



FACULTAD DE AGRONOMÍA
DOCTORADO EN AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

TESIS

**PERIODO DE LUZ SOLAR EN EL COMPORTAMIENTO
FENOTÍPICO DE *Coriandrum sativum* L. EN
CASA MALLA ALUMINET. LORETO**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN AMBIENTE Y
DESARROLLO SOSTENIBLE**

PRESENTADO POR: JULIO PINEDO JIMENEZ

ASESOR: ING. AGRON. JOSE FRANCISCO RAMIREZ CHUNG, DR.

IQUITOS, PERÚ

2021



UNAP



**FACULTAD DE AGRONOMÍA
DOCTORADO EN AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

TESIS

**PERIODO DE LUZ SOLAR EN EL COMPORTAMIENTO
FENOTÍPICO DE *Coriandrum sativum* L. EN
CASA MALLA ALUMINET. LORETO**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN AMBIENTE Y
DESARROLLO SOSTENIBLE**

PRESENTADO POR: JULIO PINEDO JIMENEZ

ASESOR: ING. AGRON. JOSE FRANCISCO RAMIREZ CHUNG, DR.

IQUITOS, PERÚ

2021



UNAP

Escuela de Postgrado "JOSÉ TORRES VÁSQUEZ"
Oficina de Asuntos Académicos



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
096-2021-OAA-EPG-UNAP

Con **Resolución Directoral N° 0996-2021-EPG-UNAP**, se autoriza la sustentación de la Tesis denominada: "PERIODO DE LUZ SOLAR EN EL COMPORTAMIENTO FENOTÍPICO DE *Coriandrum sativum* L. EN CASA MALLA ALUMINET. LORETO", teniendo como jurados a los siguientes profesionales:

Ing. Agron. Victoria Reátegui Quispe, Dra.	Presidente
Ing. Agron. Rafael Chávez Vásquez, Dr.	Miembro
Ing. Agron. Julio Abel Manrique del Aguila, Dr.	Miembro
Ing. Agron. José Francisco Ramírez Chung, Dr.	Asesor

A los trece días del mes de diciembre del 2021, a las 11:00 a.m, en el Auditorio de la Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, se constituyó el Jurado Evaluador y dictaminador, para presenciar, escuchar y evaluar la sustentación de la Tesis denominada: "PERIODO DE LUZ SOLAR EN EL COMPORTAMIENTO FENOTÍPICO DE *Coriandrum sativum* L. EN CASA MALLA ALUMINET. LORETO" presentado por el señor JULIO PINEDO JIMENEZ, como requisito para obtener el **Grado Académico de Doctor en Ambiente y Desarrollo Sostenible**, que otorga la UNAP de acuerdo a la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

Después de haber escuchado la sustentación y luego de formuladas las preguntas, éstas fueron:

..... *Respondidas satisfactoriamente*

El Jurado, después de la deliberación correspondiente en privado, llegó a las siguientes conclusiones, la sustentación es:

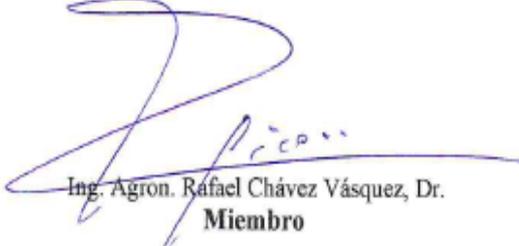
1. Aprobado como: a) Excelente () b) Muy bueno (X) c) Bueno ()

2. Desaprobado: ()

Observaciones : -

A Continuación, el Presidente del Jurado, da por concluida la sustentación, siendo las *13.00 pm* del trece de diciembre del 2021; con lo cual, se le declara al sustentante, *Apto* para recibir el **Grado Académico de Doctor en Ambiente y Desarrollo Sostenible**.

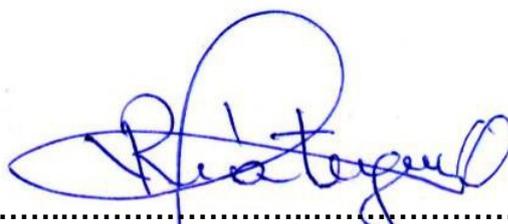

Ing. Agron. Victoria Reátegui Quispe, Dra.
Presidente


Ing. Agron. Rafael Chávez Vásquez, Dr.
Miembro

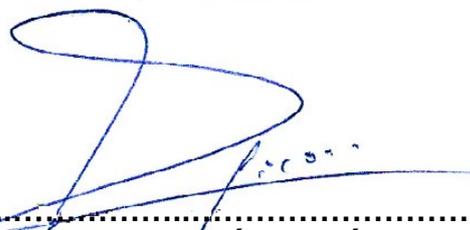

Ing. Agron. Julio Abel Manrique del Aguila, Dr.
Miembro


Ing. Agron. José Francisco Ramírez Chung, Dr.
Asesor

TESIS APROBADA EN SUSTENTACION PUBLICA EL DIA 13 DE DICIEMBRE DEL 2021, EN EL AUDITORIO DE LA ESCUELA DE POST GRADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA, EN LA CIUDAD DE IQUITOS-PERU.



.....
**ING. AGRON. VICTORIA REATEGUI QUISPE, DRA.
PRESIDENTE**



.....
**ING. AGRÓN. RAFAEL CHÁVEZ VÁSQUEZ, DR.
MIEMBRO**



.....
**ING. AGRON. JULIO ABEL MANRIQUE DEL ÁGUILA, DR.
MIEMBRO**



.....
**ING. AGRON. JOSÉ FRANCISCO RAMIREZ CHUNG, DR.
ASESOR**

A mi mamita, luz, fuente de amor y cariño, a mi papito que goza de la luz perpetua, a Marita mi esposa comprensiva e íntegra, a mis hijas Paulita, Mayrita y Claudita y a Cayetana alegría y motivación.

AGRADECIMIENTO

Primero a nuestro Dios todo poderoso, potencialidad pura e inagotable.

A Nuestra Alma mater Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

A mi familia siempre en el amor y la fortaleza de vida.

A mi mamita, luz, fuente de amor y cariño, a mi papito que goza de la luz perpetua, a Marita mi esposa comprensiva e íntegra, a mis hijas Paulita, Mayrita y Claudita y a Cayetana alegría y motivación.

A la comunidad universitaria en el propósito de lograr el conocimiento, la sabiduría y el acierto.

A los compañeros del doctorando: Joel Vásquez Bardales y Manuel Avila Fucos, por su colaboración en aspectos técnicos y científicos desde la planificación, ejecución y procesamiento de la información básica y aplicada.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Páginas
Carátula	i
Contracarátula	ii
Acta de sustentación	iii
Jurado	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenido	vii
Índice de tablas	viii
Índice de gráficos	ix
Resumen	x
Abstract	xi
Resumo	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Bases teóricas	5
1.3 Definición de términos básicos	7
	10
CAPÍTULO II: VARIABLES E HIPÓTESIS	
2.1 Variables y su operacionalización	10
2.2 Formulación de la hipótesis	10
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	11
3.1 Tipo y diseño de la investigación	11
3.2 Población y muestra	11
3.3 Técnicas e instrumentos	11
3.4 Procedimiento de recolección de datos	11
3.5 Técnicas de procesamientos y análisis de los datos	12
3.6 Aspectos éticos	14
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	15
CAPITULO V: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	25
CAPÍTULO VI: PROPUESTA	26
CAPITULO VII: CONCLUSIONES	27
CAPITULO VIII: RECOMENDACIONES	29
CAPITULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
ANEXOS	33
1. Análisis de suelo	
2. Datos meteorológicos	
3. Panel fotográfico	

INDICES DE TABLAS

	Páginas
Tabla 1. Niveles del factor principal ene estudio	13
Tabla 2. Modelo Aditivo Lineal	14
Tabla 3. Análisis de varianza del DCA	14
Tabla 4. Altura de planta (cm)	15
Tabla 5. Prueba de Tukey de altura de planta (cm)	15
Tabla 6. Largo de raíces (cm)	17
Tabla 7. Orden de mérito del largo de raíces (cm)	19
Tabla 8. Kruska W. de diámetro de atado (cm)	19
Tabla 9. Orden de mérito del diámetro de atado (cm)	21
Tabla 10. Kruska Wallis de cantidad de plantas por atado	21
Tabla 11. Orden de mérito cantidad de plantas por atado	21
Tabla 12. Análidís de la varianza del peso total por atado (g)	23
Tabla 13. Orden de mérito del peso total de atado (g)	23

INDICES DE GRÁFICOS

	Páginas
Gráfico 1. Altura de planta (cm)	16
Gráfico 2. Largo de raíces (cm)	18
Gráfico 3. Diámetro de atado (cm)	20
Gráfico 4. Cantidad de plantas por atado	22
Gráfico 5. Peso total por atado (g)	24

RESUMEN

El culantro considerado una de las especies más aromáticas del mundo; su manejo bajo protección permite mejorar su adaptación vegetativa, el objetivo principal fue determinar el efecto de los periodos de luz solar en el comportamiento fenotípico de *Coriandrum sativum* L. en casa malla aluminet, se busca aprovechar mejor el potencial genético al cultivar en ambientes protegidos. Se empleó el Diseño completamente al Azar con los tratamientos: campo abierto (T0), luz solar casa aluminet a partir de las 9.0 am (T1), luz solar casa aluminet todo el día (T2), luz solar casa aluminet hasta las 3.0 pm (T3). Se realizó la siembra directa a chorro continuo, en surcos de 3.0 cm de profundidad y 3.0 cm de ancho en una cantidad aproximada de 50 semillas por surco de 1.0 m de largo, las semillas se cubrieron con el suelo para su germinación. El cultivo a campo abierto mostró promedios superiores que bajo la casa de malla aluminet a altura de planta con 23.20 cm. El largo de raíces, diámetro de atado, cantidad de plantas por atado y peso total de atado se muestran indiferente a los ambientes de cultivo. Los promedios indican buen comportamiento del culantro bajo casa aluminet frente a campo abierto, cantidad de plantas por atado 157.40 y 106.8, peso total de atado 477.80 y 398.40 g respectivamente.

