



**UNAP**



**FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

**TESIS**

**“FRECUENCIA DE RIEGO CON BIOFERTILIZANTE FOLIAR  
EN LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS Y EL  
RENDIMIENTO EN *Coriandrum sativum* L.  
CULANTRO. LORETO”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:  
PAOLO VELA GOMEZ**

**ASESORES:  
Ing. JULIO PINEDO JIMENEZ, Dr.  
Ing. RONALD YALTA VEGA, M.Sc.**

**IQUITOS, PERÚ**

**2024**



**UNAP**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS No. 056-CGYT-FA-UNAP-2024.**

En Iquitos, a los 31 días del mes de julio del 2024, a horas 07:00pm, se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada: **"FRECUENCIA DE RIEGO CON BIOFERTILIZANTE FOLIAR EN LAS CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS Y EL RENDIMIENTO EN *Coriandrum sativum* L. CULANTRO. LORETO"**, aprobado con Resolución Decanal N°066-CGYT-FA-UNAP-2023, presentado por el Bachiller: **PAOLO VELA GOMEZ**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**, que otorga la Universidad de acuerdo a la Ley y Estatuto.

El Jurado Calificador y dictaminador designado mediante Resolución Decanal No.032-CGYT-FA-UNAP-2024, está integrado por:

Ing. VICTORIA REATEGUI QUISPE, Dra.	Presidente
Ing. RAFAEL CHAVEZ VASQUEZ, Dr.	Miembro
Ing. MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS, M.Sc.	Miembro

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

*Satisfactoriamente*

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

La sustentación pública y la Tesis han sido: *Aprobada* con la calificación *Buena*

Estando el Bachiller *Apto* para obtener el Título Profesional de

*Ingeniero Agrónomo*

Siendo las *9:00pm.*, se dio por terminado el acto **ACADÉMICO.**

Ing. VICTORIA REATEGUI QUISPE, Dra.  
Presidente

Ing. RAFAEL CHAVEZ VASQUEZ, Dr.  
Miembro

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

Ing. JULIO PINEDO JIMENEZ, Dr.  
Asesor

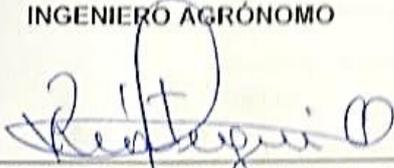
Ing. RONALD YALTA VEGA, M.Sc.  
Asesor

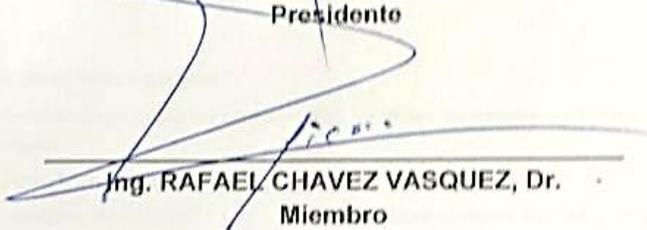
JURADO Y ASESORES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

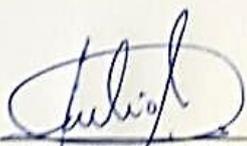
tesis aprobada en sustentación pública el 31 de julio del 2024, por el jurado Ad-Hoc  
nominado por el Comité de Grados y Títulos de la Facultad de Agronomía, para optar  
al título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

  
Ing. VICTORIA REATEGUI QUISPE, Dra.  
Presidente

  
Ing. RAFAEL CHAVEZ VASQUEZ, Dr.  
Miembro

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

  
Ing. JULIO PINEDO JIMENEZ, Dr.  
Asesor

  
Ing. RONALD YALTA VEGA, M.Sc.  
Asesor

  
Ing. FIDEL ASPAÑO VARELA, Dr.  
Decano



## RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**FA\_TESIS\_VELA GOMEZ.pdf**

AUTOR

**PAOLO VELA GOMEZ**

RECuento DE PALABRAS

**7182 Words**

RECuento DE CARACTERES

**36694 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**37 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**220.0KB**

FECHA DE ENTREGA

**Apr 20, 2024 1:32 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Apr 20, 2024 1:33 AM GMT-5**

### ● 26% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 25% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

Resumen

## **DEDICATORIA**

A Dios todo poderoso, a mi esposa, a mis hijos y a mis padres.

## AGRADECIMIENTO

**A mi papá y mamá,** que siempre me ha acompañado, que me dio la fuerza para culminar exitosamente mis objetivos trazados.

A mi alma Mater, la **Universidad Nacional de la Amazonía Peruana**, por brindarme la educación superior en forma exitosa a mi persona.

**Al Dr. Julio Pinedo Jimenez** y al **Ing. MSc. Ronald Yalta Vega**, por los acertados asesoramientos hacia mi persona.

A todas las personas que no he nombrado pero que de una o de otra forma contribuyeron a la realización de mi Tesis.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
PORTADA .....	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN .....	ii
JURADO Y ASESORES .....	iii
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD .....	iii
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	vii
ÍNDICE DE CUADROS .....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT .....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO .....	3
1.1. Antecedentes de la investigación.....	3
1.2. Bases teoricas .....	5
1.3. Definición de términos básicos.....	7
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES .....	8
2.1. Formulación de la hipótesis .....	8
2.1.1. Hipótesis general.....	8
2.1.2. Hipótesis específica.....	8
2.2. Identificación de las variables .....	8
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....	10
3.1. Ubicación del área de experimentación .....	10
3.2. Conducción del Experimento .....	10
3.3. Tipo de estudio y diseño metodológico .....	11
3.4. Diseño de la muestra .....	12
3.5. Criterios de selección.....	12
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	12
3.7. Tratamientos en estudio.....	13
3.8. Características del experimento.....	13
3.9. Procesamiento y análisis de información .....	14
3.10. Aspectos éticos .....	14
CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....	15
4.1. Altura de planta en cm. ....	15

4.2. Longitud de raíz en cm. ....	17
4.3. Cantidad de ramas por planta.....	19
4.4. Cantidad de hojas por planta .....	21
4.5. Cantidad de plantas por hilera .....	23
4.6. Peso total de plantas por hilera en g.....	25
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	27
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES .....	29
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES .....	30
CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	31
ANEXOS .....	33
1. Croquis del área experimental .....	34
2. Formato de evaluación .....	35
3. Análisis de caracterización del suelo .....	36
4. Características del biofertilizante foliar “Protowallpa” .....	37
5. Análisis físico-químico del biofertilizante “Protowallpa” .....	38
6. Datos originales .....	39
7. Galería fotográfica .....	40

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
Cuadro 1. Análisis de variancia de altura de planta (cm) .....	15
Cuadro 2. Promedios para Altura de planta (cm) .....	15
Cuadro 3. Análisis de variancia de Longitud de raíz (cm) .....	17
Cuadro 4. Promedio de Longitud de raíz (cm) .....	17
Cuadro 5. Análisis de variancia de Cantidad de ramas por planta .....	19
Cuadro 6. Promedio de la cantidad de ramas por planta .....	19
Cuadro 7. Análisis de variancia de cantidad de hojas por planta .....	21
Cuadro 8. Orden de mérito para cantidad de hojas por planta.....	21
Cuadro 9. Análisis de variancia de cantidad de plantas por hilera .....	23
Cuadro 10. Orden de mérito del Promedio de cantidad de plantas por hilera .....	23
Cuadro 11. Análisis de variancia de peso total de plantas por hilera (g) .....	25
Cuadro 12. Prueba de Tukey para peso total de plantas por hilera (g) .....	25

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	<b>Pág.</b>
Gráfico 1. Altura de planta (cm) .....	16
Gráfico 2. Longitud de raíz (cm).....	18
Gráfico 3. Cantidad de ramas por planta .....	20
Gráfico 4. Cantidad de hojas por planta.....	22
Gráfico 5. Cantidad de plantas por hilera.....	24
Gráfico 6. Peso total de plantas por hilera (g) .....	26

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de diferentes frecuencias de riego con biofertilizante foliar en el desarrollo agronómico y la productividad de *Coriandrum sativum* L. Culantro regional, utilizando un diseño experimental controlado, (DBCA) con 5 repeticiones; las plantas fueron regadas con biofertilizante foliar a intervalos de tres, seis y nueve días, con un testigo sin riego. Se midieron variables como altura de planta, longitud de raíces, cantidad de ramas y hojas, y peso total de la planta. Los resultados demostraron que la frecuencia de riego no tuvo un efecto significativo en la altura de la planta, longitud de raíces, cantidad de ramas y hojas, lo que indica que estos aspectos del desarrollo vegetativo no son afectados significativamente por la aplicación de biofertilizante foliar dentro de los rangos evaluados. Sin embargo, el peso total de la planta mostró diferencias significativas, siendo los tratamientos cada tres días superiores a los demás en términos de peso, con un p-valor  $< 0.01$  y un bajo coeficiente de variación (10.91%), lo que sugiere un efecto positivo de una mayor frecuencia de aplicación en la biomasa total del cultivo. Esta investigación aporta evidencia sobre la eficacia de los biofertilizantes foliares en aumentar la productividad del culantro mediante el incremento de la biomasa total, resaltando la importancia de ajustar las prácticas de riego para optimizar los resultados.

