/hidroponia/nomitos.htm>
11. **Morgan Lynetre y Zelanda Nueva.** (2009). Red Hidroponía, Boletín No 43. 2009. Lima-Perú 12. In *12 mitos de la hidroponía* (Issue 43).
12. **Birgi, J. A.** (2015). *Producción Hidropónica de Hortalizas de Hoja.*
https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_produccion_hidropnica_de_hortalizas_de_hojas.pdf
13. **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>
14. **Santos, B.; Obregón-Olivas, H.; Salamé-Donoso, T.** (2010). Producción de Hortalizas en Ambientes Protegidos: Estructuras para la Agricultura Protegida. *Revista Ciencia*, 1–5.
15. **Júarez, P. Bugarín, R. Castro, R. Sánchez, L. Cruz-Crespo, E, Juárez, R. Alejo, G. B.** (2011). Estructuras utilizadas en la agricultura protegida. *Revista Fuente*, 8, 21–27.

16. **Dos Santos Alves, Rogério; Soares de Souza, Alex; et al.** (2014). Una huerta para todos. In *Igarss 2014* (Issue 1).
17. **Oasis, S.** (2002). *Manual de hidroponia*. 32. <http://www.oasisfloral.mx/pdf/manual-hidroponia.pdf>
18. **Ocampo, J.** (2010). Manual Básico “Produccion De Hortalizas”. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Primera, Vol. 90, Issue 1).
19. **Antonia Gonzales Vizcaíno, Inés Moya García, J. Ga. L. S.** (2018). *Caracterización del manejo de cultivos hortícolas en producción ecológica en invernadero*. 983–990.
20. **Escuderos, Y., Gálvez, L., Garrido, M., Muñoz, D., Romero, E., Joseph, J., Sevillano, F., & Sánchez, P. G.** (2017). *Cultivo Hidropónico*. 50.
21. **Ibarra Laveriano Yadira Lesly.** (2011). Influeuncia de las mallas raschel negra y roja en la germinación y crecimiento de shaina (*Colubrina glandulosa* Perkins), en Tingo María. In *Facultad De Zootecnia*. Universidad Nacional Agraria de la selva.
22. **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 Agustín de Arequipa.