Palabras clave: Cultivo campo abierto, cultivo en ambiente protegido, malla sombra aluminet, cultivo hortícola.

ABSTRACT

The coriander considered one of the most aromatic species in the world; Its management under protection allows to improve its vegetative adaptation, the main objective was to determine the effect of the periods of sunlight on the phenotypic behavior of *Coriandrum sativum* L. in aluminet mesh house, it seeks to take better advantage of the genetic potential when growing in protected environments. The completely Random Design was used with the treatments: open field (T0), aluminet house solar light from 9.0 am (T1), aluminet house solar light all day (T2), aluminet house solar light until 3.0 pm (T3). Direct sowing was carried out with a continuous stream, in rows 3.0 cm deep and 3.0 cm wide in an approximate amount of 50 seeds per furrow of 1.0 m long, the seeds were covered with the soil for their germination. The open field cultivation showed higher averages than under the aluminet mesh house at plant height with 23.20 cm. The length of the roots, the diameter of the bundle, the number of plants per bundle and the total bundle weight are shown to be indifferent to the growing environments. The averages indicate good behavior of the coriander under the aluminet house compared to open ground, number of plants per bundle 157.40 and 106.8, total bundle weight 477.80 and 398.40 g respectively.

Keywords: Open field cultivation, cultivation in a protected environment, aluminet shade mesh, horticultural cultivation.

RESUMO

O coentro é um vegetal que cresce em zonas temperadas e nos trópicos tem bom gosto e cheiro, considerado uma das espécies mais aromáticas do mundo; seu manejo sob proteção permite melhorar sua adaptação vegetativa. O objetivo principal deste estudo na média de repetições, determinar os efeitos dos períodos de luz solar sobre o comportamento fenotípico de *Coriandrum sativum* L. em galpão com malha de alumineto, visa explorar melhor o potencial genético no cultivo em ambientes protegidos. O delineamento inteiramente aleatório foi usado com os tratamentos: campo aberto (T0), luz solar da casa de alumineto a partir das 9h (T1), luz solar da casa de alumineto o dia todo (T2), luz solar da casa de alumineto até as 3,0 horas (T3). Semeadura direta com riacho contínuo, depositada em sulcos de 3,0 cm de profundidade e 3,0 cm de largura na quantidade aproximada de 50 sementes por linha ou sulco de 1,0 comprimento, sendo as sementes enterradas cobertas com solo para sua germinação. Em relação ao cultivo em campo aberto e em ambiente protegido sob casa de alumínio. No campo aberto apresentou médias superiores aos demais tratamentos na altura da planta com 23,20 cm, o comprimento das raízes, o diâmetro da gravata, o número de plantas por gravata e o peso total da gravata mostram-se indiferentes a os ambientes de cultivo. As médias indicam bom comportamento do coentro sob a casa de aluminetos em relação ao campo aberto, número de plantas por feixe 157,40 e 106,8, peso total do feixe 477,80 e 398,40 g respectivamente.

Palavras-chave: cultivo em campo aberto, cultivo em ambiente protegido, malha de sombra de alumineto, cultivo hortícola.

INTRODUCCIÓN

El culantro crece en zonas templadas con buen olor en los trópicos, percibiéndose un buen aroma cuando se cultiva en ambientes de media sombra. Los cultivos protegidos proporcionan soluciones para muchos de los desafíos, incluyendo opciones tecnológicas para mejorar la gestión de los recursos, en el ahorro de agua y menor mano de obra, aumentando la producción, mejorando la calidad y confiabilidad y protección contra los efectos adversos del cambio climático y la variabilidad climática (Rigby, 2019).

El horticultor generalmente cultiva el culantro bajo labores tradicionales, sin considerar el efecto de luz, caso de cultivos en limpio, siendo el rendimiento de los cultivos un factor clave para que el productor observe y analice el volumen de la producción obtenida, el potencial genético de la variedad utilizada y los resultados del manejo del cultivo. (Díaz, 2019); el cultivo del culantro se produce sin considerar la alta radiación solar, requerimientos lumínicos, temperatura y humedad; ahora se evidencia que muchas especies olerícolas requieren de ambientes atenuados frente a la adversidad ambiental; sin embargo el uso de sombreadores dependerá de la pigmentación del material plástico y el diseño del tejido de las mallas que pueden mantener el espectro de la luz natural o modificarlo, y así dirigir y optimizar respuestas fisiológicas deseables (Flores, Gonzales, 2020).

En la región amazónica los estudios son muy escasos en cultivos bajo ambientes protegidos y su influencia sobre indicadores de crecimiento y de rendimiento.

La importancia del manejo del cultivo del culantro bajo las condiciones edafoclimáticas en un sistema de horticultura protegida, se debe a que el rendimiento del follaje mejore, reducir la radiación solar, con el uso de sombra busca equilibrar fisiológicamente la planta, un exceso de radiación solar incrementa la temperatura de la planta <https://www.agro-tecnologia-tropical.com/la-sombra.html>. El sistema de producción en ambientes

protegidos atemperados se debe a la necesidad incrementar la producción vegetal de hortalizas, flores, frutales de porte bajo (Barrientos, 2011). Si bien, la luz es uno de los factores ambientales más importantes en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Flores et al., 2020), se asume que el nivel de iluminación va a determinar la radiación fotosintética que influye sobre el crecimiento de la planta que ejerce la luz principalmente a través de las partes verdes como las hojas (Fischer, 2014), en función del periodo e intensidad de luz que recibe durante el día, un factor que puede estar influenciando sobre altura, ancho, cantidad de brotes, peso total de planta, peso de raíz.

El objetivo principal de este estudio en promedio de repeticiones, determinar efectos de los periodos de luz solar en el comportamiento fenotípico de *Coriandrum sativum* L. en casa malla aluminet, derivándose en tres específicos: Determinar el mejor efecto de los periodos de luz solar en las características agronómicas. Determinar el mejor efecto de los periodos de luz solar en el rendimiento.

Analizar el comportamiento del culantro en ambiente protegido bajo la casa malla aluminet frente al cultivo tradicional, siendo el propósito optimizar el manejo agronómico en ambientes protegidos y desarrollar sistemas ecoeficientes en la mejora del rendimiento del culantro contribuyendo al bienestar ambiental, social y económico.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

En el 2015. Evaluaron la influencia de cinco mallas sombra sobre la transmisión de radiación fotosintéticamente activa (RFA), la temperatura y la humedad relativa del aire, el crecimiento de plantas y el rendimiento de fruto. Se utilizaron mallas de polietileno con 50 % de sombra en colores verde, rojo, beige y azul, más una negra como testigo positivo y un testigo negativo sin malla. Las mallas de colores transmitieron de 55.3 a 58.3 % de la RFA, mientras que la malla negra transmitió 51.9 %. Las mallas verde y roja propiciaron los mayores incrementos en la altura y el área foliar de las plantas. Los rendimientos con calidad de exportación obtenidos con las mallas superaron desde 52.5 % (negra) hasta 132.8 % (beige) a las 20.4 t ha⁻¹ cosechadas en el testigo sin malla (Ayala-Tafoya, Sánchez-Madrid, Partida-Ruvalcaba, Yañez-Juárez, Ruiz Espinoza, Velázquez, Valenzuela-López, Parra-Delgado, 2015).

En el 2018. Evaluó el efecto del uso de mallas Raschel de colores, sobre el crecimiento de plantas de lechuga (*Lactuca sativa* L. Var. Waldman), bajo el sistema hidropónico de raíz flotante, donde el factor A son las estaciones en estudio: verano e invierno, el factor B son las cubiertas de colores de Mallas Raschel: Roja 50%, Azul 80%, Verde/ Negra 65%, Negro 50% y el tratamiento control, se seleccionaron al azar semanalmente 6 plantas de cada tratamiento para evaluar las variables de área foliar, longitud foliar, longitud radicular, peso fresco foliar, peso radicular y número de hojas. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas (Pérez, 2018)

En el 2014. Se determinó el efecto de tres niveles de compost en el rendimiento del cultivo de repollo "*Brassica oleracea*" y obtuvo el promedio más alto en rendimiento, número de hojas por planta, peso total de la planta y peso de la cabeza con 27.833,06 kg.ha⁻¹ 10,2 hojas por planta, 997,5 g y 835,0 g peso de la cabeza respectivamente superando estadísticamente a los promedios obtenidos por los demás tratamientos (Flores, 2014).