**Palabras clave:** Biomasa, Productividad, Diseño experimental, Biofertilizante foliar.

## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of different frequencies of foliar biofertilizer irrigation on the agronomic development and productivity of *Coriandrum sativum* L. Grand Rapid variety cilantro. Employing a controlled experimental design (CRBD) with 5 replications, plants were irrigated with foliar biofertilizer at intervals of three, six, and nine days, with an unwatered control. Variables such as plant height, root length, number of branches and leaves, and total plant weight were measured. The results demonstrated that the irrigation frequency did not have a significant effect on plant height, root length, number of branches and leaves, indicating that these aspects of vegetative development are not significantly affected by foliar biofertilizer application within the evaluated ranges. However, the total plant weight showed significant differences, with the treatments every three days being superior to the others in terms of weight, with a p-value < 0.01 and a low coefficient of variation (10.91%), suggesting a positive effect of increased application frequency on total crop biomass. This research provides evidence of the effectiveness of foliar biofertilizers in increasing cilantro productivity by enhancing total biomass, highlighting the importance of adjusting irrigation practices to optimize results.

Keywords: Biomass, Productivity, Experimental Design, Biofertilizer foliar.

## INTRODUCCIÓN

La situación problemática se centra en el cultivo de *Coriandrum sativum* L., también conocido como culantro, en la región de Loreto. El culantro es una planta herbácea ampliamente utilizada en la gastronomía local debido a su sabor distintivo y propiedades aromáticas, es así que es una planta aromática muy valorada en la cocina mexicana y es uno de los productos agrícolas destacados de Puebla que se exporta a los Estados Unidos (1). Sin embargo, los agricultores de la zona enfrentan desafíos relacionados con el manejo adecuado del riego y el uso de fertilizantes.

En particular, se ha observado que el rendimiento y las características agronómicas del culantro pueden verse afectados negativamente por prácticas de riego inadecuadas y la falta de un programa de fertilización adecuado. El uso de biofertilizantes foliares ha surgido como una alternativa prometedora para mejorar la productividad y la calidad de los cultivos, así ensayos con utilización de cepas nativas de microorganismos en la elaboración de biofertilizantes tienen mayor posibilidad de efectividad en el campo, por estar adaptados a las condiciones del suelo de cada región (2), pero su efectividad y la frecuencia de aplicación específica para el culantro en la región de Loreto aún no están bien establecidas.

Los agricultores enfrentan incertidumbre en cuanto a la frecuencia óptima de aplicación del biofertilizante foliar y el impacto que esto pueda tener en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del culantro. Una aplicación excesiva podría desperdiciar recursos y aumentar los costos de producción, mientras que una aplicación insuficiente podría no aprovechar completamente los beneficios potenciales del biofertilizante.

En este contexto, es esencial llevar a cabo investigaciones y ensayos agrícolas específicos para determinar la frecuencia de riego adecuada al utilizar biofertilizantes foliares y su impacto en las características agronómicas y el rendimiento del culantro

en la región de Loreto. Estos estudios proporcionarán a los agricultores información valiosa y práctica para mejorar la productividad de sus cultivos y tomar decisiones más informadas sobre el manejo del riego y la fertilización. Además, ayudarán a promover prácticas agrícolas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente en la zona.

¿De qué modo influye la frecuencia de riego con biofertilizante foliar en las Características agronómicas y el rendimiento en *Coriandrum sativum* L. Culantro en Loreto?

Determinar si la frecuencia de riego con biofertilizante foliar influye en las Características agronómicas y el rendimiento en *Coriandrum sativum* L. Culantro.

Determinar si la frecuencia de riego con biofertilizante foliar influye en las características agronómicas en *Coriandrum sativum* L. Culantro.

Determinar si la frecuencia de riego con biofertilizante foliar influye en el rendimiento en *Coriandrum sativum* L. Culantro.

Evaluar la efectividad del biofertilizante foliar como complemento de nutrición en el cultivo de culantro bajo las condiciones climáticas de la región Loreto.

La investigación sobre la frecuencia de riego con biofertilizante foliar en el cultivo de *Coriandrum sativum* L. (culantro) en la región de Loreto es de suma importancia. El culantro es un cultivo esencial para la gastronomía local y su producción influye en la economía regional. Al establecer la frecuencia óptima de aplicación del biofertilizante, se busca mejorar el rendimiento y la calidad del cultivo, lo que puede aumentar la productividad de los agricultores y contribuir al desarrollo sostenible de la agricultura en la zona.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes de la investigación

En el 2010 se se llevó a cabo un estudio en la Provincia de Imbabura, los tratamientos evaluados consistieron en distintos abonos orgánicos, a saber, Bovinaza en dosis de 10, 15 y 20 Tn/ha, Cuyasa en dosis de 25, 37.5 y 50 Tn/ha, y Humus de lombriz en dosis de 25, 37.5 y 50 Tn/ha. Este estudio se enfocó en evaluar el impacto de diferentes abonos orgánicos en el cultivo de cilantro, utilizando una variedad de semillas certificada y un diseño experimental riguroso. Los resultados obtenidos ayudarán a proporcionar información relevante sobre la eficacia de los distintos abonos orgánicos en el rendimiento y desarrollo del cultivo de cilantro, lo que puede ser de gran interés para los agricultores interesados en prácticas agrícolas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente (3).

En el año 2021, se llevó a cabo una investigación titulada "Efecto de fuentes de nutrición orgánicas e inorgánicas mezcladas con biofertilizantes en la producción y calidad de frutos de melón". El objetivo principal de este estudio fue evaluar el potencial de diferentes fuentes de nutrición, tanto orgánicas como inorgánicas, combinadas con biofertilizantes, para proporcionar elementos nutrimentales al cultivo de melón y analizar su respuesta en términos de rendimiento y calidad de los frutos, en comparación con la fertilización química convencional. Los resultados obtenidos revelaron que se logró reducir en un 33% la aplicación de fertilizante químico, en comparación con la dosis recomendada en la Comarca Lagunera. Además, se observó que estos tratamientos mejoraron el rendimiento del cultivo de melón en un 11% y un 9%, respectivamente (4).

En el año 2021, se llevó a cabo una investigación titulada "Evaluación de la fertilización a base de orina humana desinfectada en el crecimiento de cilantro

(*Coriandrum sativum* L.) en San Bernardino Tepenene, Puebla". El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la fertilización con orina humana desinfectada (OHD) en diferentes dosis (50, 75, 100, 125, 150 kg de N/ha-1), en comparación con la dosis de fertilizante químico (urea) (80 kg de N/ha-1) y sin fertilizante, en la altura y peso total del cilantro no encontraron significancia estadística, que se puede atribuir a otros factores inherentes a la fisiología del culantro (5).

En el año 2023, se llevó a cabo una investigación titulada "Producción de cilantro (*Coriandrum sativum*) mediante la aplicación de tres diferentes dosis de abonos orgánicos", siendo el objetivo principal evaluar la producción de cilantro mediante la aplicación de tres diferentes dosis de abonos orgánicos en el Cantón Pujilí. Las variables evaluadas en este estudio fueron el número de hojas, el diámetro del tallo (cm), el número de ramas, la altura de la planta (cm), el peso de la planta (g) y el peso neto de la parcela (g). Los resultados obtenidos mostraron que el tratamiento T7, que consistió en la aplicación de Compost junto con 2,8 kg/m<sup>2</sup> de abono orgánico, presentó los mejores resultados en las variables estudiadas. Específicamente, este tratamiento mostró una altura de planta de 23,67 cm, un número de ramas de 13,67 unidades, un número de hojas de 53,22 unidades, un diámetro del tallo de 1,10 cm, un peso neto de la planta de 13,67 g y un peso neto de la parcela de 0,60 kg. Además, se obtuvo un rendimiento de 2000,00 kg/ha (6).

El 2020 se evaluó un estudio en Teresina, Piauí que tuvo como objetivo abordar dos aspectos relacionados con el cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum*) CV. Verdão. En el primer ensayo, se combinaron diferentes concentraciones de urea (0.0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0 y 12.5 %) con tiempos de recolección (15, 22, 29 y 36 DAE) en lechos de suelo. En el segundo ensayo, se aplicaron diferentes concentraciones de urea (0.0, 2.5, 5.0, 7.5%) con la presencia o ausencia de

fertilización nitrogenada. Los resultados del estudio indicaron que la fertilización con nitrógeno no tuvo un efecto significativo en la altura de la planta, la longitud de la raíz y la masa fresca de los brotes y raíces. Sin embargo, se observó que concentraciones de urea superiores al 5.0% ocasionaron daño al follaje, lo que afectó la calidad del producto final. El punto óptimo de cosecha se identificó aproximadamente alrededor de los 30 DAE (7).

En el 2022, se evaluó el cultivo del culantro en la región de Ucayal en diferentes tipos de suelos, a una altitud de 2304 metros sobre el nivel del mar. El clima es de tipo tropical, con el objetivo de determinar qué dosis de abonamiento produciría un mayor rendimiento de culantro (*Coriandrum sativum* L.). Los tratamientos utilizados fueron: T1 (Suelo Inceptisol), T2 (Suelo Inceptisol + tierra Aluvial), T3 (Suelo Inceptisol + Tierra aluvial + rastrojo de Palma) y T4 (Suelo Inceptisol + Tierra aluvial + cascarilla de arroz). Los resultados mostraron que no hubo una diferencia significativa entre los distintos tratamientos en términos de altura de planta (cm) con una probabilidad de 0.0285, número de hojas con una probabilidad de 0.9974 y peso de la planta (g) con una probabilidad de 0.1456. Sin embargo, el mejor tratamiento que produjo un mayor rendimiento fue el T3 (Suelo Inceptisol + Tierra aluvial + rastrojo de Palma), al parecer hay un umbral óptimo de absorción de nutrientes según los diferentes tipos de suelos (8).

