



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DE DOS DOSIS DE BIOFERTILIZANTES EN EL  
DESARROLLO AGRONÓMICO DE LA LECHUGA (*Lactuca sativa L.*)  
VARIEDAD CRESPA”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de  
Ingeniero Agrónomo.

**AUTORES:**

Chinacalle Ramírez Brayan Mauricio

Núñez Parra Angel Dario

**TUTOR:**

Ing. Eduardo Fabian Quinatoa Lozada MSc

**LA MANÁ-ECUADOR  
FEBRERO-2024**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Chinacalle Ramírez Brayan Mauricio, con cédula de ciudadanía No. 1754408001, Nuñez Parra Ángel Darío, con cédula de ciudadanía No. 0550105654 declaramos ser los autores del presente **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN DE DOS DOSIS DE BIOFERTILIZANTES EN EL DESARROLLO AGRONÓMICO DE LA LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) VARIEDAD CRESPA**. Siendo el Ing. Eduardo Fabian Quinatoa MSc., Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posible reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de muestra exclusiva responsabilidad.

La Maná, 22 de febrero del 2024



Chinacalle Ramírez Brayan Mauricio  
C.C: 1754408001



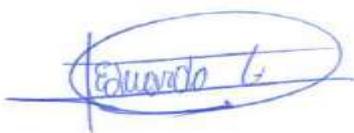
Nuñez Parra Angel Darío  
C.C: 0550105654

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el título:

**“EVALUACIÓN DE DOS DOSIS DE BIOFERTILIZANTES EN EL DESARROLLO AGRONÓMICO DE LA LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) VARIEDAD CRESPA”**, de Chinacalle Ramírez Brayan Mauricio. Nuñez Parra Angel Dario, de la Carrera Agronómica, considero que dicho Informe Investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas técnicas, traducción y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

La Maná, 22 de febrero del 2024



Eduardo Fabian Quinatoa Lozada  
C.C: 1804011839  
**TUTOR**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná , por cuanto los postulantes: Chinacalle Ramírez Brayan Mauricio y Núñez Parra Ángel Darío con el título de Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE DOS DOSIS DE BIOFERTILIZANTES EN EL DESARROLLO AGRONÓMICO DE LA LECHUGA (*Lactuca sativa L.*) VARIEDAD CRESPA”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación del trabajo de titulación.

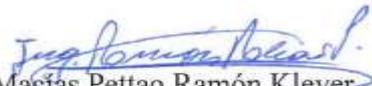
Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

La Maná, 22 de febrero del 2024

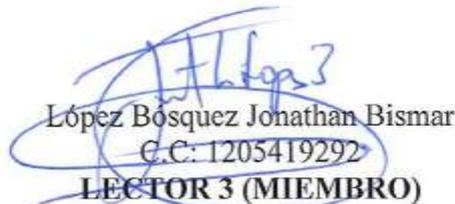
Para constancia firma



Salazar Saltos Alex Enrique  
C.C:1803595584  
**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**



Macías Pettao Ramón Klever  
C.C: 0910743285  
**LECTOR 2 (MIEMBRO)**



López Bósquez Jonathan Bismar  
C.C: 1205419292  
**LECTOR 3 (MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*Queremos expresar nuestros grandes agradecimientos a la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná por permitirnos ser parte de tan distinguida institución como estudiantes. Reconocemos el invaluable valor aportado por los docentes a lo largo de nuestra carrera y sobre todo a nuestro tutor docente el Ing. Eduardo Fabian Quinatoa Lozada quien nos guio para poder cumplir a la meta.*

***Mauricio***

***Angel***

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo, principalmente a mis padres y hermanos quienes con su ayuda, amor y paciencia dedicaron tiempo para estar conmigo en este proceso de aprendizaje. En segundo lugar, quiero agradecer a mis familiares y amigos por el apoyo que me llegaron a brindar, a mi computadora que aguanto hasta este instante y sobre todo a todos los que conforman la Universidad Técnica de Cotopaxi por brindarnos sus conocimientos.*

***Mauricio***

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo, principalmente a mi madre por haberme dado la vida y ayudarme a llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional, agradecerles por sus buenos consejos y por estar ahí cuando más necesite un confidente, agradecerle también a mi hermana que fue base fundamental para la culminación de esta meta planteada ya que siempre estuvo ahí apoyándome moral y económicamente para que pueda cumplir el objetivo planteado al inicio de mi carrera, así como también a nuestros docentes y compañeros que fueron parte importante de este viaje.*

***Angel***

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

**TÍTULO:** “EVALUACIÓN DE DOS DOSIS DE BIOFERTILIZANTES EN EL DESARROLLO AGRONÓMICO DE LA LECHUGA (*Lactuca sativa L.*) VARIEDAD CRESPA”

**Autores:**

**Chinacalle Ramírez Brayan Mauricio**

**Nuñez Parra Angel Dario**

## RESUMEN

En el presente proyecto de investigación se evaluó la respuesta de dos dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronómico de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) en el cual observaremos los parámetros agronómicos que nos ayudaran a interpretar los niveles de desarrollo, este proyecto se lo lleva a cabo en el cantón La Maná provincia de Cotopaxi, el proyecto se lo realiza con el fin de brindar una opción de biofertilizantes orgánicos, con el fin de precautelar el cuidado de los suelos y del medio ambiente, así como también una alternativa económica de fertilizar los cultivos. Las variables evaluadas en el cultivo de lechuga fueron: diámetro de tallo, largo de hoja, ancho de hojas, número de hojas, altura de planta, peso de planta días a cosecha. Los resultados reflejan que a los 45 días de cosecha se alcanza una mayor respuesta significativa en la interacción del efecto en el diámetro de tallo (0,54mm), largo de hoja (16,92cm), ancho de hoja (12,33cm), altura de planta (18,73cm), número de hoja (16hoja/plantas )y peso de planta/follaje (64,21 g) estos resultados arrojan que la aplicación de rizobacterias con la dosis 1ml/litro de agua es donde presente los mejores promedio durante la investigación, el análisis económico presento un porcentaje positivo de beneficio-costos.