En el año 2018, se desarrolló una investigación sobre Caracterización del manejo de cultivos hortícolas en producción ecológica en invernaderos. Señalan que la agricultura que se está realizando en los invernaderos es, básicamente, de sustitución de insumos, la falta de experimentación de técnicas de AE en invernadero lleva a su no utilización. Así mismo indican que esto hace necesario la implicación de las instituciones públicas a fin de mejorar el conocimiento de estas técnicas y su transferencia al sector, ya que las empresas privadas no están interesadas en estas investigaciones por afectar a un sector poco importante económicamente (Vizcaíno, García, 2018). p985

En el año 2017, se desarrolló una investigación sobre Características de la cubierta de un túnel efecto en radiación, clorofila y rendimiento de calabacita. Aseveran que la cubierta de policarbonato de color claro, tuvo una mayor transmitancia de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) que resultó en un mayor contenido de clorofila, mayor desarrollo foliar y rendimiento de fruto. Por el contrario, las plantas bajo el policarbonato de color rojo recibieron la menor cantidad de radiación PAR, con nula o muy baja incidencia de radiación en la longitud de onda del color azul, tuvieron el menor contenido de clorofila, menor desarrollo foliar y sin rendimiento de frutos (Del Ángel-Hernández *et al.*, 2017). p1141

En el año 2012, se desarrolló un estudio sobre la valoración de la producción y de la rentabilidad del cultivo de pimiento (*Capsicum annum*) en invernadero con el uso de distintas tecnologías de sombreo. Sostiene que las mayores producciones se obtuvieron con la pantalla de sombreo, siendo la rentabilidad también mayor (López-Marín, J. Galvez, A. Porras, 2012). p1

En el año 2009, se realizó una investigación sobre ambientes protegidos para el almacenamiento temporal y el secado del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el campo. Asevera que los materiales plásticos reflectivos y el diseño bioclimático mejoraron el microclima en el interior de las estructuras de almacenamiento y se redujo significativamente el tiempo de cocción de los frijoles, en comparación con los diseños tradicionales con plástico

transparente empleado por los agricultores.(Gutiérrez-Soto, Chaves-Barrantes, Hernández-Fonseca, Araya-Villalobos, Ureña-Solís, 2009). p 255

En el año 2014, se realizó una investigación sobre la Producción de biomasa y aceite esencial en milerrama cultivada bajo telas coloridas. Aseveran que el mayor contenido de aceite se obtuvo con sombra aluminada, con un rango de 19.9 a 46.9%. el crecimiento al aire libre produjo grados de acumulación de biomasa y aceite esencial. Se encontró diferencia química cualitativa y cuantitativa fueron encontrados en los componentes de aceites esenciales entre los tratamientos. (Pinto, Forraz, Bertolucci, Silveira, Santos, Silva, 2014). p321

En el año 2017, se realizó una investigación sobre la espectrometría de seis cubiertas poliméricas, así como del dosel del cultivo en *Euphorbia pulcherrima* (Willd, ex klozch) y su efecto en el desarrollo vegetal y calidad floral. Reporta que en general las propiedades espectrales de la película de Polietileno de alta densidad y de la Malla sombra cristal tuvieron un efecto en el desarrollo y calidad del cultivo en la localidad de Las Encinas, municipio de Ramos Arizpe, Coahuila, México, mientras que, en la localidad de Las Enramadas, municipio de Sabinas Hidalgo, Nuevo León México. Los valores más altos fueron obtenidos por las cubiertas de Policarbonato rojo y azul, sin embargo, carecían de calidad floral al mostrar un crecimiento alargado (Cardeña, 2017). p1

1.2. Bases teóricas

Cultivo protegido de hortalizas

La horticultura a campo abierto se vuelve muy contaminante e insostenible. Una alternativa productiva pueden ser los sistemas de cultivos protegidos, en los que se usan estructuras, materiales y equipo; posibilitan la producción de hortalizas en climas adversos y facilitan el control de plagas y enfermedades. Estos sistemas se han usado ampliamente a nivel mundial con gran éxito, pero a nivel del trópico es necesaria la investigación en este campo con el objetivo de implementar o modificar el sistema para que

favorezca la producción sostenible de hortalizas (Ramírez, & Nienhuis, 2012). <https://doi.org/10.18845/tm.v25i2.303>.

Estructuras utilizadas en la agricultura protegida

El empleo de invernaderos y la agricultura protegida están contribuyendo ampliamente en la producción de alimentos y en el desarrollo de varias zonas agrícolas. En años recientes, los cultivos hortícolas han presentado tendencia hacia la obtención de producción anticipada o fuera de estación, en condiciones diferentes a aquellas en las que tradicionalmente se cultivaban a campo abierto. Esta tendencia ha creado la necesidad de usar diversos elementos, herramientas, materiales y estructuras en la protección de cultivos con la finalidad de obtener productos de mejor calidad. A esta actividad se le conoce como agricultura protegida (también llamada horticultura protegida) y en gran medida ha sido propiciada por el desarrollo de materiales plásticos agrícolas. Las estructuras más utilizadas de la agricultura protegida son los invernaderos, malla sombra, túneles altos y bajos (Júarez, P. Bugarín, R. Castro, R. Sánchez, L. Cruz-Crespo, E. Juárez, R. Alejo, 2011).

Huerto familiar y agricultura urbana

Manifiesta que el diseño de alternativas productivas para impulsar la Agricultura Urbana, permiten iniciar una huerta en diversos contenedores para aprovechar pequeños espacios como patios, terrazas, techos y balcones (Schonwald, Pescio, 2015).

Alternativas para adecuarse y mitigar el impacto del cambio climático

La agricultura y la ganadería en el mundo aportan alrededor de la tercera parte de los gases contaminantes de efecto invernadero, producto tanto de un inadecuado manejo de las fuentes químicas a base de nitrógeno, como de los procesos de desintegración de la materia orgánica por la labranza en los suelos agrícolas o, en su caso, la emisión de metano del ganado. No obstante, ambas actividades tienen diversas alternativas para adecuarse y mitigar el impacto del cambio climático global, el cual deberá ser estudiado

a nivel de regiones agrícolas y ganaderas, ya que el efecto del cambio climático será diferente en todo el planeta, pues el clima local a su vez depende de la latitud y altura de cada zona estudiada (Valadez, Contreras, Ancheyta, Zaragoza, Pérez, Blas, 2012).

Metodología para ampliar la cobertura de la educación ambiental

La tecnología es una herramienta que nos proporciona una amplia gama de posibilidades que podemos explotar para poder fortalecer nuestras capacidades intelectuales y funcionales. La característica más importante de este trabajo es haber podido utilizar la tecnología para brindarle al alumno o interesado un apoyo en su formación en el área de la jardinería comestible y a su vez educarlo un poco sobre el medio ambiente, o simplemente el deleitarse con una programación lógica de nivel bajo, donde puede obtener unos minutos de relajación al observar imágenes orgánicas, hibridadas con expresiones textuales básicas sobre la biología y el medio ambiente (Peredo, 2017).

Agricultura sostenible en ecosistemas de alta montaña

El intento por favorecer la prevalencia de un modelo altamente productivo e intensivo en el uso del suelo ha conllevado al detrimento de la diversidad socio-ecológica, la rápida expansión de la frontera agropecuaria en áreas estratégicas, la pérdida del conocimiento tradicional sobre el uso de la tierra y el bajo rendimiento de los cultivos que ha implicado mayor incorporación de fertilizantes al suelo amenazando estos sistemas vulnerables en la alta montaña (Ruiz, Martinez, Figueroa, (2015).

1.3 Definición de términos básicos

Hortaliza. La palabra hortaliza deriva de "hortal", término que proviene del latín hortalis = huerto y significa verduras y demás plantas comestibles que se cultivan en huertas. Las hortalizas son plantas herbáceas utilizadas para la alimentación del hombre, quien aprovecha su bajo contenido de calorías y sus altos contenidos de proteínas, minerales y vitaminas. Su característica

esencial es que se emplean sin sufrir ninguna transformación industrial y se cultivan en forma intensiva, requiriéndose en muchos casos mucha mano de obra. El término hortaliza incluye a las verduras y a las legumbres verdes como las habas y los guisantes (Gabriel, Crespo, 2013).

Ecotecnia. Es un instrumento desarrollado para aprovechar eficientemente los recursos naturales y materiales y permitir la elaboración de productos y servicios, así como el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y materiales diversos para la vida diaria; se podrán elegir las ecotecnias que mejor atiendan las necesidades y se adapten a nuestro entorno, usos y costumbres, así como a los materiales disponibles en nuestras comunidades (ECOTECNIAS | Curso: ECOLOGÍA (wordpress.com)).

Huerto familiar. Es una pequeña parcela que se dedica al cultivo de 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, 2010).
p4

Agricultura protegida. La agricultura protegida es donde se utiliza estructuras construidas para proteger de restricciones que el medio impone al desarrollo de las plantas, reducen las condiciones restrictivas del clima sobre los vegetales, de acuerdo a los requerimientos climáticos de cada especie y en concordancia con los factores climáticos de cada región (Júarez, Bugarín, Castro, Sánchez, Cruz-Crespo, Juárez, 2011). p20

Intensidad de luz. Cantidad y calidad de la luz afectan el crecimiento de los cultivos, la calidad es difícil de manipular, especialmente en el campo, la intensidad de luz puede ser manipulada con uso de mallas sombra, ajustando la densidad y fecha de siembra, los cultivos de estación cálida tienden a requerir una mayor intensidad de luz en comparación con los cultivos de estación fría (Gandarillas, 2013)p. 15

Fotosíntesis y radiación solar. La fotosíntesis acumula energía bioquímica, partiendo del agua y del dióxido de carbono en presencia de luz.

https://www.agro-tecnologia-tropical.com/la_sombra_.html

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Variables y su operacionalización

Variables

Variable independiente

X. Periodo de luz solar

Variable dependiente

Y. Comportamiento fenotípico

Operacionalización *

X. Periodo de luz solar

X₁. Periodo "campo abierto"

X₂. Luz solar a partir de las 9.0 am "aluminizada"

X₃. Luz solar todo el día "alumnizada"

X₄. Luz solar a hasta las 3.0 pm "aluminizada"

Y. Comportamiento fenotípico

Y₁. Altura de planta

Y₂. Largo de raíces

Y₃. Diámetro de atado

Y₄. Cantidad de plantas/atado

Y₅. Peso total de planta

*Cuadro de operacionalización de las variables se presenta en anexo.