ANEXOS

Anexo 2. Datos originales

n	Intensidad de luz solar	Altura de planta (cm)	Ancho de planta (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Largo de raíz (cm)	Nro de hojas	Peso de raíz (g)	Peso de planta (g)
1	Sombra 0%	18.0	20.0	12.0	9.0	12	10.0	50.0
2	Sombra 0%	19.0	20.0	11.0	13.0	10	11.0	46.0
3	Sombra 0%	18.0	19.0	12.0	8.5	9	7.0	45.0
4	Sombra 0%	20.0	18.0	11.0	7.0	12	10.0	46.0
5	Sombra 0%	17.0	18.5	10.0	7.0	9	10.0	50.0
6	Sombra 0%	19.0	23.0	10.0	8.0	13	9.0	64.0
7	Sombra 0%	17.0	21.0	10.0	8.0	11	9.0	57.0
8	Sombra 0%	19.0	22.0	10.0	7.5	10	9.0	54.0
9	Sombra 0%	19.0	20.0	10.0	7.0	10	7.0	43.0
10	Sombra 0%	18.0	21.0	10.0	7.0	9	7.0	47.0
11	Sombra 0%	15.0	19.0	9.0	8.0	10	10.0	45.0
12	Sombra 0%	20.0	23.0	12.0	7.0	10	6.0	52.0
13	Sombra 0%	17.0	19.0	9.0	7.0	10	10.0	42.0
14	Sombra 0%	19.0	21.0	10.0	7.0	13	12.0	55.0
15	Sombra 0%	17.0	19.0	9.0	8.0	13	9.0	50.0
16	Sombra 0%	15.0	18.0	10.0	10.0	9	8.0	41.0
17	Sombra 0%	16.0	18.0	10.0	7.0	9	8.0	41.0
18	Sombra 0%	19.0	22.0	10.0	8.0	16	7.0	65.0
19	Sombra 0%	18.0	20.0	10.0	7.0	10	7.0	62.0
20	Sombra 0%	15.0	18.0	11.0	7.0	11	9.0	45.0
21	Sombra 0%	17.0	19.0	9.0	7.0	11	6.0	54.0
22	Sombra 0%	16.0	20.0	10.0	7.0	11	8.0	56.0
23	Sombra 0%	15.0	20.0	10.0	6.0	11	7.0	56.0
24	Sombra 0%	16.0	20.0	10.0	7.0	12	8.0	54.0
25	Sombra 0%	17.0	21.0	9.0	8.0	11	7.0	52.0
26	Sombra 0%	17.0	19.0	11.0	7.0	13	7.0	63.0
27	Sombra 0%	16.0	15.0	11.0	7.0	9	5.0	41.0
28	Sombra 0%	20.0	20.0	11.0	7.0	11	10.0	44.0
29	Sombra 0%	17.0	18.0	10.0	7.0	11	13.0	44.0
30	Sombra 0%	17.0	20.0	9.0	8.0	11	12.0	40.0
31	Sombra 35%	24.0	28.0	12.0	8.0	11	7.0	55.0
32	Sombra 35%	31.0	30.0	10.0	6.0	12	6.0	53.0
33	Sombra 35%	24.0	26.0	6.0	6.0	10	5.0	37.0
34	Sombra 35%	26.0	28.0	13.0	8.0	11	7.0	48.0
35	Sombra 35%	23.0	29.0	12.0	8.0	11	11.0	70.0
36	Sombra 35%	26.0	23.0	10.0	7.0	10	7.0	42.0
37	Sombra 35%	24.0	27.0	10.0	6.0	8	10.0	53.0
38	Sombra 35%	23.0	24.0	10.0	7.0	10	8.0	40.0
39	Sombra 35%	24.0	25.0	10.0	6.0	10	8.0	54.0
40	Sombra 35%	30.0	32.0	10.0	6.0	10	8.0	63.0
41	Sombra 35%	26.0	28.0	10.0	7.0	10	10.0	67.0
42	Sombra 35%	24.0	24.0	9.0	6.0	10	7.0	43.0
43	Sombra 35%	25.0	26.0	8.0	6.0	11	11.0	70.0
44	Sombra 35%	23.0	25.0	7.0	7.0	9	8.0	38.0
45	Sombra 35%	24.0	28.0	10.0	6.0	11	9.0	57.0
46	Sombra 35%	24.0	23.0	9.0	6.0	11	8.0	56.0
47	Sombra 35%	24.0	23.0	9.0	6.0	11	8.0	56.0
48	Sombra 35%	26.0	22.0	7.0	6.0	12	9.0	53.0
49	Sombra 35%	25.0	23.0	9.0	6.0	11	9.0	64.0
50	Sombra 35%	25.0	24.0	10.0	7.0	11	8.0	40.0
51	Sombra 35%	25.0	20.0	7.0	5.0	8	5.0	45.0
52	Sombra 35%	25.0	29.0	7.0	6.0	9	7.0	51.0
53	Sombra 35%	28.0	28.0	7.0	6.0	10	7.0	52.0
54	Sombra 35%	20.0	24.0	7.0	6.0	8	10.0	47.0
55	Sombra 35%	22.0	27.0	9.0	6.0	12	10.0	64.0
56	Sombra 35%	24.0	21.0	10.0	6.0	8	7.0	43.0
57	Sombra 35%	19.0	23.0	8.0	7.0	10	10.0	62.0
58	Sombra 35%	21.0	23.0	8.0	6.0	10	11.0	42.0
59	Sombra 35%	21.0	20.0	9.0	6.0	8	8.0	45.0
60	Sombra 35%	23.0	23.0	9.0	5.0	9	9.0	48.0
	Promedio	24.30	25.20	9.07	6.33	10.07	8.27	51.93
	r = Q-Q-plot	0.967	0.941	0.993	0.963	0.970	0.88	0.89
	Norm Shapiro W.	0.86	0.06	0.67	0.31	0.41	0.58	0.66
	Heter Levine	0.19	0.24	0.02	0.06	0.18	0.11	0.09