**Palabras claves:** Algas marina, Bacillus, biofertilizantes, lechuga, Micorrizas, producción y Rizobacterias.

## ABSTRACT

In the current research project, the response of two doses of biofertilizers in the agronomic development of lettuce (*Lactuca sativa* L.) was evaluated, in which we will observe the agronomic parameters that will help us interpret the levels of development, this project was carried out in La Maná canton, province of Cotopaxi, the project was conducted to provide an option for organic biofertilizers, to protect the care of the soil and the environment, as well as an economic alternative to fertilize the crops. The variables evaluated in the lettuce crop were: stem diameter, leaf length, leaf width, number of leaves, plant height, plant weight days to harvest. The results reflect that after 45 days of harvest, a greater significant response is reached in the interaction of the effect on stem diameter (0.54mm), leaf length (16.92cm), leaf width (12.33cm), plant height (18.73cm), leaf number (16 leaf/plants) and plant/foilage weight (64.21 g). These results show that the application of rhizobacteria with a dose of 1ml/liter of water is where it presents the best average results during the research, the economic analysis presented a positive benefit-cost percentage.

**Keywords:** Bacillus, biofertilizers, lettuce, Mycorrhizae, production and Rhizobacteria.

## ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	4
4.1. Beneficiarios directos .....	4
4.2. Beneficiarios indirectos:.....	4
5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN .....	5
6. OBJETIVOS.....	6
6.1. Objetivó General.....	6
6.2. Objetivos específicos.....	6

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREA EN LA RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	7
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA .....	8
8.1. Origen del cultivo .....	8
8.2. Producción mundial.....	8
8.3. Producción nacional .....	9
8.4. Descripción taxonómica .....	9
8.5. Características botánicas.....	9
8.6. Condiciones edafoclimáticas .....	10
8.7. Manejo del cultivo .....	12
8.8 Biofertilizantes .....	14
8.8.1. Clasificación del biofertilizante por su mecanismo de acción .....	15
8.9.1. Rizobacterias .....	17
8.9.2. Micorriza .....	18
8.10. Algas marinas .....	19
8.10.1. Función de las algas marinas .....	19
8.11. Bacillus .....	19
9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS.....	20
10. METODOLOGIA.....	20
10.1. Ubicación y duración del ensayo.....	20

10.2. Tipos de investigación .....	20
102.1. Descriptiva.....	20
10.2.2. Experimental.....	21
10.2.3. De Campo .....	21
102.4. Cuantitativa.....	21
10.2.5. Bibliografías .....	21
10.3. Condiciones agrometeorológicas.....	22
10.4. Materiales y Equipos .....	22
10.5. Factor de estudio.....	23
10.6. Tratamientos .....	23
10.7. Unidad Experimental .....	23
10.8. Diseño Experimental.....	24
10.9. Manejo del ensayo.....	24
10.9.1. Establecimiento y preparación de la parcela. ....	24
10.9.2. Trasplante .....	25
10.9.3. Control de malezas y plagas .....	25
10.9.4. Aplicación de los biofertilizantes y toma de datos.....	25
10.9.5. Control fitosanitario .....	28
10.9.6. Análisis de suelo al inicio y final de la investigación.....	28

10.10. Variables evaluadas.....	29
10.10.1. Altura de planta .....	29
10.10.2. Diámetro de tallo .....	29
10.10.3. Número de hojas/plantas .....	29
10.10.4. Largo de la hoja (cm) .....	30
10.10.5. Ancho de la hoja (cm) .....	30
10.10.6. Análisis de económico.....	30
11. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	31
11.1. Altura de planta (cm) .....	31
11.1. Interacción de la altura de planta .....	31
11.2. Número de hoja/planta.....	32
11.2.1. Interacciones del número de hojas.....	33
11.3. Diámetro de tallo (mm) .....	33
11.3.1. Interacción del diámetro de tallo .....	34
11.4. Largo de hoja (cm).....	35
11.4.1. Interacción del largo de hoja.....	36
11.5. Ancho de hoja .....	36
11.5.1. Interacción en el ancho de hoja .....	37
11.6. Peso del follaje fresco (g) .....	37

11.6.1. Interacción en el peso del follaje fresco .....	38
12. IMPACTOS .....	40
13. PRESUPUESTO.....	40
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	41
15. BIBLIOGRAFÍA .....	42
16. ANEXOS .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados .....	7
Tabla 2. Clasificación Taxonómica de ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) .....	9
Tabla 3. Valor nutricional del cultivo de lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) por cada 100gr de proporción comestible .....	12
Tabla 4. Principales plagas del cultivo de lechuga crespa .....	13
Tabla 5. Principales enfermedades de la lechuga crespa .....	14
Tabla 6. Microorganismos promotores de crecimiento. ....	17
Tabla 7. Condiciones agrometeorológicas. ....	22
Tabla 8. Materiales y equipos de la investigación .....	22
Tabla 9. Tratamientos planteados en la investigación .....	23
Tabla 10. Esquema del experimento para la investigación.....	24
Tabla 11. Diseño de experimental de bloques completamente al Azar (DBCA).....	24
Tabla 12. Composición química del biofertilizante a base de Rizobacterias .....	25
Tabla 13. Composición química del biofertilizante Biohealth th bs.....	26
Tabla 14. Composición química del biofertilizante Micobaas .....	27
Tabla 15. Composición química del biofertilizante Algax. ....	27
Tabla 16. Análisis de suelo al inicio y final de la investigación .....	29
Tabla 17. Altura de planta (cm) en la evaluación de dos dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronómico de la lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) variedad crespa.....	31
Tabla 18. Número de hojas/planta en la evaluación de dos dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronómico de la lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) variedad crespa.....	33
Tabla 19. Diámetro de tallo (mm) en la evaluación de dos dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronómico de la lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) variedad crespa.....	34
Tabla 20. Largo de hoja (cm) en la evaluación de dos dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronómico de la lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) variedad crespa.....	35
Tabla 21. Ancho de hoja (cm) en la evaluación de dos dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronómico de la lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) variedad crespa.....	37
Tabla 22. Peso de follaje fresco (g) en la evaluación de dos dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronómico de la lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) variedad crespa.....	38
Tabla 23. Análisis económico de los tratamientos.....	39
Tabla 24. Presupuesto destinado netamente a la investigación. ....	40