2.2. Formulación de la hipótesis

En promedio de repeticiones, existe efecto de los periodos de luz solar en el comportamiento fenotípico de *Coriandrum sativum* L. en casa malla aluminet, Loreto.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

Tipo de investigación transversal - analítico. Nivel de la investigación explicativo - eminentemente cuantitativo. Diseño de la investigación experimental.

3.2. Población y muestra

La población de estudio está constituida para todas las plantas de culantro que se cultivan bajo las condiciones de clima y suelo en la región Loreto.

El tamaño de la muestra lo constituyen 8 matas de culantro por tratamiento

3.3. Técnica e instrumentos

La técnica utilizada fue de observación directa, registro de datos biométricos de cada unidad de estudio que corresponde a un surco obteniendo una mata de todas las plantas. Para los análisis de laboratorio de suelos se muestreo la unidad experimental un kilo de sustrato aleatoriamente de todo el campo experimental: Para el cultivo de culantro, se midieron los datos de desarrollo de la planta. Los instrumentos utilizados fueron: Balanza digital, vernier o pie de rey, regla milimetrada.

3.4. Procedimientos de recolección de datos

Se construyeron las camas hortícolas en una superficie de 1.20 x 2.0 m a 0.30 cm de alto, en un suelo mullido, incorporado material compostada a razón de 5 kg. Se sembró en líneas a chorro continuo, a un espacio entre líneas o hileras de 0.20 m. Durante el cultivo se le brindó los cuidados necesarios, según los requerimientos de riego y de cultivo. La siembra de la semilla fue directa a chorro continuo y por golpe, depositadas en surcos de 3.0 cm de profundidad y 3.0 cm de ancho en una cantidad aproximada de 50 semillas por línea o surco de 1.0 de largo, enterrándose las semillas cubierto

con el suelo para su germinación. El 8 de abril se contruyó las camas, abonamiento 5 de mayo, el 10 de mayo se aplicó un insecticida orgánico, siembra 10 de mayo, escalificación del culantro 9 de junio, cosecha en 27 de julio.

Evaluación de las variables

Altura de atado (cm). Tomada desde el suelo hasta el punto más alto de la planta.

Ancho de atado (cm). Comprende medir la extensión del follaje cosechado

Cantidad de plantas por atado. Contados al momento de la evaluación.

Largo de raíz (g). Tomada al momento de la cosecha.

Peso total de planta (g). Tomada al momento de la cosecha.

3.5. Procesamiento y Análisis de Datos

La normalidad de los datos se determinó con el método gráfico de Q-Qplots contrastado con el método analítico de liliferords (L) mediante el uso de la media y la variancia estimada a través de la misma muestra de cada una de las variables respuestas. Para la homocedastecidad se utilizó 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. Se empleó el Análisis de variancia con un solo factor intersujetos el Diseño Irrestrictamente al Azar. Las comparaciones independientes se procesaron bajo la prueba Rangos Múltiples de Tukey al 5% con sus respectivos gráficos de efectos de las medias de los factores principales (efectos principales).

Los resultados se analizarón con el paquete SPSS Statistic Versión 23.0, el software InfoStat y el paquete Statigraphic a fin de comprobar si hay efecto del periodo de luz sobre las variables respuestas del culantro.

a. 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 el periodo de luz solar.

b. Modelo de tratamientos para el Análisis estadístico

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

Tabla 1. Niveles del factor principal en estudio

Trat.	Descripción
T0	Campo abierto
T1	Luz solar casa aluminet a partir de las 9.0 am
T2	Luz solar casa aluminet todo el día
T3	Luz solar casa aluminet hasta las 3.0 pm

c. Disposición experimental

Unidades experimentales

N° de tratamientos ----- 04

N° de repeticiones ----- 08

Total, de UE (tn= 04 x 08) ----- 32

Unidades de estudio

Total, de líneas por cama ----- 10

Total, de líneas por experimento----- 320

Área del área experimental (camas hortícolas)

Dentro de la casa malla aluminet

Largo ----- 24.0 m

Ancho ----- 9.0 m

Total área ----- 216.0 m²

d. Modelo fijo

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

Tabla 2. 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*

e. Esquema del Análisis de varianza

La fuente de variabilidad Periodo de luz solar expresa el modelo del diseño estadístico.

Tabla 3. Análisis de la varianza del DCA.

F.D.V	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Periodo de luz solar	3	Sctrat	SC/Gltrat	CMtrat/CMEE	F(Fc;Gltra;GIE.E.)
E.E.	28	Diferencia SCE.E./GIEE			
TOTAL	31	Sctotal			

3.6. 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, el análisis de varianza para el promedio altura de planta (cm), reporta diferencia estadística significativa en periodo de luz solar. El coeficiente de variación (10.20%) indica confiabilidad experimental.

Tabla 4. Análisis de la varianza (SC III) de altura de planta (cm)

Fuentes de variabilidad	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Periodo de luz solar	3	60.00	20.00	4.20	0.01206
Error aleatorio	36	171.60	4.77		
Total	39	231.60			

CV= 10.20%

- Significancia estadística ($p < 0.05$)

El Anva indica, que con una probabilidad de error del 1.2% que existe evidencia suficiente de un efecto del periodo de luz solar en la altura máxima promedio de planta (cm). Se realiza la prueba de comparaciones múltiples de Tukey debido a la significancia estadística para el factor principal.

Tabla 5. Prueba de Tukey de altura de planta (cm) del factor periodo de luz solar.

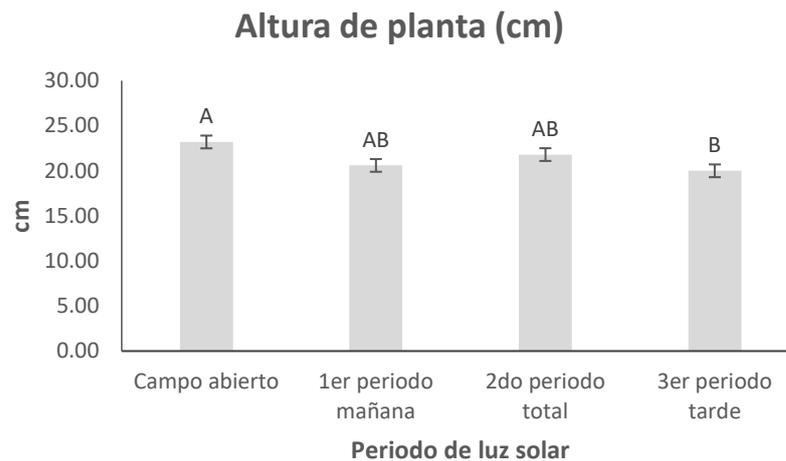
Periodo de luz solar	Medias	Sig.
Campo abierto	23.20	A
2do periodo total	21.80	A B
1er periodo		
mañana	20.60	A B
3er periodo tarde	20.00	B

- Promedio con letras iguales no difieren estadísticamente ($p < 0.05$)

En el cuadro 5, la prueba de Tukey indica mayor efecto de periodo de luz solar a campo abierto y promedio altura de planta (23.20 cm) frente al 3er

periodo tarde, el mismo que obtuvo el último lugar en el promedio (20.0cm). 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 periodo de luz solar para promedio de altura de planta (cm), según la prueba de Tukey.



*Promedio con letras iguales no difieren estadísticamente ($p > 0.05$)

El gráfico 1, muestra la disposición gerargica, donde la altura máxima promedio (cm) de planta con mayor valor con el periodo de luz solar a campo abierto, sin embargo, el comportamiento de altura de planta es indiferente cuando es cultivado a campo abierto y bajo casa de malla aluminizada con protección de todo el día y de protección desde las 9.0 am hasta la tarde. De este modo sólo muestra diferencia estadística significativa de cultivo tradicional a campo abierto con cultivo protegido bajo casa de malla aluminizada con periodo de luz solar de la tarde; así mismo se evidencia que no hay efecto estadísticamente significativo de los periodos de luz solar bajo la casa malla aluminizada sobre la altura promedio máxima de planta del culantro.

4.2. Largo de raíces (cm)

El cuadro 6, el análisis de varianza para el promedio largo de raíces (cm), reporta diferencia estadística no significativa en periodo de luz solar. El coeficiente de variación (11.55%) indica confiabilidad experimental.