## **1.2. Bases teoricas**

### **Utilización de Subproductos Hidrobiológicos como Fertilizantes Orgánicos y Bioestimulantes.**

La explotación de recursos hidrobiológicos para el desarrollo de productos de consumo humano con valor agregado genera remanentes que incluyen coproductos, subproductos y residuos orgánicos sólidos y líquidos. Si estos

remanentes no son tratados adecuadamente, pueden tener un impacto ambiental negativo. Sin embargo, se ha observado un creciente interés en el aprovechamiento de estos residuos para fines agrícolas, ya que contienen compuestos bioactivos y minerales de interés. En este contexto, los subproductos se han empleado en bioprocesos que utilizan métodos ecoamigables como la biodegradación aerobia, fermentación, hidrólisis y extracción, especialmente en el caso de las macroalgas (9).

Alternativa Sostenible a los Fertilizantes Sintéticos en la Agricultura. Así mismo, los biofertilizantes ofrecen una solución prometedora para mitigar los problemas asociados a los fertilizantes sintéticos. La eficiencia de los biofertilizantes puede variar significativamente según factores como el tipo de microorganismos utilizados, el tipo de suelo, las especies de plantas y las condiciones ambientales. Al aplicarse al suelo o a la planta, los microorganismos en los biofertilizantes contribuyen al suministro de nutrientes esenciales para el crecimiento vegetal, como nitrógeno, fósforo y otros elementos beneficiosos (2), así mismo la tecnología de biofertilización representa una opción altamente efectiva para lograr una producción sostenible, ya que desempeña un papel fundamental como impulsora del crecimiento de las plantas y en la regulación de fitopatógenos presentes en el suelo (10).

### **Nanotecnología y Biofertilización: Avances hacia una Agricultura Sostenible.**

La nanotecnología aplicada al sistema planta es una innovadora tecnología que ha surgido como una respuesta a la necesidad de disminuir el uso de químicos en la agricultura. Mediante el desarrollo de nuevos fertilizantes en forma de nanoestructuras, se busca mejorar la productividad agrícola al lograr una liberación más precisa y directa de nutrientes minerales. Este enfoque sincronizado y específico permite una respuesta ambiental más eficiente. Por

otro lado, los biofertilizantes son elementos esenciales en el manejo integrado de nutrientes, desempeñando un rol clave en la sostenibilidad y productividad del suelo. Al tiempo que protegen el medio ambiente, ofrecen una fuente rentable, ecológica y renovable de nutrientes vegetales para complementar los fertilizantes químicos en el sistema agrícola sostenible. La combinación de la nanotecnología y la biofertilización presenta una alternativa práctica para reducir la dependencia de químicos en la agricultura, contribuyendo significativamente a la sostenibilidad de este sistema (11).

### 1.3. Definición de términos básicos

**Biol.** Un biol es un tipo de fertilizante orgánico en forma líquida que se obtiene mediante la descomposición de materia orgánica por medio de bacterias anaerobias en un biodigestor (12).

**Biofertilizantes.** Son aquellos que, gracias a la acción de microorganismos beneficiosos, tienen la capacidad de modificar compuestos presentes en la materia orgánica, lo que resulta en una mejora de las condiciones del suelo y un beneficio para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Estos productos contribuyen al cumplimiento de las necesidades nutricionales de las plantas y, al mismo tiempo, promueven la calidad general del suelo (13).

**Bioestimulante.** Se refiere a sustancias que, aunque no son nutrientes, pesticidas o reguladores de crecimiento, tienen la capacidad de generar un efecto positivo en la germinación, el desarrollo, el crecimiento vegetativo, la floración, el cuajado y/o el desarrollo de los frutos cuando se aplican en cantidades pequeñas. Esta definición general ha llevado a una amplia variedad de productos a ser etiquetados como bioestimulantes en el mercado, incluyendo extractos de plantas y animales, así como combinaciones con nutrientes, vitaminas o reguladores de crecimiento reconocidos (2).

## CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

### 2.1. Formulación de la hipótesis

#### 2.1.1. Hipótesis general

La frecuencia de riego con biofertilizante foliar influye significativamente en las características agronómicas y el rendimiento en *Coriandrum sativum* L. Culantro.

#### 2.1.2. Hipótesis específica

- La frecuencia de riego con biofertilizante foliar influye significativamente en las características agronómicas en *Coriandrum sativum* L. Culantro.
- La frecuencia de riego con biofertilizante foliar influye significativamente en el rendimiento en *Coriandrum sativum* L. Culantro.

### 2.2. Identificación de las variables

**Variable independiente (x):**

**X. Frecuencia de riego con biofertilizante foliar**

**Variable dependiente (y):**

**Y. Características agronómicas y rendimiento**

**Variable independiente**

X. Frecuencia de riego con biofertilizante foliar

X<sub>1</sub>. Sin aplicación

X<sub>2</sub>. Cada 3 días

X<sub>3</sub>. Cada 6 días

X<sub>4</sub>. Cada 9 días

## **Variable dependiente**

### **Y<sub>1</sub>. Características vegetativas**

Y<sub>1.1</sub>. Altura de planta

Y<sub>1.2</sub>. Longitud de raíz

Y<sub>1.3</sub>. Cantidad de ramas por planta

Y<sub>1.4</sub>. Cantidad de hojas por planta

### **Y<sub>2</sub>. Rendimiento**

Y<sub>2.1</sub>. Número de plantas por hilera

Y<sub>2.2</sub>. Peso total de plantas por hilera

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 3.1. Ubicación del área de experimentación

**El área experimental** seleccionada para llevar a cabo el estudio de investigación es el fundo Zungarococha, un terreno dedicado a la experimentación de técnicas de cultivos hortícolas perteneciente a la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Este campo experimental se encuentra a aproximadamente 45 minutos de la ciudad de Iquitos.

En términos de **ubicación política**, el campo experimental está situado en el Distrito de San Juan Bautista, Provincia de Maynas, Región de Loreto, en Perú. Las **coordenadas geográficas** del fundo Zungarococha son 704220 metros al este y 9557313 metros al norte, según el sistema de coordenadas UTM.

En cuanto a la altitud, el campo experimental se encuentra a 109 metros sobre el nivel del mar.

Este lugar ha sido seleccionado debido a su idoneidad para llevar a cabo experimentos agrícolas, proporcionando un ambiente controlado y adecuado para el cultivo de *Coriandrum sativum* L. (culantro) en condiciones similares a las de la región de Loreto. La elección de este campo experimental garantizará la confiabilidad y la replicabilidad de los resultados obtenidos en el estudio.

### 3.2. Conducción del Experimento

#### **Construcción de las unidades experimentales**

Se construyeron 16 camas de 2.5 m<sup>2</sup> cada una, que sirvieron como unidades experimentales. Cada cama recibió 12.5 Kg de compost de estiércol de aves de postura de nombre comercial "Protowallpa" (5 Kg/m<sup>2</sup>). Las unidades experimentales se distribuyeron en 4 bloques.

### **Fertilización foliar**

Se realizó la fertilización foliar según la frecuencia determinada para cada tratamiento.

### **Preparación y aplicación del riego**

Se preparó el biofertilizante foliar denominado "Protowallpa" y se aplicó de acuerdo con las dosis establecidas en la misma proporción para todos los tratamientos del experimento. La aplicación se realizó desde ninguna vez que correspondió al tratamiento testigo, riego cada 3 días, cada 6 días y cada 9 día, según correspondió a cada tratamiento, para lo cual se utilizó la mochila con capacidad de 20 litros del biofertilizante foliar.

### **Deshierbo**

Esta labor se desarrolló de forma manual en todo momento que aparecían las malezas, tratando que el verdadero efecto de los biofertilizantes.

### **Cosecha**

El culantro cultivado bajo las condiciones de suelo y clima de la región Loreto, con y sin aplicación de biofertilizante foliar según las frecuencias establecidas se cosecharon a los 35 días de edad.

### **3.3. Tipo de estudio y diseño metodológico**

La investigación se llevó a cabo utilizando un enfoque cuantitativo, experimental, explicativo, transversal y prospectivo. Los datos obtenidos se procesaron mediante el Diseño Estadístico del DBCA (Diseño de Bloques Completamente al Azar), que se considera adecuado para las condiciones de suelo tropical. El modelo lineal aditivo utilizado fue:

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

**Donde:**

U = Efecto de la media general

B<sub>j</sub> = Efecto de la j-ésima repetición

T<sub>i</sub> = Efecto del i-ésimo tratamiento

E<sub>ij</sub> = Efecto del error de la observación experimental

### **3.4. Diseño de la muestra**

#### **Población objetivo**

La población objetivo consistió en todos los surcos de plantas por cada bloque.