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Interacción en la altura de planta (cm) en la evaluación de dos dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronómico de la lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) variedad crespa .....	32
Gráfico 2. Interacción en el número de hojas/planta en la evaluación de dos dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronómico de la lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) variedad crespa .....	33
Gráfico 3. Interacción en el diámetro de tallo (mm) en la evaluación de dos dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronómico de la lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) variedad crespa .....	35
Gráfico 4. Interacción en el largo de hoja (cm) en la evaluación de dos dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronómico de la lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) variedad crespa .....	36
Gráfico 5. Interacción en el ancho de hoja (cm) en la evaluación de dos dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronómico de la lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) variedad crespa .....	37
Gráfico 6. Interacción en el peso de follaje fresco (g) en la evaluación de dos dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronómico de la lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) variedad crespa .....	38

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

<b>Título del proyecto</b>	Evaluación de dos dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronómico de la lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ) variedad crespa.
<b>Fecha de inicio:</b>	Octubre del 2023
<b>Fecha de finalización:</b>	Febrero del 2024
<b>Lugar de ejecución:</b>	Cantón La Maná
<b>Facultad que auspicia:</b>	Extensión La Maná
<b>Carrera que auspicia:</b>	Agronomía
<b>Proyecto de investigación:</b>	Fomento productivo
<b>Equipo de trabajo:</b>	Chinacalle Ramírez Brayan Mauricio Nuñez Parra Angel Dario
<b>Tutor del proyecto:</b>	Quinatoa Lozada Eduardo Fabian
<b>Área de conocimiento:</b>	Agricultura, silvicultura y pesca
<b>Línea de investigación:</b>	Producción Agrícola sostenible

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*), es considerado como una de las hortalizas de hoja más importante, ya que es consumida en su mayoría por los ecuatorianos, su consumo es principalmente en ensalada, además, es conocida y cultivada en todo el mundo, existiendo una gran diversidad de variedades, existiendo una diversidad de tipos de hojas y hábitos de crecimiento (Paredes, 2015)

Según Castaño & Chiroque (2019), La lechuga (*Lactuca sativa. L.*) es una planta originaria de Asia Menor que procede de la especie silvestre *Lactuca scariola, L.*, que se encuentra muy difundida en la Europa Central y del Sur y en la mayor parte de las áreas templadas. la lechuga se resalta por el contenido de minerales y vitaminas indispensables para el organismo, además, presenta altas fuentes de calcio, hierro y vitamina A, proteína, ácido ascórbico (vitamina C), tiamina (vitamina B1), riboflavina (vitamina B2) y niacina.

El cultivo de lechuga es considerado especial, siendo orientada dentro del mercado gourmet, esto se debe a la gran aceptación de este cultivo, siendo uno de los más consumidos en todo el mundo. En los últimos años se ha estado produciendo en invernaderos, con el fin de exportar hacia los mercados que tiene un alto potencial, más cuando son épocas de ventas. En Ecuador existen alrededor de 1145 ha destinadas al cultivo de lechuga, mismas que presentan un promedio de 7928 kg/ha (Ministerio de Agricultura, 2009). La producción da con el 30% lechuga criolla, siendo las provincias de Cotopaxi (481 ha), Tungurahua (325 ha) y Carchi (96 ha) las zonas que mayor producción presentan, sin embargo, la lechuga en Ecuador se puede encontrar alrededor de 7 u 8 variedades, siendo solo una la que cuenta con el 70% de adquisición en el mercado, siendo la lechuga criolla o repollo la más consumido por los ecuatorianos (Ministerio de Agricultura, 2009).

En el presente proyecto de investigación se evaluó la respuesta de dos dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronómico de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) en el cual observaremos los parámetros agronómicos que nos ayudaran a interpretar los niveles de desarrollo, este proyecto se lo lleva a cabo en el cantón La Maná provincia de Cotopaxi, el proyecto se lo realiza con el fin de brindar una opción de biofertilizantes orgánicos, con el fin de precautelar el cuidado de

los suelos y del medio ambiente, así como también una alternativa más económica de fertilizar los cultivos.

La metodología residió en la toma de datos: Diámetro de tallo, largo de hoja, ancho de hojas, número de hojas, altura de planta, peso de planta días a cosecha con el cual se ejecutara un diseño de bloque completamente al azar (DBCA) que consiste en 9 tratamientos de los cuales T1,T2,T3,T4 ocuparan la dosis de 0.5 ml, mientras que T5,T6,T7,T8 ocuparan la dosis de 1 ml y como Testigo se ocupara al tratamiento T9, con 3 repeticiones cada tratamiento en el cual se evaluarán 4 unidades experimentales por repetición que se sometieron al análisis de varianza empleando la prueba de Tukey al 0.5%, la toma de datos fueron realizadas a los 15, 30 y 45 días después del trasplante.

### **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Las hortalizas son muy importantes a nivel mundial debido a que toda la población la utiliza para su alimentación, de las cuales se consumen sus hojas, tallos y raíces con el fin de compensar las necesidades nutricionales, gracias al aporte de vitaminas, minerales y proteínas, que pueden mejorar la salud de las personas. (Díaz, 2021)

Según Arancon et al (2015), en los últimos años se ha venido comprobando la necesidad de una producción a gran escala, misma que servirá como alimento para las personas, siendo la aplicación de nuevas tecnologías las cuales han demostrado resultados favorables tanto para el consumidor y productor

La lechuga es una de las hortalizas más utilizadas ya se en la preparación de alimentos como las ensaladas, así como también algunas variedades se las utilizan para la extracción de *Lactucarium*, que se lo utiliza como calmante y somníferos. La lechuga en el organismo es favorable y posee propiedades refrescantes, también es utilizada para la producción de perfumes (Toapanta, 2013). Por estas razones el presente proyecto de investigación se basa la producción de este cultivo ya que tiene un uso diverso a nivel mundial.