Tabla 6. Análisis de la varianza (SC III) de largo de raíces (cm)

Fuentes de variabilidad	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Periodo de luz solar	3	6.88	2.29	1.08	0.37049
Error aleatorio	36	76.50	2.13		
Total	39	83.38			

CV= 11.55%

- Significancia estadística ($p < 0.05$)

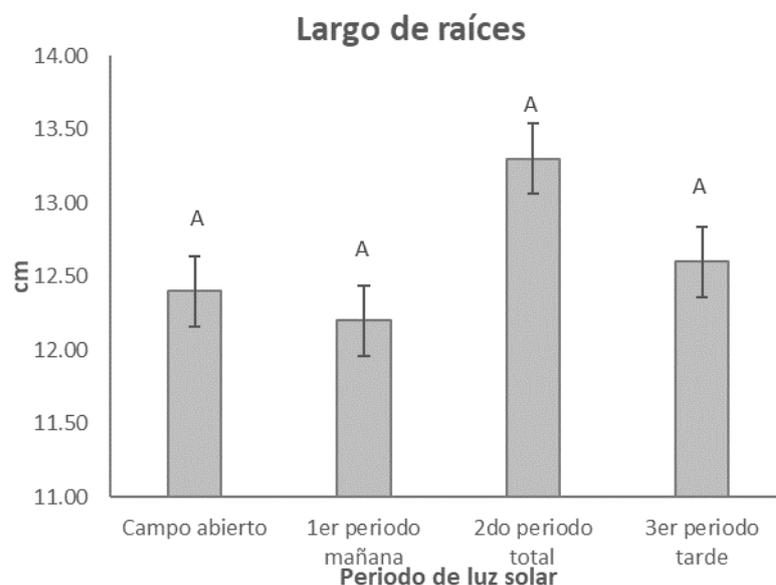
El Anva indica, que no hay efecto del periodo de luz solar en el largo máxima promedio (cm) de raíces. Se realiza muestra el cuadro de orden mérito al no ser necesario realizar la prueba de comparaciones múltiples de Tukey debido a la no significancia estadística para el factor principal.

Tabla 7. Número de orden de mérito de las medias del largo de raíces (cm) del factor periodo de luz solar.

Nº Ord.	Periodo de luz solar	Medias
1	2do periodo total	13.30
2	3er periodo tarde	12.60
3	Campo abierto	12.40
4	1er periodo mañana	12.20

En el cuadro 7, se muestra el ranking de superioridad numérica del largo máxima promedio (cm) de raíces por atados, logrando el primer lugar el cultivo protegido en casa malla aluminet, aquí las plantas reciben luz filtrada durante todo el periodo de iluminación solar, alcanzando el menor largo promedio las plantas que recibieron luz solar directa durante el periodo de la mañana (hasta las 9.0 am). Se muestra el gráfico de barras en relación al efecto fijo, categóricas, de agrupación y comparación sobre la respuesta altura de planta.

Gráfico 2. Efecto de periodo de luz solar para promedio de largo de raíces (cm)



*Promedio con letras iguales no difieren estadísticamente ($p > 0.05$), del Análisis de variancia de la razón F de Fisher.

El gráfico 2, muestra la disposición gerargica, donde el largo máxima promedio (cm) de raíces numéricamente es mayor con el 2do periodo de luz solar, a decir que la horticultura protegida brinda al cultivo de culantro condiciones lumínicas en el incremento radicular, sin embargo, el análisis de variancia reporta diferencia estadística no significativa, supone que el culantro se muestra indiferente asl ser cultivado en campo abierto o en ambientes protegidos, en este caso bajo casa de malla aluminizada en sus diferenes periodos de luz solar.

4.3. Diámetro de atado (cm)

El cuadro 8, la prueba de Kruskal Wallis para el promedio diámetro de atado (cm), reporta diferencia estadística no significativa en periodo de luz solar.

Tabla 8. Prueba de Kruskal Wallis de diámetro de atado (cm)

Periodo de luz solar	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p-valor
1er periodo mañana	10	21.85	2.03	22.25	6.74	0.079
2do periodo total	10	24.1	2.49	24.25		
3er periodo tarde	10	22.75	3.60	21.25		
Campo abierto	10	24.5	1.72	24.50		

- Significancia estadística ($p < 0.05$)

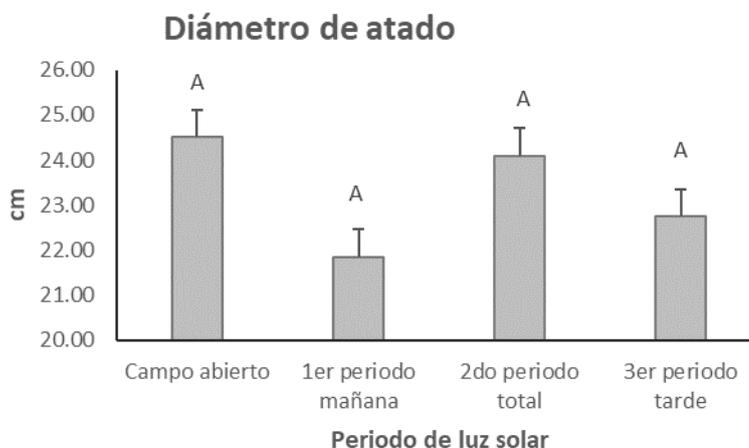
La prueba de K.W, indica que no hay efecto del periodo de luz solar en el diámetro de atado (cm). Se muestra el cuadro de orden debido a la no significancia estadística para el factor principal.

Tabla 9. Cuadro de orden de mérito de las medias del diámetro de atado (cm) del factor periodo de luz solar.

N° Ord.	Periodo de luz solar	Medias
1	Campo abierto	24.50
2	2do periodo total	24.10
3	3er periodo tarde	22.75
4	1er periodo mañana	21.85

En el cuadro 9, se muestra el ranking de superioridad numérica del diámetro máxima promedio de atado, logrando el primer lugar el cultivo a campo abierto, aquí las plantas reciben luz directa, alcanzando el menor largo promedio las plantas que recibieron luz solar directa durante el periodo de la mañana (hasta las 9.0 am). Se muestra el gráfico de barras en relación al efecto fijo, categóricas, de agrupación y comparación sobre la respuesta diámetro de atado.

Gráfico 3. Efecto de periodo de luz solar para promedio de diámetro de atado (cm)



*Promedio con letras iguales no difieren estadísticamente ($p > 0.05$), de la prueba de Kruskal Wallis.

El gráfico 3, muestra la disposición gerargica, donde el diámetro máxima promedio (cm) de atado numéricamente es mayor a campo abierto, comportándose esta variable muy similar en ambiente protegido casa de malla aluminet en todo periodo de luz solar, se evidencia que la horticultura protegida brinda al cultivo de culantro condiciones lumínicas en el incremento de diámetro de atado, sin embargo, la prueba de Kruskal Wallis reporta diferencia estadística no significativa, supone que el culantro se muestra indiferente asl ser cultivado en campo abierto o en ambientes protegidos, en este caso bajo casa de malla aluminizada en sus diferentes periodos de luz solar.

4.4. Cantidad de plantas por atado

El cuadro 10, la prueba de Kruskal Wallis para el promedio cantidad de plantas por atado, reporta diferencia estadística no significativa en periodo de luz solar.

Tabla 10. Prueba de Kruskal Wallis de cantidad de plantas por atado

Periodo de luz solar	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p-valor
1er periodo mañana	10	161.9	78.3	124.5	6.69	0.082
2do periodo total	10	156.2	41.7	155.5		
3er periodo tarde	10	154.1	56.1	142.0		
Campo abierto	10	106.8	34.0	101.5		

- Significancia estadística ($p < 0.05$)

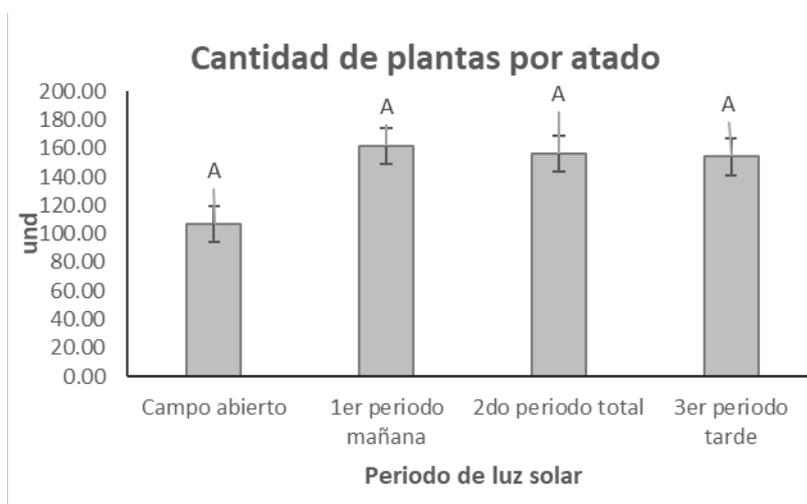
El χ^2 indica, que no hay efecto del periodo de luz solar en cantidad de plantas por atado. Se muestra el cuadro de orden mérito al no ser necesario realizar la prueba de comparaciones debido a la no significancia estadística para el factor principal.

Tabla 11. Cuadro de orden de mérito de las medias de la cantidad de plantas por atado del factor periodo de luz solar.

N° Ord.	Periodo de luz solar	Medias
1	1er periodo mañana	161.90
2	2do periodo total	156.20
3	3er periodo tarde	154.10
4	Campo abierto	106.80

En el cuadro 11, se muestra el ranking de superioridad numérica la cantidad de plantas máxima promedio por atado, logrando el primer lugar en ambiente protegido en el primer periodo de luz solar, alcanzando la menor cantidad promedio a campo abierto. Se muestra el gráfico de barras en relación al efecto fijo, categóricas, de agrupación y comparación sobre la respuesta cantidad de plantas por atado.