#### **Muestra**

Se seleccionaron 10 surcos de plantas representativas de cada unidad experimental como muestra.

### **3.5. Criterios de selección**

#### **Criterios de Inclusión**

Los 3 surcos con plantas seleccionadas como muestra de cada unidad experimental.

#### **Criterios de Exclusión**

Los surcos primeros y últimos de la cama hortícola se excluyen de la evaluación.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Tomadas con precisión y exactitud con mediciones y pesajes de cada surco con todas las plantas para el registro de campo, con el uso de balanza digital y regla graduada.

### **Evaluación de las variables dependientes**

Las variables de respuesta frente a la fertilización foliar según frecuencia de riego fueron la altura de las plantas, el ancho, la longitud de la raíz, el peso de raíz y peso total de planta.

### **3.7. Tratamientos en estudio**

<b>TRAT</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>CLAVE</b>
T1	Sin aplicación	Sr
T2	Cada 3 días	r3d
T3	Cada 6 días	r6d
T4	Cada 9 días	r9d

### **3.8. Características del experimento**

#### **De las unidades experimentales:**

Número total:	20
Largo de unidad:	2.5 m.
Ancho:	1m.
Alto:	0.20 m.
Área:	2.5 m <sup>2</sup>

#### **De los bloques**

Número total:	5
Distanciamiento entre bloques:	0.5 m.
Largo:	16.0 m.
Ancho:	1.20 m.
Área:	19.20 m <sup>2</sup>

#### **Del experimento**

Largo:	18.0 m.
Ancho:	8.0 m.
Área:	114.0 m <sup>2</sup>

### **3.9. Procesamiento y análisis de información**

Para el análisis de datos, se empleó el software INFOSFAT en su versión 2022. Los datos recopilados se sometieron a un análisis de varianza para determinar la significancia estadística en las fuentes de variación, tanto en los bloques como en los tratamientos. Además, se calculó el coeficiente de variación en porcentaje de los resultados para evaluar la confiabilidad de los datos obtenidos.

### **3.10. Aspectos éticos**

Durante el desarrollo del experimento, se aseguró la veracidad de los resultados mediante el uso de instrumentos de medición de alta precisión en la toma de datos. Los datos recopilados se registraron en el formato de registro sin realizar ninguna alteración o manipulación, lo que garantiza la integridad de la información.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Altura de planta en cm.

El análisis de varianza muestra que la frecuencia de riego de fertilizante foliar no muestra efecto significativo en la altura de las plantas de lechuga ( $p > 0.05$ ), el C.V. de 13.15 % indica la confianza de los resultados.

**Cuadro 1. Análisis de variancia de altura de planta (cm)**

Fuente de Var.	Gl	SC	CM	Ft	p-value
Bloques	4	284.43	71.108	6.4482	0.0052
Frecuencia de riego	3	8.85	3	0.3	0.8476
Error	12	132.33	11.028		
Total	19	425.61			

CV= 13.15%

El cuadro 1. El valor Ft es bastante bajo (0.3), lo que sugiere que no hay efecto del fertilizante en la altura de la planta.

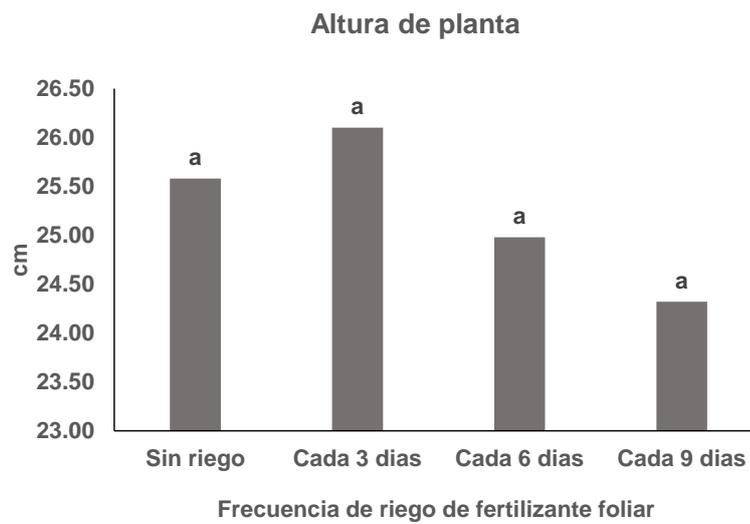
**Cuadro 2. Promedios para Altura de planta (cm)**

Frecuencia de riego	Medias (cm)	Sig
Sin riego	25.58	a
Cada 3 días	26.10	a
Cada 6 días	24.98	a
Cada 9 días	24.32	a

25.25

El cuadro 2, muestra que solo hay diferencias numéricas, más no diferencias estadísticas significativa en la altura de las plantas del culantro, según la dosis de fertilizante foliar aplicada. Las plantas con una frecuencia de riego cada 3 días alcanzaron la mayor altura promedio (26.10 cm).

**Gráfico 1. Altura de planta (cm)**



En el gráfico 1, se puede apreciar que con una mayor de frecuencia de riego las plantas de culantro logran una mayor altura con un promedio de 26.10 cm frente con una diferencia numérica frente a los demás tratamientos.

#### 4.2. Longitud de raíz en cm.

El análisis de varianza muestra el valor de Ft es de 0.076 con un p-valor de 0.971. Esto indica que no hay diferencias estadísticamente significativas en la longitud de raíces en plantas de culantro al ser aplicadas en diferentes frecuencias el fertilizante foliar. Las frecuencias de riego no ejercen efecto alguno en la longitud de las raíces. El Coeficiente de Variación del 12.06% indica confianza experimental.

**Cuadro 3. Análisis de variancia de Longitud de raíz (cm)**

Fuente de Var.	Gl	SC	CM	Ft	p-value
Bloques	4	1.42	0.355	0.5448	0.7063
Frecuencia de riego	3	0.15	0.050	0.0767	0.9714
Error	12	7.82	0.652		
Total	19	9.39			

CV= 12.06%

El cuadro 3. El valor Ft es muy bajo (0.076), podría haber un efecto muy leve de la frecuencia de riego del fertilizante en la altura de la planta

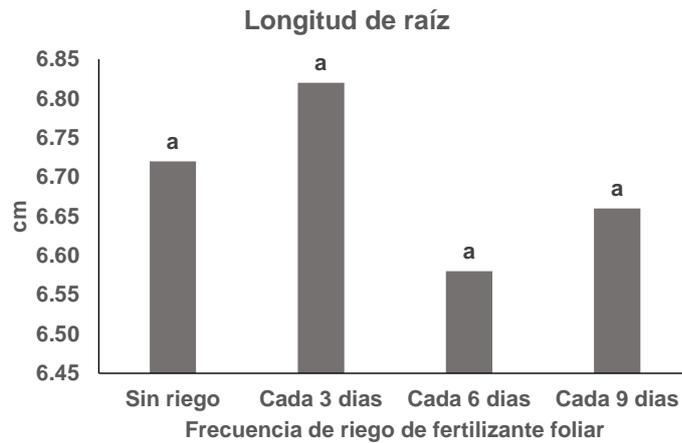
**Cuadro 4. Promedio de Longitud de raíz (cm)**

Frecuencia de riego	Medias (cm)	Sig
Sin riego	6.72	a
Cada 3 días	6.82	a
Cada 6 días	6.58	a
Cada 9 días	6.66	a

6.70

El cuadro 4, muestra que los promedios sólo expresan diferencias numéricas en la longitud de raíces de las plantas del culantro, ejerciendo un efecto débil de mayor longitud en la frecuencia de riego cada 3 día con 6.88 cm.

**Gráfico 2. Longitud de raíz (cm)**



En gráfico 2, muestra que no hay una relación de la frecuencia de riego de fertilizante que exprese un efecto debido a una menor o mayor frecuencia, puesto que se observa que un riego cada 3 días hay mayor longitud, sin embargo, sin riego y a 9 días es mayor la longitud con las plantas regadas cada 6 días, podríamos sugerir que las longitudes se deben a factores aleatorias o debido a otros factores no controlados por el diseño experimental.

### 4.3. Cantidad de ramas por planta

El análisis de varianza muestra el valor de Ft es de 1.91 con un p-valor de 0.181. Esto indica que no hay diferencias estadísticamente significativas en la cantidad de ramas con la aplicación de diferentes frecuencias de riegos de fertilizante foliar aplicadas. Entendiéndose que, ninguna de las frecuencias de riego evaluadas difiere significativamente de las demás en términos de su -efecto en la cantidad de rama. El Coeficiente de Variación del 8.06% indica confianza experimental.

**Cuadro 5. Análisis de variancia de Cantidad de ramas por planta**

Fuente de Var.	GI	SC	CM	Ft	p-value
Bloques	4	1.17	0.293	1.9286	0.1703
Frecuencia de riego	3	0.87	0.290	1.9121	0.1815
Error	12	1.82	0.152		
Total	19	3.86			

CV= 8.06%

El cuadro 5. El valor Ft es bastante bajo (1.91), lo que sugiere un efecto débil de la frecuencia de riego del fertilizante en cantidad de ramas.