Con el paso del tiempo las necesidades del ser humano van en crecimiento por lo cual exigen más producción de alimento, la lechuga es una de las hortalizas más utilizadas a nivel mundial por ello la producción y calidad del producto va en aumento, la presente investigación se basará

en la aplicación adecuada de biofertilizantes con el fin de proteger la salud de los seres humanos y mantener un medio ambiente sano.

Los biofertilizantes ayudan a suministrar los nutrientes necesarios para que la planta tenga un óptimo desarrollo, además ayudan a mejorar la calidad del suelo y conseguir un entorno microbiológico más óptimo, este tipo de productos son indispensables para la agricultura ecológica, ya que ayuda a mejorar la producción y a conseguir un aumento en las cosechas, evitando algún daño en el medio ambiente, ya que son productos amigables con el ambiente y la naturaleza.

Este trabajo es importante para la agricultura debido a que se buscó una alternativa de cultivar y producir de forma orgánica y ecológicamente con el ecosistema, debido que esto biofertilizantes no son contaminante para el medio ambiente, posee beneficio tanto para la planta como para el suelo y efectúa como un controlador biológico para las enfermedades de los cultivos

#### **4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

##### **4.1. Beneficiarios directos**

Como beneficiarios directos nos centraremos en los pequeños productores y consumidores de la zona centro del cantón La Maná y sus alrededores, son quienes aprovecharán las técnicas implementadas en la investigación, con lo que tendrán más alternativas para producir lechuga, mismo que les beneficiara en el aspecto económico regularmente.

##### **4.2. Beneficiarios indirectos:**

Los beneficiarios indirectos del proyecto son la comunidad académica de la Universidad Técnica de Cotopaxi internamente el equipo de investigación y quienes conforman la Facultad Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, estudiantes y docentes quienes podrán en práctica los conocimientos que se generaron en el presente estudio.

## 5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

La respuesta mundial por la crisis alimentaria, va tomando medidas humanitarias y en algunos países han comenzado a efectuar varias inversiones en la producción agrícola, la demanda internacional de alimentos, sin embargo se ha incurrido en una agricultura ineficaz y altamente contaminante, por la cual ha causado pérdida de la biodiversidad biológica, disminuyendo los recursos naturales y erosionado la estructura del suelo. Debido a lo acontecido mencionado anteriormente, es necesario buscar soluciones de producción óptima y orientadas a beneficiar la sostenibilidad del sector agrícola mediante la utilización racional de los recursos naturales y a la vez aplicar medida cautelosa para preservar el medio ambiente. (Braun et al., 2010)

Según Chisaguano & Maigua (2022), nos muestran que en los actuales años el precio de los alimentos a nivel mundial, han sufrido significativas pérdidas en la producción como en el desarrollo de los cultivos, esto se debe al mal uso de agua y la indiscriminada aplicación de agroquímicos y prácticas de cultivo convencional alrededor de todo el mundo, desestabilizando en proporción las tierras cultivadas. Además la utilización de los productos orgánicos presenta una alternativa para evitar una alta contaminación de los cultivos, por lo que perjudican en la degradación del suelo, contaminación de agua, provocando problemas en la salud (Ruiz, 2021)

Según Golberg et al (2008), nos mencionan sobre el cultivo y la producción de hortalizas se centran en los pequeños productores y en la agricultura familiar. En Ecuador el 83% de esta producción es destinada al consumo interno. El cultivo de lechuga se lleva a cabo de forma tradicional a campo abierto, pero también bajo cultivos protegido en suelo y en sistemas hidropónicos.

De acuerdo a la una problemática mencionada se da la alternativa de mejorar la agricultura con un ambiente sostenible, es por eso el uso de biofertilizantes, los cuales incorporan desde microorganismo, abonos verdes y estiércoles, estos ayudaran recuperar la estructura del suelo, mejora el rendimiento del cultivo y conservar el ecosistema, además de promover el cultivo de lechuga ya que porta de beneficios nutricionales para la crisis alimenticia que se vive a nivel mundial y nacional.

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1. Objetivo General**

Evaluar dos dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronómico de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad crespa

### **6.2. Objetivos específicos**

- Analizar el efecto agronómico de la variedad de lechuga (*Lactuca sativa L.*) con la aplicación de dos dosis de biofertilizantes.
- Determinar las dosis adecuadas de biofertilizantes en la producción de lechuga (*Lactuca sativa L.*).
- Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREA EN LA RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 1.** Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

Objetivos	Actividades	Resultados	Medios de verificación
Analizar el efecto agronómico de la variedad de lechuga ( <i>Lactuca sativa L</i> ) con la aplicación de dos dosis de biofertilizantes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimiento del experimento</li> <li>- Aplicación de los tratamientos</li> <li>- Medición de variables vegetativas del cultivo en campo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de suelo</li> <li>- Requerimiento nutricional del cultivo de lechuga</li> <li>- Diámetro de tallo</li> <li>- Largo de hoja</li> <li>- Altura de planta</li> <li>- Número de hojas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toma de muestras en diagonal</li> <li>- Libreta de campo</li> <li>- Registro de fotografías</li> </ul>
Determinar las dosis adecuadas de biofertilizantes en la producción de lechuga ( <i>Lactuca sativa L.</i> ).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicación de biofertilizantes en diferentes dosis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Métodos de aplicación de biofertilizantes en el área foliar de la lechuga crespa.</li> <li>- Se examinó las variables de los tratamientos planteados</li> <li>- Ancho de hoja</li> <li>- Peso de planta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Libreta de campo</li> <li>- Registro de fotografías</li> <li>- Bomba de fumigar</li> <li>- Análisis estadístico</li> </ul>
Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de costo de producción de un cultivo, así como su rentabilidad y su relación costo beneficio</li> <li>- Registro de costos de los insumos y gastos de los tratamientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprensión del aspecto económico en la rentabilidad del cultivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resolución de costo de producción, así como su rentabilidad y su relación costo beneficio.</li> </ul>

Elaborado por: Chinacalle y Núñez (2024)