Gráfico 4. Efecto de periodo de luz solar para promedio de cantidad de plantas por atado.



*Promedio con letras iguales no difieren estadísticamente ($p > 0.05$), de la prueba de Kruskal Wallis.

El gráfico 4, muestra la disposición gerargica, donde cantidad de plantas máxima promedio (cm) por atado numéricamente es mayor en ambiente protegido casa de malla aluminet, se evidencia que la horticultura protegida brinda al cultivo de culantro condiciones lumínicas en el incremento de cantidad de plantas por atado, sin embargo, La prueba de Kruskal Wallis reporta diferencia estadística no significativa, supone que el culantro se muestra indiferente al ser cultivado en campo abierto o en ambientes protegidos, en este caso bajo casa de malla aluminizada en sus diferentes periodos de luz solar.

4.5. Peso total de atado (g)

El cuadro 12, el análisis de varianza para el promedio peso total de atado (g) reporta diferencia estadística no significativa en periodo de luz solar. El coeficiente de variación (30.13 %) sugiere asumir con discreción la confiabilidad experimental.

Tabla 12. Análisis de la varianza (SC III) del peso total por atado (g)

Fuentes de variabilidad	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Periodo de luz solar	3	84724.40	28241.47	1.66	0.19284
Error aleatorio	36	612443.20	17012.31		
Total	39	697167.60			

CV= 30.13%

- Significancia estadística ($p < 0.05$)

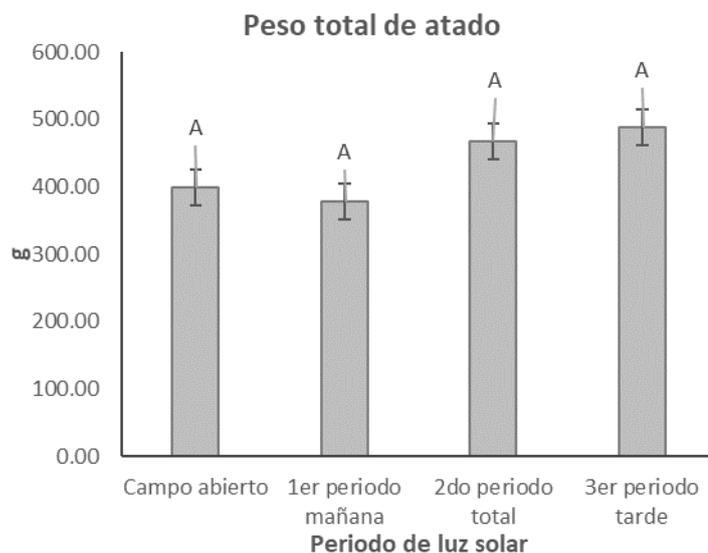
El Anva indica, que no hay efecto del periodo de luz solar en el peso total máxima promedio de atado (g). Se muestra el cuadro de orden mérito al no ser necesario realizar la prueba de comparaciones múltiples de Tukey debido a la no significancia estadística para el factor principal.

Tabla 13. Cuadro de orden de mérito de las medias del peso total de atado (g) del factor periodo de luz solar.

N° Ord.	Periodo de luz solar	Medias
1	3er periodo tarde	487.60
2	2do periodo total	468.00
3	Campo abierto	398.40
4	1er periodo mañana	377.60

En el cuadro 13, se muestra el ranking de superioridad numérica del peso total máxima promedio de atado, logrando el primer lugar el cultivo protegido en casa malla aluminet en el tercer y segundo periodo, alcanzando el menor peso total promedio las plantas que recibieron luz solar directa durante el periodo de la mañana (hasta las 9.0 am). Se muestra el gráfico de barras en relación al efecto fijo, categóricas, de agrupación y comparación sobre la respuesta.

Gráfico 5. Efecto de periodo de luz solar para promedio del peso total de atado (g)



*Promedio con letras iguales no difieren estadísticamente ($p > 0.05$)

El gráfico 5, muestra la disposición gerargica, donde el peso total máxima promedio (g) de atado numéricamente es mayor con el 3er y 2do periodo de luz solar, se infiere que la horticultura protegida brinda al cultivo de culantro condiciones lumínicas en el incremento del peso total por atado, sin embargo, el análisis de variancia reporta diferencia estadística no significativa, supone que el culantro se muestra indiferente así ser cultivado en campo abierto o en ambientes protegidos, en este caso bajo casa de malla aluminizada en sus diferentes periodos de luz solar.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

El análisis estadístico muestra el efecto de los periodos de luz solar en las características agronómicas, se evidencia suficiente efecto ($p < 0.05$) del periodo de luz solar en altura de planta, en campo abierto con 23.20 cm frente al 3er periodo tarde con 20.0 cm, sin embargo la altura muestra un buen comportamiento bajo la malla casa aluminet 100% con 21.80 cm, así mismo la altura de planta se muestra indiferente cultivado bajo la casa de malla en cualquier periodo de luz solar, el periodo de luz solar no tiene efecto ($p > 0.05$) en largo de raíces y el diámetro de atado, el comportamiento es similar en los diferentes periodos dentro y fuera de la casa de malla aluminet, sin embargo el largo de raíces con 13.30 cm numéricamente es superior a campo abierto con 12.60 cm y el diámetro de atado con 24.50 cm muestra superioridad numérica al primer periodo de luz con 21.85 cm.

En el rendimiento del culantro, los periodos de luz solar no muestran diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) para cantidad de plantas por atado y para peso total de atado (g), sin embargo la cantidad de plantas por atado numéricamente bajo casa de malla aluminet con un promedio de 157.40 es superior frente a campo abierto con un promedio de 106.8, y para peso total de atado numéricamente es superior bajo casa malla aluminet tercer periodo y total con un promedio de 477.80 frente a campo abierto con 398.4 g. El peso de mata es el resultado del buen comportamiento fotosintético del culantro cultivado en casa malla aluminet, tal como indica (Rigby, 2019) propicia un buen rendimiento en cultivo protegido.

El comportamiento del culantro cultivado en campo abierto versus casa malla aluminet para altura de planta 23.20 Vs 21.80 (+2.40 cm), largo de raíces 12.40 Vs 12.70 (-0.30 cm), diámetro de atado 24.5 Vs 22.90 (+1.60 cm), cantidad de plantas por atado 106.80 Vs 157.40 (-50.60 und.) y peso total por atado 398.40 Vs 444.40 (-46.00 g), se evidencia que la horticultura en ambiente protegido brinda al cultivo olerícola condiciones lumínicas favorables para las características agronómicas y para el rendimiento, la casa malla aluminizada con protección total de la luz solar directa propicia el desarrollo del cultivo de culantro.

CAPITULO VI: PROPUESTA

Promoción de implementación de sistemas de cultivos protegidos en la horticultura tropical, como una alternativa productiva sostenible en respuesta al cambio climático. Que la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana se constituya en una entidad que lidere la investigación científica e innovación tecnológica en horticultura tropical con responsabilidad climática en nuestra región amazónica frente a la necesidad de adecuación y mitigación al impacto del cambio climático global. Investigación a nivel de trópico en aspectos ambientales con reingeniería en sistemas que emplee, herramientas, materiales y estructuras preferentemente disponible en la región en la horticultura protegida y obtener mayor productividad y rentabilidad en comparación a técnicas no convencionales. Empleo de técnicas de manejo de hortalizas bajo ambientes protegidos que contraresten los diversos factores edafoclimáticos y biológicos determinantes de la producción, como alta incidencia de plagas y enfermedades, invasión agresiva de malezas, alta temperatura, elevadas precipitaciones, baja fertilidad de los suelos. Innovación orientada a dos grandes áreas de investigación: (1) Infraestructura hortícola, basado en ambientes protegidos y tecnologías productivas como sistemas de riego, hidroponía, organoponía, plasticultura y (2) Manejo agronómico con insumos ecoeficientes, carbón, micorrizas, biochat, mulch orgánico e inorgánico, sustratos orgánicos biológicos.

CAPITULO VII: CONCLUSIONES

De los resultados presentados en el presente trabajo, se muestra en relación a los objetivos específicos definidos en el plan de investigación: Determinar el mejor efecto de los periodos de luz solar en las características agronómicas. Determinar el mejor efecto de los periodos de luz solar en el rendimiento. Analizar el comportamiento del culantro en ambiente protegido bajo la casa malla aluminet frente al cultivo tradicional. Puesto que la razón-F y la prueba de Kruskal Wallis muestran que no existe una diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.05$) entre la media de periodos de luz solar a campo abierto y bajo casa malla aluminizada a la mayoría de las variables respuestas, se concluye que:

Efecto de los periodos de luz solar en las características agronómicas. En las características agronómicas, los periodos de luz solamente son significativa para altura máxima promedio (cm) de planta cuando es cultivado a campo abierto frente al ambiente protegido casa malla aluminizada en el periodo de 9.0 am, mientras que el largo de raíces y el diámetro de atado se muestran indiferentes a las condiciones de cultivo. El cultivo de culantro en ambiente protegido bajo casa de malla aluminizada presenta buenas características agronómicas.

Efecto de los periodos de luz solar en el rendimiento. En el rendimiento, los periodos de luz solar no muestran diferencias estadísticas significativas para cantidad de plantas por atado y para peso total de atado (g) del culantro, el comportamiento del rendimiento es indiferente cultivado en ambiente protegido bajo casa de malla aluminet y tradicional. El cultivo de culantro en ambiente protegido bajo casa de malla aluminizada presenta buen rendimiento.