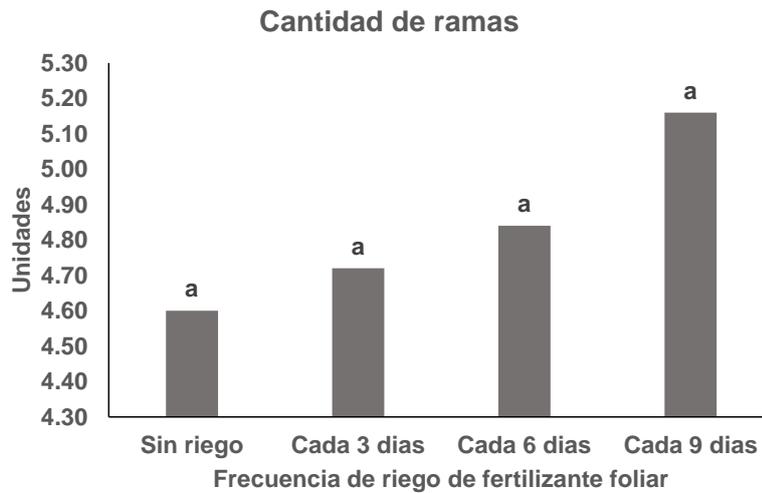
**Cuadro 6. Promedio de la cantidad de ramas por planta**

Frecuencia de riego	Medias	Sig
Sin riego	4.60	a
Cada 3 días	4.72	a
Cada 6 días	4.84	a
Cada 9 días	5.16	a

4.83

El cuadro 6 muestra el promedio de la cantidad de ramas, donde solo hay diferencia numérica, no hay ningún nivel de efecto sobre la cantidad de las plantas, evidenciando estadísticamente que la cantidad de ramas no depende de una menor o mayor frecuencia de riego, la variable cantidad de ramas tiene que ser de carácter fisiológico poco influenciado para expresar su potencial genético.

**Gráfico 3. Cantidad de ramas por planta**



El gráfico 3, ilustra la relación entre la frecuencia de riego de fertilizante foliar y el número de ramas por planta en un cultivo de culantro. La tendencia parece indicar que a medida que aumenta la frecuencia de riego de Sin riego a Cada 9 días, el número de ramas por planta también incrementa, alcanzando el mayor número en la frecuencia de riego Cada 9 días. Sin embargo, desde un punto de vista estadístico, no se puede afirmar con certeza que la variación en la frecuencia de riego con fertilizante foliar tenga un efecto definitivo en la cantidad de ramas por planta. En otras palabras, cualquier aumento observado en el número de ramas con la disminución de la frecuencia de riego no es estadísticamente significativo y podría atribuirse a la variabilidad natural dentro del experimento o a otros factores no controlados en el diseño experimental.

#### 4.4. Cantidad de hojas por planta

El análisis de varianza muestra el valor de Ft es de 1.29 con un p-valor > de 0.05. Esto indica que no hay diferencias estadísticas significativas en la cantidad de hojas debido a las dosis de fertilizante foliar aplicadas. Es decir, que la cantidad de hojas indiferente las frecuencias de riego con biofertilizante. El Coeficiente de Variación del 14.43% indica confianza experimental, tomando con precaución.

**Cuadro 7. Análisis de variancia de cantidad de hojas por planta**

Fuente de Var.	GI	SC	CM	Ft	p-value
Bloques	4	122.15	30.538	2.7098	0.0809
Frecuencia de riego	3	43.78	14.593	1.2950	0.3210
Error	12	135.23	11.269		
Total	19	301.16			

CV= 14.43%

El cuadro 7. El valor Ft es muy bajo (1.29), lo que sugiere que no hay ningún efecto de las frecuencias de riego del biofertilizante en la cantidad de hojas.

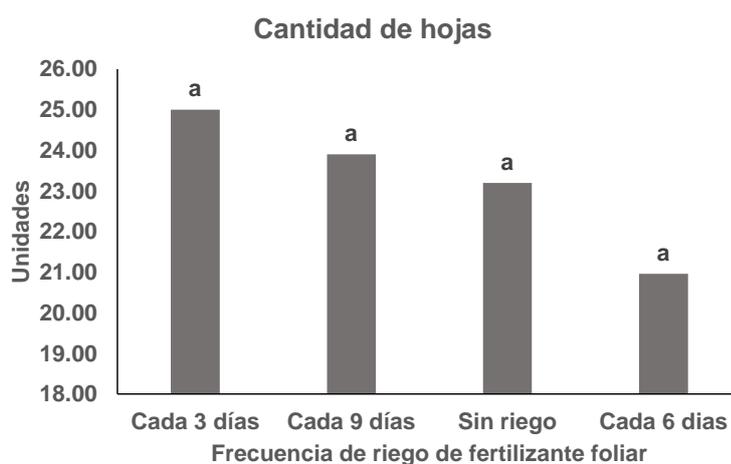
**Cuadro 8. Orden de mérito para cantidad de hojas por planta**

Frecuencia de riego	Medias	Sig
Cada 3 días	25.00	a
Cada 9 días	23.90	a
Sin riego	23.20	a
Cada 6 días	20.96	a

23.27

El cuadro 8, indica el orden de mérito de las frecuencias de riego de biofertilizante foliar aplicada. Las diferencias en producción de hojas según la frecuencia de riego son numéricas donde la frecuencia de riego cada 3 días obtuvo el primer lugar con 25 hojas y el último lugar ocupa con una frecuencia de cada 6 días. Al no presentar una relación secuencial de aporte de menor a mayor frecuencia, es posible que estén interactuando otros factores que enmascaran la producción de hojas en las plantas.

**Gráfico 4. Cantidad de hojas por planta**



El gráfico 4, muestra la cantidad de hojas por planta en un cultivo de culantro en respuesta a diferentes frecuencias de riego de fertilizante foliar. El tratamiento con riego Cada 3 días presenta la mayor cantidad de hojas, seguido por los tratamientos Cada 9 días y Sin riego, que muestran cantidades ligeramente inferiores pero comparables de hojas. El tratamiento Cada 6 días tiene la menor cantidad de hojas. La observación de que el tratamiento de riego 'Cada 6 días' resulta en la menor cantidad de hojas, contrariamente a la expectativa de que una mayor frecuencia de riego promovería un aumento en la foliación, sugiere que la relación entre la frecuencia de riego con fertilizante foliar y el desarrollo foliar no es lineal ni directamente proporcional. Esta aparente discrepancia podría atribuirse a que las plantas pueden tener un umbral de respuesta óptima de riego y el biofertilizante, o debido a otros factores no controlados por el diseño experimental.

#### 4.5. Cantidad de plantas por hilera

El análisis de varianza muestra el valor de Ft es de 0.56 con un p-valor > de 0.05. Esto indica que no hay diferencia estadística significativa en cantidad de plantas por hilera debido a las frecuencias de fertilización foliar aplicadas. Es decir, que la cantidad de plantas por hilera es indiferente a estos tratamientos. El Coeficiente de Variación del 18.24% indica confianza experimental. Tomando por cierto con precaución, debido a que muestra variabilidad experimental.

**Cuadro 9. Análisis de variancia de cantidad de plantas por hilera**

<b>Fuente de Var.</b>	<b>Gl</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Ft</b>	<b>p-value</b>
Bloques	4	474.70	118.675	1.1160	0.3938
Frecuencia de riego	3	180.15	60.050	0.5647	0.6486
Error	12	1276.10	106.342		
Total	19	1930.95			

CV= 18.24%

El cuadro 9. El valor Ft es bastante bajo (0.565), lo que sugiere que no hay ningún efecto de la frecuencia de riego con biofertilizante en la cantidad de plantas por hilera.

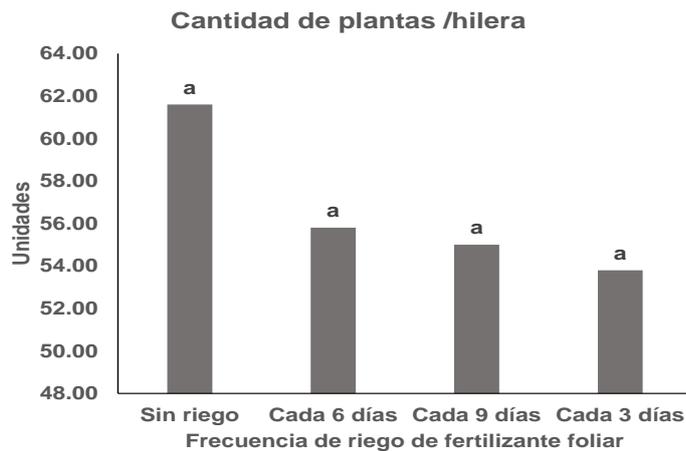
**Cuadro 10. Orden de mérito del Promedio de cantidad de plantas por hilera**

<b>Frecuencia de riego</b>	<b>Medias</b>	<b>Sig</b>
Sin riego	61.60	a
Cada 6 días	55.80	a
Cada 9 días	55.00	a
Cada 3 días	53.80	a

56.55

El cuadro 10, muestra el orden de mérito de la cantidad de plantas por hilera según la frecuencia de riego tratadas; donde las que no tuvieron riego alcanzó la mayor cantidad de plantas por hilera y obteniéndose una menor cantidad en la frecuencia de riego cada 3 días.