## **8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA**

### **8.1. Origen del cultivo**

Existen diferentes opiniones acerca del origen de la lechuga. Algunos autores postulan que fue en Egipto, alrededor del año 2500 a. C, donde se encontraron representaciones de las hojas largas de lechugas en paredes de algunas tumbas egipcias. Sin embargo, su origen probablemente sea del sudoeste asiático, del área alrededor de los ríos Éufrates y Tigris, donde se cree que la humanidad inicio la agricultura y de donde proviene la mayor cantidad de variedades silvestres emparentadas (Arancon, et al. 2015)

Según Mercedes & Molina, (2014), el origen de la lechuga, no es claro, ya que diversos autores afirman que ese cultivo es procedente de la India, aunque hoy en días diversos botánicos no tienen claro el antecesor de las lechugas, mismas que se encuentran en estado silvestre, siendo las variedades cultivadas actualmente en diversas partes del mundo.

### **8.2. Producción mundial**

La producción mundial de lechuga registró un aumento del 33% esto demuestra el aún escaso desarrollo tecnológico en todo el proceso que va desde la siembra a pos-cosecha. La superficie mundial dedicada a lechuga tuvo un alto crecimiento a inicios de la década (24%), pasando desde 840.000 ha a más de un millón de hectáreas en 2005. Los principales países que aportan dentro de la producción mundial, con más del 50% de la producción, Asia, China e India, son lo que mayor producción reportan, China reporto el 55% de la producción total, misma que se ha incrementado en los últimos años, en el caso de India es el tercer país con mayor producción, registrando un aumento del 34% (Viteri & Gracia, 2013).

Según Orús (2023) menciona que, en el 2021, se promovieron aproximadamente 27,7 millones Tn. de lechuga a nivel mundial. Esta cifra supone un ligero aumento de casi 40.00 Tn. Respecto al año anterior, pero queda lejos de los 28,6 millones producidos en 2018, cuando se registraron los valores más altos que marco un amplio benéfico a nivel del mundo.

### 8.3. Producción nacional

En Ecuador los cultivos hortícolas se están proyectando con éxito en los mercados locales, así como los mercados internacionales, por lo que los agricultores cultivan la lechuga, siendo considerada especial dentro del mercado gourmet, en el país en los últimos años la lechuga ha sido cultivada bajo invernadero, en Ecuador se produce alrededor de 1145 ha, con un rendimiento promedio de 7928 kg/ha, siendo Cotopaxi 481 ha, Tungurahua 325 ha y Carchi 96 ha, las provincias que mayor producción de lechuga tienen (SIAP-SAGARPA, 2010).

### 8.4. Descripción taxonómica

En la tabla 2 encontramos la clasificación taxonómica de la lechuga cressa:

**Tabla 2.** Clasificación Taxonómica de (*Lactuca sativa L.*)

---

División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Asterales
Familia:	Asterácea
Genero:	<i>Lactuca L.</i>
Especie:	<i>Sativa L.</i>

---

Elaborado por: Chinacalle y Núñez (2023)

Fuente: (Andrango, 2022)

### 8.5. Características botánicas

La lechuga es una planta herbácea y anual. Sus hojas son comestibles, las cuales son glabras, brillantes, de color verde o rojas, con aspecto fundamental para los consumidores esta hortaliza es de consume fresco la duración del cultivo varían desde los 50 a 60 días para las variedades

tempranas y de 70 a 80 días para las tardías, desde la plantación hasta la cosecha. (Chacha, 2022)

La lechuga consiste en una raíz pivotante de origen seminal bien diferenciada, de la cual se origina un sistema radical ramificado posterior a la germinación. El desarrollo de la raíz en la lechuga se lleva a cabo rápidamente a partir del desarrollo de la radícula. Si las condiciones ambientales son favorables a los 6 días de la germinación pueden aparecer las primeras ramificaciones entre los 2,5-4 cm aprox. Cuando la planta tiene una altura aproximada de 6 cm, la raíz pivotante presenta 5 mm de diámetro en la superficie y rápidamente se reduce a 1 mm pudiendo alcanzar una profundidad de 70 cm y un ancho de 30 cm en la profundidad cercana a la superficie; en los últimos 20 cm no existe ramificación. (Bilbao & Frezza, 2022). Así como también el tallo de la lechuga según Rivera (2023), es muy corto, en el cual se presenta una roseta de hojas pequeñas que dependiendo la variedad varían en su tamaño y textura e incluso en algunas su color dependiendo de la variedad cultivada. Al hablar de las lechugas decimos que poseen flores amarillas y muy pequeñas donde se concentran el mismo nivel apical (Rivera, 2023).

*Lactuca sativa* presenta una gran diversidad genética ya que existen diferentes tipos de especies caracterizadas por su hábito de crecimiento y por sus hojas. Estas últimas se insertan en el tallo de manera alterna y formando una roseta de hojas que en muchas variedades se disponen de manera laxa (lechuga francesa o crespa) o erguida (lechuga criolla), pero en las variedades de cabeza se imbrican las hojas dando origen primero a un “cogollo” y luego a una cabeza firme. Las hojas son glabras de forma redondeada, lanceolada o espatulada; el borde del limbo puede ser liso, ondulado o aserrado (o crespo), el resto del órgano puede ser orbicular o liso. El color de las hojas varía entre el verde claro-amarillento hasta el verde oscuro y rojizo. (Bilbao & Frezza, 2022)

### **8.6. Condiciones edafoclimáticas**

La planta de la lechuga presenta un buen desarrollo en climas templados frescos, siendo las temperaturas óptimas entre 13 y 18 °C, cuando existen altas temperaturas el desarrollo es afectado, debido a que la germinación cambia y por ende el crecimiento de la planta, durante las primeras fases del cultivo la mejor temperatura es de 10 a 15 °C, estos daos causados por

las temperaturas no se ven reflejadas en las plantas pequeña, si no en las plantas que están próximas a la cosecha, siendo la temperatura de 18 y 24 °C la más óptima para que las lechugas tengan un mejor vigor. Temperaturas de promedio de 6°C por la noche no frenan su crecimiento. La acumulación de horas de luz acelera el proceso reproductivo, lo que se conoce como “subida de flor (Sánchez, 2018).