Comportamiento del culantro en ambiente protegido bajo la casa malla aluminet frente al cultivo tradicional. El cultivo de culantro presenta buen

comportamiento en ambiente protegido bajo la casa malla aluminet frente al cultivo tradicional, se evidencia que la horticultura en ambiente protegido brinda al cultivo olerícola condiciones lumínicas favorables para las características agronómicas y para el rendimiento, la casa malla aluminizada con protección total de la luz solar directa propicia el desarrollo del cultivo de culantro.

CAPITULO VIII: RECOMENDACIONES

Planificar otros ensayos innovadores en condiciones de ambientes protegidos bajo casa de malla aluminizada y determinar mejores técnicas sobre las características vegetativas y de rendimiento del culantro debido a su buen comportamiento en la presente investigación.

Implementar sistemas que favorezca la producción sostenible de hortalizas en el trópico y como una alternativa productiva pueden ser los sistemas de cultivos protegidos que posibilitan mejor comportamiento en condiciones adversos que faciliten el control de plagas y enfermedades, malezas y manejo eficiente de riego, nutrientes, precipitación y de alta temperatura.

Fomento de la universidad en la iniciativa de realizar investigaciones para mejorar el conocimiento y la transferencia de diversas alternativas de adecuación y mitigación a nivel de la región ya que el efecto del cambio climático es diferente en todo el planeta.

CAPITULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayala-Tafoya, F.; Zatarain-López, D.; Valenzuela-López, M.; Partida-Ruvalcaba, L.; Velázquez-Alcaraz, T.; Díaz-Valdés, T.; Osuna-Sánchez, J. (2011). *Crecimiento y rendimiento de tomate en respuesta a radiación solar transmitida por mallas sombra*. 403–410. <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v29n4/2395-8030-tl-29-04-00403.pdf>
- Ayala-Tafoya, F. Sánchez-Madrid, R. Partida-Ruvalcaba, L. Yañez-Juárez, G. RuizEspinoza, F. Velázquez, T. Valenzuela-López, M. Parra-Delgado, M.-Es. (2015). Producción de pimiento morrón con mallas sombra de colores. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 38(1), 93–99.
- 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.
- Díaz, H. (2019). *Evaluación de la adaptabilidad de tres variedades de cultivo de col (Brassica sp.), en el distrito de Lamas*. <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>
- Flores, F. (2014). *Efecto de tres niveles de compost en el rendimiento del cultivo de repollo (Brassica oleraceae L). En Yurimaguas*. Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto.
- Frutos, V.; Pérez M.; Risco, D. (2016). Efecto de diferentes mulches orgánicos sobre el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Italica*) en Ecuador. *Idesia*, 34, 61–66. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292016005000038.62>
- Gabriel, J. Crespo, M. D. D. (2013). *Curso sobre producción de hortalizas de alta calidad para el mercado interno*.
- Ibarra, Y. (2011). Influencia 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.
- Juárez, 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.

Luján, L. (2018). *Producción de tomates cherry por organoponia con aplicación de sustrato y extracto de Stevia rebaudiana Bertoni bajo cobertor de cultivo en la estación experimental El Mantaro Jauja*. Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Agonomía.

Munroe, G. (2007). *Manual of On-Farm Vermicomposting and Vermiculture. Organic Agriculture Centre of Canada*, 40. https://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Abteilungen/sandec/E-Learning/Moocs/Solid_Waste/W4/Manual_On_Farm_Vermicomposting_Vermiculture.pdf

Ocampo, J. (2010). Manual Básico "Produccion De Hortalizas". In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Primera, Vol. 90, Issue 1).

Peredo, G. (2017). *Curso en línea teórico-práctico (Jardinería Comestible) una propuesta metodológica para ampliar la cobertura de la educación ambiental*. 9(17), 59. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2016.17.58150>

Puerta, A., García, L. , Sangiacomo, M., Gómez, D., GARbi, M. (2014). *Efecto del agregado de lombricomposto al sustrato de siembra para la producción de plántulas de lechuga y repollo*.

Quintero, F., Gonzalez, C., Guzmán, J. (2011). Sustratos para cultivos hortícolas y flores de corte mar. In E. U. N. de Colombia (Ed.), *Quintero, M.; Gonzales C.; Guzmán, J.* (Primera, Vol. 41, Issue 1).

River, W. (2016). *Humus de lombriz en el rendimiento de brócoli (Brassica oleracea L.) cv. "Legacy" bajo cobertura de plástico y mulch orgánico en sistema de riego por goteo en Cayma-Arequipa: Vol. X*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

Rojas, L. M., Hernandez, M. F., & Mata, J. S. (2019). " *Proporciones de vermicompost : arena en el cultivo de Quínoa (Chenopodium quinua willd) desarrollado en malla sombra .*" Tecnológico Nacional de México.

Ruiz, D.; Martinez, J.; Figueroa, A. (2015). Agricultura sostenible en ecosistemas de alta montaña. *Biotechnology En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(1), 129. [https://doi.org/10.18684/bsaa\(13\)129-138](https://doi.org/10.18684/bsaa(13)129-138)

Santos, B.; Obregón-Olivas, H.; Salamé-Donoso, T. (2010). Producción de

Hortalizas en Ambientes Protegidos: Estructuras para la Agricultura Protegida. *Revista Ciencia*, 1–5.

Schonwald, J; Pescio, F. (2015). *Mi casa, mi huerta: técnicas de agricultura urbana*.

Studt, S. (2010). Uso de larvas de mosca soldado negro (*hermetia illucens*) para el manejo de residuos municipales orgánicos en el campus de la Universidad Earth, Costa Rica. In *Tesis*. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Biología.

Valadez, M. Contreras, J., Ancheyta, G., Zaragoza, J., Pérez, M., Blas, R. (2012). *Los recursos naturales suelo , agua y biodiversidad Propuestas para su aprovechamiento* (E. Costa-Amic. (ed.); Primera).

Vergara, W. (2010). La ganadería extensiva y el problema agrario. El reto de un modelo de desarrollo rural sustentable para Colombia. *Revista Ciencia Animal*, 3, 45–53. <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ca/article/view/350>

Referencia en https.

Ramírez-Vargas, C., & Nienhuis, J. (2012). Cultivo protegido de hortalizas en Costa Rica. *Revista Tecnología En Marcha*, 25(2), pág. 10-20. <https://doi.org/10.18845/tm.v25i2.303>

<https://ecocosas.com/agroecologia/organoponia/>

<https://www.yara.com.pe/nutricion-vegetal/brassicas/principios-agronomicos/>

<https://www.medigraphic.com/pdfs/periodontologia/mp-2010/mp101h.pdf>

ANEXOS

Datos originales

n	Periodo de luz solar	Altura de planta (cm)	Largo de raíces (cm)	Diámetro de atado (cm)	Cant. plantas /atado	Peso total de atado (g)
1	Campo abierto	23.00	11.00	24.50	152	468.00
2	Campo abierto	24.00	12.00	26.50	126	534.00
3	Campo abierto	19.00	12.00	21.50	150	436.00
4	Campo abierto	27.00	15.00	23.00	77	306.00
5	Campo abierto	22.00	13.00	24.00	74	342.00
6	Campo abierto	24.00	14.00	23.00	57	308.00
7	Campo abierto	29.00	11.00	27.00	108	432.00
8	Campo abierto	23.00	13.00	24.50	95	322.00
9	Campo abierto	19.00	11.00	25.00	88	426.00
10	Campo abierto	22.00	12.00	26.00	141	410.00
11	1er periodo mañana	21.00	11.00	23.50	127	394.00
12	1er periodo mañana	20.00	10.00	21.00	122	430.00
13	1er periodo mañana	22.00	12.00	22.00	120	420.00
14	1er periodo mañana	22.00	12.00	25.00	210	406.00
15	1er periodo mañana	21.00	12.00	23.00	320	582.00
16	1er periodo mañana	20.00	12.00	22.50	249	452.00
17	1er periodo mañana	18.00	13.00	17.50	187	340.00
18	1er periodo mañana	20.00	13.00	21.00	121	272.00
19	1er periodo mañana	20.00	12.00	22.50	98	238.00
20	1er periodo mañana	22.00	15.00	20.50	65	242.00
21	2do periodo total	21.00	12.00	21.50	224	548.00
22	2do periodo total	19.00	16.00	20.00	74	276.00
23	2do periodo total	20.00	12.00	26.50	151	466.00
24	2do periodo total	25.00	14.00	21.50	206	688.00
25	2do periodo total	24.00	12.00	28.00	160	406.00
26	2do periodo total	24.00	12.00	24.50	146	524.00
27	2do periodo total	23.00	11.00	24.00	143	544.00
28	2do periodo total	21.00	13.00	25.00	163	356.00
29	2do periodo total	21.00	17.00	24.00	122	334.00
30	2do periodo total	20.00	14.00	26.00	173	538.00
31	3er periodo tarde	18.00	11.00	20.00	131	392.00
32	3er periodo tarde	20.00	12.00	19.50	135	510.00
33	3er periodo tarde	22.00	14.00	20.50	130	402.00
34	3er periodo tarde	19.00	14.00	19.50	75	286.00
35	3er periodo tarde	20.00	12.00	22.00	154	448.00
36	3er periodo tarde	22.00	14.00	29.50	150	520.00
37	3er periodo tarde	20.00	13.00	26.00	149	516.00
38	3er periodo tarde	19.00	12.00	26.00	274	798.00
39	3er periodo tarde	23.00	12.00	25.00	224	784.00
40	3er periodo tarde	17.00	12.00	19.50	119	220.00
Promedio general/variable		21.40	12.63	23.30	144.75	432.90
r =	Q-Q-plot	0.967	0.941	0.993	0.963	0.970
Norm	Shapiro W.	0.86	0.06	0.67	0.31	0.41
Heter	Levine	0.19	0.24	0.02	0.06	0.18