**Gráfico 5. Cantidad de plantas por hilera**



En el gráfico 5, se muestra la cantidad de plantas por hilera según la frecuencia de riego, a considerar la constancia en la cantidad de semillas sembradas por hilera en todas las unidades experimentales, se esperaría que cualquier variación en el número de plantas resultantes se atribuyera a las diferencias en la frecuencia de riego. Sin embargo, la ausencia de un patrón coherente que indique un efecto de la frecuencia de riego sobre la germinación y el establecimiento de las plantas sugiere que otros factores no controlados podrían estar influyendo en los resultados. Una variable no considerada de manera exhaustiva podría ser la homogeneidad en la distribución de semillas durante el proceso de siembra a chorro continuo. La uniformidad en la disposición de las semillas es importante para asegurar que cualquier efecto observado sea atribuible exclusivamente a la frecuencia de riego. La variabilidad en la densidad de siembra entre hileras puede confundir los resultados y obstruir la interpretación de los efectos del tratamiento de riego.

Además, se menciona que, a pesar de que las semillas de culantro presentan una buena condición física y fisiológica, no todas alcanzan la germinación. Esto resalta la necesidad de considerar la viabilidad y la tasa de germinación de las semillas como otro factor en la metodología experimental. La no germinación de

un porcentaje de semillas puede contribuir significativamente a la variabilidad observada y puede ser independiente del régimen de riego aplicado al cultivo de culantro.

#### 4.6. Peso total de plantas por hilera en g

El análisis de varianza muestra el valor de Ft es de 9.15 con un p-valor < de 0.01. Esto indica que hay diferencias estadísticamente significativas en el peso total de planta debido a las frecuencias de riego de biofertilizante foliar aplicadas. El Coeficiente de Variación del 10.91% indica confianza experimental.

**Cuadro 11. Análisis de variancia de peso total de plantas por hilera (g)**

<b>Fuente de Var.</b>	<b>Gl</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Ft</b>	<b>p-value</b>
Bloques	4	1325.20	331.300	3.0009	0.0625
Frecuencia de riego	3	3032.20	1010.733	9.1552	0.0020
Error	12	1324.80	110.400		
Total	19	5682.2			

CV= 10.91%

El cuadro 11. El valor Ft es alto (9.15), lo que sugiere un efecto fuerte de la frecuencia de riego con biofertilizante en el peso total de planta.

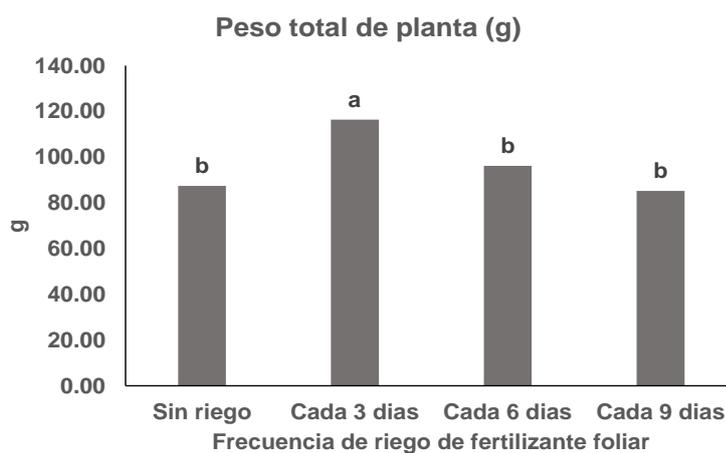
**Cuadro 12. Prueba de Tukey para peso total de plantas por hilera (g)**

<b>Frecuencia de riego</b>	<b>Medias (g)</b>	<b>Sig</b>
Sin riego	87.40	b
Cada 3 días	116.40	a
Cada 6 días	96.20	b
Cada 9 días	85.20	b

96.30

En el cuadro 12, se muestra la prueba de Tukey donde la frecuencia cada 3 días con 116.40 g es diferencia estadística significativa a las demás frecuencias de riego, ocupando el último lugar las frecuencias de riego cada 9 día y sin riego con 85.20 y 87.40 g.

**Gráfico 6. Peso total de plantas por hilera (g)**



El gráfico 6, muestra el peso total de plantas de culantro al ser regadas con biofertilizante a diferentes frecuencias: sin riego, cada 3 días, cada 6 días y cada 9 días. El peso de la planta es más alto en el tratamiento regado cada 3 días, lo que sugiere que esta frecuencia de riego es la más eficaz para maximizar el peso del cultivo. Los tratamientos de 'Sin riego', 'Cada 6 días' y 'Cada 9 días' tienen pesos menores y comparables entre sí. Estos resultados sugieren que el riego con biofertilizante cada 3 días favorece un mejor crecimiento del cultivo de culantro en términos de peso total de planta por hilera en comparación con las otras frecuencias evaluadas.

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

La presente investigación evaluó el efecto de la frecuencia de riego con biofertilizante foliar en las características agronómicas y el rendimiento de *Coriandrum sativum* L. en la región de Loreto. Los resultados obtenidos revelan un panorama complejo donde la influencia del riego con biofertilizante no presentó una correlación directa con la mejora de todas las características agronómicas evaluadas. En términos de altura de planta, los resultados no mostraron diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ), lo que se alinea con estudios previos que indican que la altura puede no responder de manera significativa a la variación en la frecuencia de riego con biofertilizante foliar, tal como reporta (7), que la fertilización nitrogenada no tuvo efecto significativo en altura de planta de culantro. La mayor altura promedio observada en plantas regadas cada tres días no es congruente con un efecto directo de la frecuencia de riego, lo que sugiere que la capacidad de absorción de nutrientes y el desarrollo vertical de la planta podrían ser limitados por factores inherentes a la fisiología del culantro (5). El estudio de la longitud de raíz tampoco mostró diferencias significativas ( $p$ -valor de 0.971), lo que coincide con investigaciones previas donde la nutrición adicional no se tradujo en un aumento lineal del crecimiento radicular (7). Esto puede ser indicativo de que la longitud de raíz del culantro alcanza un punto de estabilidad independiente de la intervención con fertilizantes foliares, lo cual refuerza la idea de un umbral óptimo de absorción de nutrientes para esta especie (8). La cantidad de ramas por planta tampoco reflejó diferencias estadísticas significativas entre las frecuencias de riego ( $p$ -valor de 0.181), lo que es consistente con la literatura que sugiere una limitada influencia de los biofertilizantes en la ramificación de ciertas especies aromáticas (6), obtuvo efectos significativos para cantidad de ramas en culantro en una dosis de abono. Estos valores apoyan la noción de que las variables fisiológicas del culantro, como la ramificación, pueden estar más reguladas genéticamente y ser menos susceptibles a modificaciones externas a través de la

biofertilización, al respecto (3) evaluó distintos abonos orgánicos cuyos resultados fueron de gran interés para los agricultores interesados en práctica sostenibles y respetuosas con el ambiente. La cantidad de hojas, aunque numéricamente superior en el tratamiento regado cada tres días, no presentó una relación secuencial con la frecuencia de riego ( $p$ -valor  $> 0.05$ ). Esto contradice la expectativa de que una mayor frecuencia de riego mejoraría la foliación, (4) sugiere el uso potencial de diferentes fuentes de nutrición, tanto orgánicas como inorgánicas, combinadas con biofertilizante en hortalizas. Que la horticultura con la tecnología de la biofertilización es una opción ya impulsa del crecimiento de las plantas (10). La ausencia de un efecto significativo en la cantidad de plantas por hilera ( $p$ -valor  $> 0.05$ ) resalta la posibilidad de que otros factores, como la distribución de semillas y su viabilidad, sean más determinantes en la germinación y establecimiento de las plantas que la propia frecuencia de riego con biofertilizante, en este sentido (9), indica que los subproductos de bioprocesos son ecoamigables de buen uso en la sostenibilidad en la agricultura. Esto puede indicar la necesidad de una mayor homogeneidad en las prácticas de siembra y consideración de la calidad de semilla para obtener resultados más consistentes (1). Por último, la variable de peso total de plantas por hilera sí mostró diferencias estadísticas significativas ( $p$ -valor  $< 0.01$ ), con el mayor peso observado en las plantas regadas cada tres días. Este resultado positivo indica que la frecuencia de riego con biofertilizante cada tres días es beneficiosa para aumentar la biomasa del culantro, lo que podría traducirse en un rendimiento económico directo para los productores. Los biofertilizantes tienen mayor posibilidad de efectividad (2). La relevancia de este rendimiento en peso es consistente con investigaciones anteriores que subrayan la importancia de una nutrición balanceada y combinada de la nanotecnología y la biofertilización que representa una alternativa práctica para reducir la dependencia de químicos en la agricultura para el desarrollo óptimo del cultivo y la producción de biomasa (11).

## CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

La investigación demostró que la frecuencia de riego con biofertilizante foliar no ejerce una influencia significativa en varias de las características agronómicas de *Coriandrum sativum* L., como la altura de planta, longitud de raíces, cantidad de ramas y hojas. Estos resultados indican que, dentro de los rangos de frecuencia evaluados, las prácticas de biofertilización foliar no modifican de manera determinante estos aspectos del desarrollo vegetativo del culantro.