Según Sánchez (2018) dice que la lechuga se puede desarrollar mejor en suelos con una fertilidad elevada, mismos que contengan un alto contenido de materia orgánica, también, debe existir un buen drenaje evitando que el agua se acumule, la acidez tiene que ser neutra y un pH comprendido entre 6,0 y 7,5. También se conoce que la lechuga prefiere suelos ligeros, arenoso-limoso con buen drenaje. Este cultivo, en ningún caso admite la sequía, aunque la superficie del suelo es conveniente que esté seca para evitar en todo lo posible la aparición de plagas y enfermedades (Guangasig, 2022)

En lo que respecta al riego, la calidad y el rendimiento de los cultivos se ve afectado si el riego es retrasado o a su vez el suelo presenta una alta humedad, cuando existe deficiencia de agua se evidencia un estrés hídrico, misma que provocará una reducción del tamaño y engrosamiento de las hojas, por lo que el producto reducirá su calidad, lo que dificultará su comercialización (Saavedra, 2017)

El cultivo de lechuga se desarrolla en una temperatura óptima de 18 a 23 °C por el día y de 7 a 15 °C durante la noche, soporta temperaturas máximas de 30 °C y la mínima de 6 °C, es decir que el cultivo puede resistir a bajas temperaturas, con una humedad de 60 a 80%, este cultivo de lechuga se desarrolla mucho mejor en suelos franco arenosos que presenten un buen drenaje (Guerra & Yugsi, 2022)

Al observar la tabla 3 describe en valor nutricional del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) por cada 100 gr en el cuales se detalla las proteínas, grasas, carbono, calcio, magnesio, entre otros que aportan a cada individuo que las consume.

**Tabla 3.** Valor nutricional del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L*) por cada 100gr de proporción comestible

<b>Elementos Nutricionales</b>	<b>Valores/Unidad</b>
Proteínas	0.8g
Grasas	0.1g
Carbono	5mg
Calcio	13mg
Magnesio	7mg
Fosforo	25mg
Potación	100mg
Hierro	1.5mg
Riboflavina	0.03mg
Tiamina	0.7mg
Azúcar total	2.2g
Vitamina A (u.l.)	300
Agua	96g
Calorías	11

Fuente: (Guerra & Yugsi, 2022)

### 8.7. Manejo del cultivo

La época de siembra de la lechuga puede realizarse durante todo el año, así como se la puede sembrar en zonas tropical y subtropical, siendo un cultivo que se puede realizar una siembra directa o trasplante. Cuando se realiza la siembra directa se recomienda utilizar de 2 a 3kg de semilla/ha. (Toapanta, 2013). Del mismo modo la siembra se la realiza en semilleros, la siembra por lo general se la realiza en épocas frías en las que son ligeramente protegidos. Como el tamaño de la semilla es muy pequeño, suele cubrirse con una capa delgada de suelo. El número de semillas se estima de 600 a 100 semillas por gramo y se pueden conservar de 3 a 4 años, con una temperatura de 10°C y una humedad de 30%. (Villareal, 2015). Cada tipo de lechuga, según su hábito de crecimiento, tiene un marco de plantación distinto (Saavedra, 2017). Existe una gran variación en cuanto a la sistematización del terreno para la plantación y la densidad de plantas. Las distancias de siembra dependerán de las condiciones del suelo y la variedad que se va a utilizar, para una hectárea se necesita alrededor de 40000 hasta 120000 plantas, las distancias entre hilera son de 0.80 a 1 metro (Rodríguez & Santana, 2011)

Según Toapanta (2013), menciona que debe remover el suelo para lograr un buen control de malezas permitiendo una mejor aireación, estas labores se hacen de 30 a 35 días después de la siembra, cuando las plantas tienen de 10 a 15 cm de altura, estas labores pueden ser manual o mecánica, la lechuga es de alta demanda de potasio, por otro lado, hay que evitar el exceso de

abonos, ya que puede afectar al crecimiento e las plantas (Chisaguano & Maigua, 2022). Además, la fertilización de la lechuga está determinada por el clima. De modo actualmente existen distintas variedades las cuales se pueden adaptar a los diferentes ciclos, donde tenemos las variedades de ciclo corto que dura de entre 50 y 70 días y para las variedades de ciclo largo de 100 a 120 días (Copara, 2023). Según Medina (2019), las lechugas muestran una etapa crítica de competencia las tres primeras semanas después del trasplante. Los deshierbes son realizados con herramientas como azadón, guadaña y pala, siendo opciones viables para realizar un buen trasplante, labores que se deben realizar para evitar daños al follaje. En las siguientes tablas 4 y 5 observamos las plagas y enfermedades.

**Tabla 4.** Principales plagas del cultivo de lechuga crespa

<b>Plagas</b>	<b>Acción sobre la planta</b>	<b>Control</b>
<b>Mosca minadora</b> <i>(Liriomyza huidobrensis)</i>	Las larvas se nutren de la hoja creando minas o galerías, y los adultos de los exudados originados cuando la hembra introduce el ovopositor en las hojas, causando “picaduras de alimentación). Hojas fuertemente infestadas no pueden realizar una buena fotosíntesis	Se debe Evitar el excesivo uso de nitrógeno. También se debe instalar trampas con aceite agrícola
<b>Mosca blanca</b> <i>(Bemisia tabaco)</i>	Las larvas y adultos se alimentan de los jugos del tejido vegetal provocando un debilitamiento general de la planta. Además, son vectores que pueden causar graves enfermedades.	Se debe nutrir de una manera adecuada a la planta, aplicando una dosis correcta, también se debe eliminar las malezas y colocar trampas amarillas.