Anexo 1: Análisis de suelo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES



ANÁLISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE: ING. JULIO PINEDO JIMÉNEZ
 DEPARTAMENTO: LORETO
 PROVINCIA: MAYNAS
 DISTRITO: ZUNGAROCOCHA

FECHA DE MUESTREO: 10/05/2021
 CULTIVO: CULANTRO
 FECHA DE REPORTE : 06/08/2021
 MUESTRA: ÚNICA

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)						% Sat. Bas.	% Aci. Inter
	% Arena	% Arcilla	% Limo									Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺		
1	49.5	33.2	17.3	F Arcillo Arenoso	5.2	25.36	1.94	0.1	5.8	96.32	7.73	6.12	0.45	0.2	0.1	0.86	1.32	89	17

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ⁺³	Al ⁺³ +H ⁺
5.15	25.36	1.94	0.097	5.78	96.32	6.12	0.45	0.05	0	1.32
Fuertemente ácido	No hay problemas de sales	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Muy bajo	Muy bajo	Alto	Alto

da \rightarrow 1.28 t/m³

SOLICITANTE: ING. JULIO PINEDO JIMÉNEZ

CULTIVO: CULANTRO

Existencia en suelo		Extracción de 3000 kg/ha Culantro		Balance		Reposición con fertilización orgánica mínima			
N	15.6 kg/ha	N	120	kg/ha	-104.4	Guano de isla	948.69 kg/ha		g/planta
P ₂ O ₅	2.1 kg/ha	P ₂ O ₅	45	kg/ha	-42.9	Roca fosfórica		kg/ha	g/planta
K ₂ O	82.9 kg/ha	K ₂ O	200	kg/ha	-117.1	Sulfato de potasio	262.37 kg/ha		g/planta
MgO	9.3 kg/ha	MgO	30	kg/ha	-20.7	Sulpomag	164.27 kg/ha		g/planta
CaO	175.5 kg/ha	CaO	30	kg/ha	145.5			kg/ha	g/planta
						Yaramila Hidran		kg/ha	g/planta

Existencia en suelo		Extracción de 3000 kg/ha Culantro		Balance		Reposición con fertilización química mínima			
N	15.6 kg/ha	N	120	kg/ha	-104.4	Urea	324.09 kg/ha		g/planta
P ₂ O ₅	2.1 kg/ha	P ₂ O ₅	45	kg/ha	-42.9	Superfosfato triple de Calcio	133.17 kg/ha		g/planta
K ₂ O	82.9 kg/ha	K ₂ O	200	kg/ha	-117.1	Sulfato de potasio	262.37 kg/ha		g/planta
MgO	9.3 kg/ha	MgO	30	kg/ha	-20.7	Sulpomag	164.27 kg/ha		g/planta
CaO	175.5 kg/ha	CaO	30	kg/ha	145.5			kg/ha	g/planta
						Yaramila Hidran	0.00 kg/ha		g/planta

La presente recomendación se hace considerando que se quiere obtener una producción de 5500 kg/ha de Culantro, observando que el suelo es de fertilidad media por los niveles de los siguientes parámetros:

pH \rightarrow Fuertemente ácido
 N \rightarrow Bajo K \rightarrow Bajo Al⁺³ + H⁺ \rightarrow Alto
 P \rightarrow Bajo Clase textural \rightarrow Arcillo Arenoso Distanciamiento \rightarrow

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
948.69	kg de Guano de isla por hectárea	324.09	kg de Urea por hectárea
0.00	kg de Roca fosfórica por hectárea	133.17	kg de Superfosfato triple de calcio por hectárea
262.37	kg de Sulfato de potasio por hectárea	262.37	kg de Sulfato de potasio por hectárea
164.27	kg de Sulpomag por hectárea	164.27	kg de Sulpomag por hectárea
0.00		0.00	

Jr. Amaranca Cdra 3
 Ciudad Universitaria
 Distrito de Morales - San Martín

Correo: cvverde@unsm.edu.pe
 Telf. 983800927

Ing. Carlos Verde Gilbau
 Lab. de Análisis de Suelos y Folares
 UNSM - TARAPOTO
 Facultad de Ciencias Agrarias

Anexo 2: Datos meteorológicos

 PERÚ Ministerio del Ambiente		Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI		DIRECCIÓN ZONAL 8		 DICENTENARIO PERÚ 2021	
"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres" "Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"							
ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA ORDINARIA "AMAZONAS" DATOS METEOROLÓGICOS DEL SECTOR DE IQUITOS							
Latitud : 03° 45' 50.3"S		Departamento : Loreto		Provincia : Maynas		Distrito : Iquitos	
Longitud : 73° 15' 17.7"W		Altitud : 113 m.s.n.m.					
JUNIO - 2021							
DÍA	T. Máx. (°C)	T. Mín (°C)	H/R (%)	PP (mm)			
01	32.4	22.8	85	0.0			
02	33.2	24.4	84	0.0			
03	29.8	24	89	0.0			
04	28.2	23.6	93	29.5			
05	31.4	23.2	86	10.6			
06	31.6	23.6	88	7.3			
07	31.2	23.6	94	0.1			
08	33.4	23.2	81	0.0			
09	34.4	24.0	79	0.0			
10	33.6	23.6	83	0.0			
11	33.6	23.4	81	0.0			
12	28.8	24.2	97	9.7			
13	28.6	22.4	89	0.0			
14	31.2	23.4	84	0.0			
15	32.4	24.2	88	40.4			
16	30.2	22.8	91	0.4			
17	31.2	23.2	86	10.2			
18	29.2	23.2	91	2.4			
19	31.6	23.0	83	1.0			
20	30.8	23.6	92	52.3			
21	32.4	22.8	85	27.1			
22	31.0	22.8	83	9.7			
23	32.8	22.2	80	0.0			
24	32.0	22.8	79	0.0			
25	32.2	23.2	87	0.0			
26	34.0	22.8	75	0.0			
27	32.2	23.8	82	0.0			
28	32.4	22.8	81	4.2			
29	28.2	23.2	94	0.8			
30	19.8	15.6	87	0.0			
Información preparada para JOSUE VARELA VÁSQUEZ REF. OFICIO N°0107-D-FA-UNAP-2020 INGT.							
IQUITOS, 29 de septiembre de 2021							
Firmado Digitalmente MARCO ANTONIO PAREDES RIVEROS DIRECTOR ZONAL 8							

Av. Cornejo Portugal N°1842 - Iquitos
 Teléfono: 063-264804 - 96363643
 Email: mparedes@senamhi.gob.pe
 www.senamhi.gob.pe



PERÚ Ministerio del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI

Dirección Zonal 8



BICENTENARIO PERÚ 2021

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia"

**ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA ORDINARIA "AMAZONAS"
DATOS METEOROLÓGICOS DEL SECTOR DE IQUITOS**

Latitud : 03° 45' 50.3"S Departamento: Loreto
Longitud : 73° 15' 17.7"W Provincia: Maynas
Altitud : 113 m.s.n.m. Distrito: Iquitos

JUNIO - 2021

DÍA	T. Máx. (°C)	T. Mín (°C)	H/R (%)	PP (mm)
01	32.4	22.8	85	0.0
02	33.2	24.4	84	0.0
03	29.8	24	89	0.0
04	28.2	23.6	93	29.5
05	31.4	23.2	86	10.6
06	31.8	23.6	86	7.3
07	31.2	23.6	94	0.1
08	33.4	23.2	81	0.0
09	34.4	24.0	79	0.0
10	33.6	23.6	83	0.0
11	33.6	23.4	81	0.0
12	28.8	24.2	97	9.7
13	28.6	22.4	89	0.0
14	31.2	23.4	84	0.0
15	32.4	24.2	88	40.4
16	30.2	22.8	91	0.4
17	31.2	23.2	86	10.2
18	29.2	23.2	91	2.4
19	31.6	23.0	83	1.0
20	30.8	23.6	92	52.3
21	32.4	22.8	85	27.1
22	31.0	22.8	83	9.7
23	32.8	22.2	80	0.0
24	32.0	22.8	79	0.0
25	32.2	23.2	87	0.0
26	34.0	22.8	75	0.0
27	32.2	23.8	82	0.0
28	32.4	22.8	81	4.2
29	28.2	23.2	94	0.8
30	19.8	15.6	87	0.0

Información preparada para **JOSUE VARELA VÁSQUEZ**
REF. OFICIO N°0107-D-FA-UNAP-2020
/NGT.

Iquitos, 29 de septiembre de 2021

Firmado Digitalmente
MARCO ANTONIO PAREDES RIVEROS
DIRECTOR ZONAL 8

Av. Cornejo Portugal N°1842 - Iquitos
Teléfono: 065-264804 - 963636643
Email: mparedes@senamhi.gob.pe
www.senamhi.gob.pe

Anexo 3. Panel fotográfico

Casa malla aluminet. Con buena iluminación para el cultivo de culantro



Medida de altura de planta (cm)



Pesada del atado (g)