El peso total de la planta por hilera sí se vio afectado significativamente por la frecuencia de riego con biofertilizante foliar, con los tratamientos cada tres días superando estadísticamente a los demás en peso. Esto sugiere que una mayor frecuencia de aplicación del biofertilizante puede ser beneficiosa para la biomasa total del cultivo, lo que podría tener implicaciones directas en el rendimiento y la productividad.

El único parámetro que mostró diferencias estadísticamente significativas fue el peso total de planta, con un p-valor  $< 0.01$ , sugiriendo un fuerte efecto de la frecuencia de riego cada tres días en este aspecto. Este resultado está respaldado por un bajo coeficiente de variación (10.91%), lo que indica precisión y confiabilidad en estos resultados experimentales.

La utilidad de los biofertilizantes foliares como una herramienta valiosa en la horticultura para mejorar el rendimiento de los cultivos, en particular el peso de la planta, lo cual es un indicador clave de la productividad.

## **CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES**

Se recomienda implementar un régimen de riego con biofertilizante foliar cada tres días. Esta práctica ha demostrado ser la más eficaz para aumentar el peso total de la planta, lo que es indicativo de una mayor biomasa y potencialmente un rendimiento superior del cultivo.

Aunque el estudio encontró que la frecuencia de riego con biofertilizante foliar no influyó significativamente en la altura de la planta, longitud de raíces, cantidad de ramas y hojas, es importante que los agricultores continúen monitoreando estas características agronómicas, ajustar sus prácticas de cultivo en respuesta a las observaciones realizadas en el campo, buscando siempre la optimización de todos los aspectos del desarrollo del cultivo.

Seguir investigando en el campo de los biofertilizantes foliares, especialmente en lo que respecta a su efecto en diferentes tipos de cultivos y condiciones ambientales, pues los resultados de este estudio resaltan el potencial de los biofertilizantes para mejorar el rendimiento de los cultivos, pero también indican que hay aspectos, como la influencia en otras características agronómicas, que requieren mayor comprensión, con formulaciones de biofertilizantes, frecuencias de aplicación y su interacción con diversos factores ambientales y prácticas agrícolas para desarrollar recomendaciones más precisas y efectivas para los agricultores.

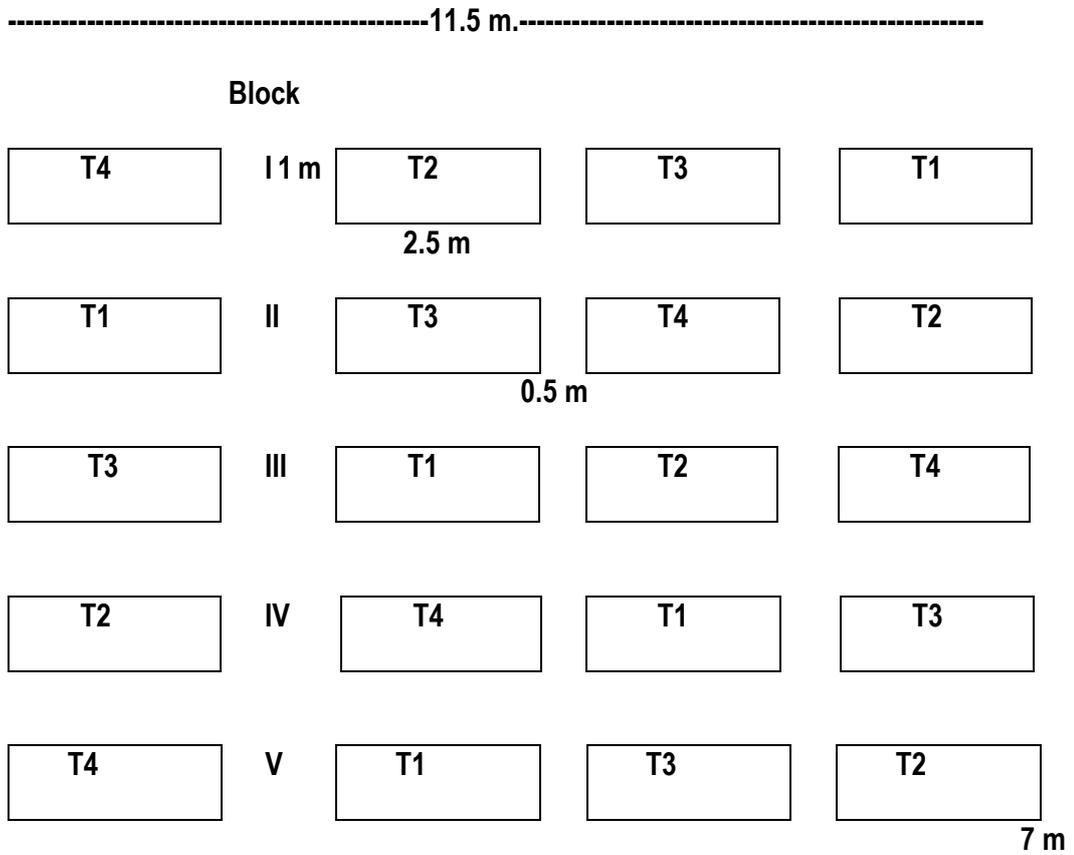
## CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Leyla A. L, Luna G. ML, López O. JF, Juárez R. D, Ortega Y.** Cultivo, cosecha y postcosecha en el sistema productivo cilantro (*Coriandrum sativum* L.). [Internet]. [citado 19 de junio de 2023]. Disponible en: <https://revista-asyd.org/index.php/asyd/article/view/1549>
2. **Armenta Bojórquez AD, García Gutiérrez C, Camacho Báez JR, Apodaca Sánchez MÁ, Gerardo Montoya L, Nava Pérez E.** Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. *Ra Ximhai*. 30 de abril de 2010;51-6.
3. **Andrade E. EH.** Efectos a la aplicación de tres niveles de fertilización orgánica en la producción de Cilantro (*Coriandrum sativum* L.) en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura [Internet]. [citado 19 de junio de 2023]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/968>
4. **González-Salas U, Gallegos-Robles MÁ, Preciado-Rangel P, García-Carrillo M, Rodríguez-Hernández MG, García-Hernández JL,** et al. Efecto de fuentes de nutrición orgánicas e inorgánicas mezcladas con biofertilizantes en la producción y calidad de frutos de melón. *Terra Latinoam* [Internet]. diciembre de 2021 [citado 31 de julio de 2023];39. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0187-57792021000100130&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0187-57792021000100130&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
5. **<https://repositorioinstitucional.buap.mx>.** Evaluación de la fertilización a base de orina humana desinfectada en el crecimiento de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) en San Bernardino Tepenene, Puebla. [Internet]. [citado 31 de julio de 2023]. Disponible en: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/items/22c168d0-f56e-49e9-b83c-f2a56177f39e>
6. **García Villagómez VF, Molina Olmedo FL.** Producción de cilantro (*Coriandrum sativum*) mediante la aplicación de tres diferentes dosis de abonos orgánicos. [Internet] [bachelorThesis]. Ecuador : La Maná : Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC); 2023 [citado 19 de junio de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10086>
7. **<https://recima21.com.br/>.** Respostas Do Coentro À Aplicação Do Nitrogênio Via Foliar E No Solo | RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218. 29 de mayo de 2023 [citado 31 de julio de 2023]; Disponible en: <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/3094>
8. **Arsenio PGJ.** Producción del cultivo de culantro (*coriandrum sativum* L.), bajo tres sistemas agrícolas en un Inseptisol de Calleria Ucayali - 2022. *Univ Nac*

- Ucayali [Internet]. 2023 [citado 31 de julio de 2023]; Disponible en: <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/6411>
9. **Florez-Jalixto M, Roldán-Acero D, Omote-Sibina JR, Molleda-Ordoñez A.** Biofertilizers and biostimulants for agricultural and aquaculture use: Bioprocesses applied to organic by-products of the fishing industry. *Sci Agropecu.* 15 de diciembre de 2021;12(4):635-51.
  10. **Sotelo CE, González R, Mansilla N, Soto MC, Balbi CN, Pérez GL.** Biofertilización: experiencias realizadas en la provincia del Chaco en cultivos intensivos y extensivos. *Agrotec REBIOS* 2020 No 30 P 57-65 [Internet]. 21 de diciembre de 2020 [citado 31 de julio de 2023]; Disponible en: <http://repositorio.unne.edu.ar/xmlui/handle/123456789/31851>
  11. **Ramos-Ulate CM, Pérez-Álvarez S, Guerrero-Morales S, Palacios-Monarrez A, Ramos-Ulate CM, Pérez-Álvarez S,** et al. Biofertilización y nanotecnología en la alfalfa (*Medicago sativa* L.) como alternativas para un cultivo sustentable. *Cultiv Trop* [Internet]. junio de 2021 [citado 31 de julio de 2023];42(2). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0258-59362021000200010&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362021000200010&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
  12. **9-Memoria-2021-Simposio-Nacional-de-garbanzo-Garbanzo.pdf** [Internet]. [citado 31 de julio de 2023]. Disponible en: <https://eventosagrodesonora.mx/wp-content/uploads/2022/10/9-Memoria-2021-Simposio-Nacional-de-garbanzo-Garbanzo.pdf#page=33>
  13. **Polo RF.** “Biofertilizantes” una revisión sistemática de la literatura científica en los últimos 10 años. *HIGH TECH-Eng J.* 25 de enero de 2022;2(1):90-7.