**Elaborado por:** Chinacalle y Núñez (2023)

**Tabla 5.** Principales enfermedades de la lechuga crespa

<b>Enfermedades</b>	<b>Síntomas</b>	<b>CONTROL</b>
<b>Botritis o moho gris</b> <i>(Botrytis inérea)</i>	Los primeros síntomas se expresan en las hojas más viejas con unas manchas de aspecto húmedo, mismas que se tornan de un color amarillo, las cuales se vuelven de un color gris.	Se debe evitar altas densidades de siembra, con el fin de evitar golpes que puedan generar lesiones.
<b>Mildiu</b> <i>(Bremia lactucae)</i>	Los primeros síntomas aparecen en el haz, con muchas manchas cloróticas, y en el envés se observa un micelio veloso; las manchas llegan a unirse unas con otras y se tornan de un color pardo.	Se debe evitar el riego de meara excesiva para no humedecer el entorno de la planta de más.
<b>Oídio</b> <i>(Erysiphe cichoreacearum)</i>	Los ataques se presentan cuando hay períodos prolongados de humedad. Las hojas se cubren de un micelio blanquecino de aspecto pulverulento.	Para un buen control se debe aplicar azufre en la primera aparición de la enfermedad.

Elaborado por: Chinacalle y Núñez (2023)

Fuente: (Villareal, 2015)

### **8.8 Biofertilizantes**

Los biofertilizantes son varios microorganismos benéficos, los cuales aumentan la disponibilidad de los distintos nutrientes en las plantas, los biofertilizantes presentan buenas ventajas como una producción con menores costos, protegiendo al medio ambiente y la biodiversidad del suelo, por lo que los biofertilizantes son utilizados en gran medida en la agricultura orgánica, sin embargo, es recomendable aplicar de una manera integral en los cultivos tradicionales, por ende, los biofertilizante se pueden dividir en cuatro grupos, como lo son los fijadores de nitrógeno, captadores de fósforo, solubilizadores de fósforo, captadores de fósforo y promotores de crecimiento (Intagri, 2015).

Además, son sustancias orgánicas, que proporcionan los nutrientes necesarios en el desarrollo de las plantas, mejorando la calidad de los suelos, ayudando a la zona microbiana más óptima, este tipo de productos son imprescindibles en lo que concierne en la agricultura ecológica, ya que, beneficia en la producción agrícola, consiguiendo mayor índice de cosechas sin presentar

efectos negativos en el medio ambiente, este tipo de productos están hechos principalmente de bacterias u hongos que pueden ayudar a mejorar la absorción de nutrientes, mejorando los beneficios de los diferentes elementos presentes en el suelo (El Consumidor, 2021).

### **8.8.1. Clasificación del biofertilizante por su mecanismo de acción**

#### **8.8.1.1. Fijadores de nitrógeno**

Según Intagril, (2015), los fijadores de nitrógeno ayudan a personificar mejor a un biofertilizante ecológico, los cuales tenemos dos grupos, las simbióticas como son los *Rhizobium* mismas que viven en el suelo, las bacterias fijadoras de nitrógeno en unas concentraciones adecuadas en los cultivos de baja demanda, pudiendo sustituir las aplicaciones de nitrógeno sintéticos.

Los macroorganismos fijadores de nitrógeno no constituyen a un grupo homogéneo, siendo su única característica la presencia de la enzima nitrogenasa, dichas bacterias son organismos fotótrofos pertenecientes a la familia *Rhodospirillaceae*, y organismos quimioautótrofo, como son los del género *Thiobacillus*, *Xanthobacter*, dichos organismos ayudan a la fijación del nitrógeno ya sea de forma independiente o a su misma vez estableciendo una relación con otros organismos presentes en el suelo (Auñon, 2010).

La fijación de nitrógeno requiere un complejo enzimático, a la cual se la denomina nitrogenosa, mismas que actúa en un microambiente protegido del oxígeno, lo que gasta mucha energía, por lo que los microorganismos deben disponer de un suministro rápido de electrones (Caffa & Bernardin, 2006).

#### **8.8.2. Solubilizadores de fósforo**

Las bacterias que solubilizan el fósforo utilizan distintos mecanismos para convertir las fórmulas insolubles en formulas solubles. Los microorganismos utilizan los azúcares que toman de los exudados de las raíces de las plantas, lo metabolizan y liberean ácidos orgánicos, así como el ácido butírico, oxálico, entre otros que actúan como buenos quelantes de los cationes de calcio, aluminio y magnesio que acompañan a la liberación de fosfatos a partir de compuestos fosfáticos insolubles. (Muñoz, 2017).

Los microorganismos solubilizadores de fósforo son un grupo de PGPM mismos que ayudan en el crecimiento vegetal, mismos que incluyen todas las bacterias, hongos y actinomicetos, quienes tienen la capacidad de solubilizar fosfatos minerales, que estén presentes en el suelo y que no pueden ser utilizados por las plantas para su nutrición, siendo los solubilizadores esenciales para la facilitación de la adquisición de nutrientes para las plantas (Beltrán, 2014).

La mayoría de los microorganismos solubilizadores de fosfato muestran actividades en la promoción de crecimientos vegetales como lo son ácido indolacético, ácido giberélico, citoquininas, etileno, ácido cianhídrico, fijación de nitrógeno y una mayor resistencia a los patógenos que se pueden presentar en el suelo, por lo que es necesario que los microorganismos sean considerados como un potencial y eficiente bioinsumo (Banerjee *et al.* 2010).

### **8.8.3. Captadores de fósforo**

Hongos como las micorrizas, que se adhieren a las raíces de la planta que mejoran la absorción de agua y nutrientes del suelo, así como la defensa contra los patógenos. Cabe recalcar que las micorrizas fomentan la absorción del fosforo. (Research, 2023)

Las micorrizas fungen como captadores de fósforo, ya que se unen a las raíces que son indispensables para brindar alimento a las plantas, ayudando a la planta a mejorar la absorción de agua y los nutrientes, el fósforo es uno de los elementos que se encuentra inmóvil en el suelo y con la ayuda de las micorrizas ayudan a un efecto directo en su absorción (Intagri, 2015).

Cabe destacar que las micorrizas ayudan a mejorar las propiedades físicas del suelo, esto se da mediante el enriquecimiento de materia orgánica y en la formación de agregados por la adhesión de las partículas, mismas que contribuyen en la estructura y estabilidad del suelo, mejorando la capacidad de retención de agua (Arévalo, 2014).