# **ANEXOS**

# 1. Croquis del área experimental



TRATAMIENTOS: Frecuencia de riego con biofertilizante foliar

T1: Sin aplicación

T2: Cada 3 días

T3: Cada 6 días

T4: Cada 9 días

## 2. Formato de evaluación

**Nombre del Taller: Taller de Enseñanza e Investigación de Plantas Hortícolas**

**Nombre del experimento: FRECUENCIA DE RIEGO CON BIOFERTILIZANTE  
FOLIAR EN LAS CARACTERÍSTICAS  
AGRONÓMICAS Y EL RENDIMIENTO EN  
*Coriandrum sativum* L. CULANTRO. LORETO**

**Fecha de evaluación:**

Nº de planta	Nº de Block:.....					
	Nº de Tratamiento:.....					
	Altura de planta (cm)	Longitud de raíz (cm)	Cantidad de ramas por planta (Unidades)	Cantidad de hojas/planta (Unidades)	Número de plantas/hilera (Unidades)	Peso total de plantas por hilera (g)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
Total						
Promedio						

### 3. Análisis de caracterización del suelo



## INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES

INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN AGRÍCOLA PARA EL DESARROLLO DE LA AMAZONÍA PERUANA

CERTIFICADO INDECOPI N° 00072183

## LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS, FERTILIZANTES Y ALIMENTOS

# REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELOS - CARACTERIZACIÓN

N° SOLICITUD : AS012-22  
 SOLICITANTE : MANUEL AVILA FUCOS  
 PROCEDENCIA : LORETO - MAYNAS - SAN JUAN - ZUNGAROCOCHA  
 CULTIVO : HORTALIZAS

FECHA DE MUESTREO : 05/12/2022  
 FECHA DE RECEP. LAB : 13/01/2023  
 FECHA DE REPORTE : 03/02/2023

Item	Número de la muestra				pH	C.E.	CaCO <sub>3</sub>	N.O.	N	P	K	CIC	CICef	Ca	Mg	K	Na	Al <sup>3+</sup>	Suma de Bases	Saturación de Bases	Saturación de Al <sup>3+</sup>	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			CLASE TEXTURAL
	Lab	Campo				ds/cm	%	%	%	ppm	ppm	cmolc/kg				cmolc/kg	%	%	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %				
01	22	01	0019	MUESTRA-1	4.78	0.09	<0,3	2.94	0.15	12.80	20.00	11.34	7.84	0.99	0.23	0.05	0.08	6.50	1.34	11.85	82.87	44.80	18.00	37.20	Fra-Arc

MÉTODOS	
TEXTURA	: HIDROMETRO
pH	: POTENCIOMETRO SUSPENSION SUELO-AGUA RELACION 1:2.5
CONDUC. ELECTRICA	: CONDUCTOMETRO SUSPENSION SUELO-AGUA 1:2.5
CARBONATOS	: GAS - VOLUMETRICO
FOSFORO DISPONIBLE	: OLSEN MODIFICADO EXTRACT NaHCO <sub>3</sub> 0.5M, pH 8.5 Esp. Vía
POTASIO Y SODIO INTERCAMBIABLE	: (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -COOH+H <sub>2</sub> O, pH 7 Absorción Atómica
MATERIA ORGANICA	: WALKLEY+BLACK
CALCIO Y MAGNESIO INTERCAMBIABLE	: EXTRACT. IC <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 6 (NH <sub>4</sub> OH-0.002M+H <sub>2</sub> O), pH 7, Absorción Atómica
ACIDEZ INTERC.	: EXTRACT. IC <sub>2</sub> IN VOLUMETRIA
ACIDEZ POTENCIAL	: WOODRUFF MODIFICADO
OC pH 7.0	: ACIDEZ POTENCIAL+SUMA DE BASES
Fa, Ca, Zn y Mn	: DTPA extrac. 0.025M, pH 7.3 Absorción Atómica
BCRO	: Extracción /Españolmente 30 Vía (n=400 ml) con Azometra-H
AZUFRE	: Extracción /Tubulometría (n=400 ml)
METALES PESADOS	: EPA 3050B

La Banda de Shilcayo, 03 de Febrero del 2022

INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES  
 TARAPOTO - PERU  
  
 Cesar O. Arevalo Hernandez, MSc  
 JEFE DE DPTO. DE SUELOS

Nota: El laboratorio no se responsabiliza por la metodología aplicada para la toma de la muestra del presente reporte.

### Interpretación

El suelo presenta un pH de 4.78, muy fuertemente ácido, de clase textural de Franco Arcilloso, medio contenido de materia orgánica (2.94 %), medio contenido de nitrógeno (0.15 %), bajo contenido de carbonato de calcio (< 0.3 %), medio contenido de fósforo (12.80 ppm), bajo contenido de potasio (20 ppm), Capacidad de Intercambio catiónico (11.34 meq/100 g. de suelo) medio, bajas concentraciones de bases cambiables asimilables (Ca, Mg, K, y Na) con 11.85 % y alta saturación de aluminio cambiante (82.87 %).

#### 4. Características del biofertilizante foliar “Protowallpa”

##### COMPOSICION

Materia orgánica: 1.77 %

pH: 3.40

Acidos húmicos: 3.94 %

Acidos fúlvicos: 2 3.54 %

Densidad (g/ml): 1.0

##### COMPOSICION NUTRICIONAL

Nitrógeno total (N): 0.04 (g/100 ml)

Fosforo (P): 60 (mg/lit)

Potasio (k): 230 (mg/lit)

Calcio (Ca): 160 (mg/lit)

Magnesio (Mg): 20 (mg/lit)

Fierro (Fe): 60.56 (mg/lit)

Cobre (Cu): 0.71 (mg/lit)

Zinc (Zn): 9.20 (mg/lit)

Manganeso (Mn): 13.95 (mg/lit)

Boro (B): 7.10 (mg/lit)

Sodio Total (Na): 30 (mg/lit)

Azufre Total (S): 30 (mg/lit)

**Fuente: Ficha Técnica Biofertilizante foliar Protowallpa**

## 5. Análisis físico-químico del biofertilizante "Protowallpa"

CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES	
Características Fisicoquímicas	
Materia Orgánica (M.O)	40.97%
pH	7.94
Humedad (H)	16.02%
Relación C/N	10.49
Ácido húmico	3.02%
Ácido fúlvico	3.16%
Humina	15.88%
Composición Nutricional	
Nitrógeno (N)	1.98%
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	4.12%
Potasio (K <sub>2</sub> O)	3.49%
Calcio (CaO)	11.20%
Magnesio (MgO)	0.96%
Hierro (Fe)	673 ppm
Cobre (Cu)	66 ppm
Zinc (Zn)	693 ppm
Manganeso (Mn)	810 ppm
Boro (B)	57 ppm
Sodio (Na)	0.58%

## 6. Datos originales

Bloque	Frecuencia de riego foliar	Altura de planta (cm)	Longitud de raíz (cm)	Cantidad de ramas/planta	Cantidad de hojas/planta	Cantidad de planta/hilera	Peso total de planta/hilera(g)
1	S/R	25.2	6.4	5.8	25.2	48.0	83.0
1	3/D	23.9	6.6	5.8	26.0	46.0	120.0
1	6/D	22.8	7.0	4.8	24.0	43.0	96.0
1	9/D	21.8	5.8	4.6	21.6	54.0	89.0
2	S/R	26.1	7.0	5.2	20.9	70.0	97.0
2	3/D	21.3	7.6	4.8	20.0	68.0	120.0
2	6/D	19.2	7.1	5.0	16.2	52.0	88.0
2	9/D	20.4	6.7	4.8	21.0	59.0	90.0
3	S/R	21.6	7.2	4.4	23.5	41.0	81.0
3	3/D	27.5	6.8	5.2	27.4	63.0	115.0
3	6/D	18.1	7.4	4.4	16.6	75.0	98.0
3	9/D	18.8	6.3	4.8	18.6	53.0	65.0
4	S/R	26.8	6.2	4.2	21.8	56.0	78.0
4	3/D	31.0	5.9	4.8	23.6	66.0	87.0
4	6/D	29.4	5.6	4.6	20.8	61.0	100.0
4	9/D	29.8	8.4	5.0	31.8	40.0	80.0
5	S/R	28.2	6.8	4.6	24.6	60.0	98.0
5	3/D	26.8	7.2	5.2	28.0	65.0	140.0
5	6/D	35.4	5.8	4.2	27.2	48.0	99.0
5	9/D	30.8	6.1	4.4	26.6	63.0	102.0

## 7. Galería fotográfica



FOTO N° 1: Area Experimental del cultivo de culantro con Frecuencia de Riego y Fertilizante Foliar



FOTO N° 2: Area Experimental del cultivo de culantro con Frecuencia de Riego y Fertilizante Foliar



FOTO N° 3: Tratamiento T1, sin riego más biofertilizante



FOTO N° 4: Tratamiento T2, Riego cada 3 días más biofertilizante



FOTO N° 5: Tratamiento T3, Riego cada 6 días más biofertilizante



FOTO N° 6: Tratamiento T4, Riego cada 9 días más biofertilizante



FOTO N° 7: Muestras de plantas de culantro de los diferentes Tratamientos para su evaluación.