### **8.9. Promotores de crecimiento vegetal**

Estos son microorganismos que durante su actividad metabólica son capaces de producir y liberar sustancias reguladoras para las plantas.

**Tabla 6.** Microorganismos promotores de crecimiento.

<b>Microorganismos</b>	<b>Sustancia que libera</b>
Gibberella	Giberelina
Anabaena, Nostoc	Ácido indolacético
Diplodia macrospora	Auxinas
Phomosis	Auxinas
Trichoderan	Giberelinas

**Elaborado por:** Chinacalle y Núñez (2023)

**Fuente:** (Intagri, 2015)

### **8.9.1. Rizobacterias**

Benjumeda (2017), menciona que las rizobacterias que están presente en la rizosfera de las plantas, potencian su crecimiento, ayudando a una mejor absorción de los minerales y otros elementos, además, ayudan a una mejor producción de hormonas las cuales son necesarias en los procesos vegetales, ayudan a evitar posibles afecciones causadas por agentes patógenos, también, mejoran el crecimiento de los cultivos al ser usados como agentes de biocontrol, en la actualidad se han investigado cepas de bacterias que ayudan a un mejor desarrollo en la interacción con las plantas.

Los mecanismos de acción de los PGPR en el crecimiento de las plantas son variados y se pueden clasificar, en extracelulares (ePGPR) que llegan a ocurrir en el exterior de la rizosfera; en los espacios que están entre las células y las raíces. Los mecanismos indirectos ocurren fuera de la planta, en el caso de los indirectos ocurren dentro de las plantas, afectando directamente a su metabolismo a través de la modificación de la expresión de genes (Benjumeda, 2017)

#### **8.9.1.1. Ventajas**

Las rizobacterias ayudan a la estimulación en la germinación de las semillas y al enraizamiento, función que está realizada por microorganismos que producen hormonas, vitaminas y otras sustancias, también, ayudan a incrementar los suministros de nutrientes, mejora la estructura del suelo, esto se da mediante agregados estables las cuales son causadas mediante a la

consecuencia del crecimiento microbiano, además, brindan una mejor protección de las plantas cuando se presentan estrés biótico y abiótico, incrementan la tolerancia a la salinidad, sequía, degradación del suelo (Moreno *et al.* 2017).

## **8.9.2. Micorriza**

La palabra micorriza es originario de los vocablos griegos *mycos* que significa hongo y *rhiza* raíz. Los HMA son microorganismos que pueden vivir en asociación simbiótica entre las raíces de las plantas y cierto grupo de hongos poblaciones naturales del suelo. El hongo simbionte mutualista es incapaz de ejecutar fotosíntesis, por tanto, recibe carbohidratos de la planta, ofreciendo a la planta varios beneficios reflejados en su crecimiento, nutrición y sanidad (Flores, 2022)

### **8.9.2.1. Funciones de la micorriza**

Su principal función es la ampliación de minerales, por lo que los HMA secretan “glomalina”, sustancia capaz de agrupar minerales y materia orgánica, contribuyendo en la estabilidad de agregados, e infiltración de agua en el suelo, lo cual desarrollo una red de micelio en el suelo modificando la morfología de la raíz, lo que modera los efectos contra el estrés causado por factores abióticos agua, luz, temperatura, preservando a la raíz contra el ataque de patógenos, modificando la fisiología y el metabolismo de las plantas (Romero, 2022)

### **8.9.2.2. Beneficios**

Según Catalan (2021), menciona que los HMA al encontrarse relacionados en simbiosis con las plantas promueven el crecimiento vegetativo y aumenta el rendimiento en cultivos básicos. Además, provocan un mejoramiento de la nutrición mineral, tolerancia a sequías, control de patógenos, y biorremediación en asociación con bacterias fijadoras de nitrógeno y leguminosas, como *Leucaena leucocephala*. De tal manera, su uso en la agricultura puede disminuir costos de producción y contribuir a una producción más sustentable

Los HMA aumentan el nivel de movilización de fosforo, iones poco móviles (ácido fosfórico, amoniaco, zinc, cobre). Además, ayudan a reducir los daños ocasionados por erosión y a preservar la estructura mediante la producción de micelio y sustancias adherentes, como es la

secreción de “glomalina”, que es una sustancia capaz de aglutinar minerales y la materia orgánica, contribuyendo a una mejor estabilidad de agregados, e infiltración de agua en el suelo (Catalan, 2021)

## **8.10. Algas marinas**

Las algas marinas son utilizadas en la nutrición, cosmética y agricultura, en este sentido, la Comisión Europea se ha realizado una consulta pública para tener una visión sobre este sector y promover la industria de las algas, representando un recurso en gran parte sin explotar que se puede utilizar, medio ambiental restringida, para producir alimentos, piensos, servicios farmacéuticos, bioplásticos, abonos y biocombustibles (Chavez & Cobi, 2023). Las algas marinas ayudan a mejorar el suelo, vigorizando en un incremento en los rendimientos y la calidad de las cosechas, siendo su utilización en muchos más países, a medida que su utilización se vaya incrementando el uso de productos químicos irán disminuyendo favoreciendo así la agricultura sostenible (López, 1999).

### **8.10.1. Función de las algas marinas**

Las algas marinas estimulan la actividad de los microorganismos del suelo, que induce a una mayor disponibilidad de los nutrientes para las plantas, lo que facilita a su absorción, reduciendo la compactación, aumentando la aeración y la capacidad de retención del agua en el suelo, ya que promueven la diversidad microbiana, lo que crea un medio ambiente ideal para el crecimiento de la raíz, por otro lado, estudios han demostrado que el contenido de clorofila y la capacidad fotosintética se presenta más alta cuando las plantas son tratadas con algas marinas (Zermeño *et al.* 2015).

## **8.11. Bacillus**

Las bacterias de este género son una de las más eficaces para el control de enfermedades foliares, al ser consideradas como microorganismos colonizadores eficaces, evaluando estas bacterias para el control de enfermedades fúngicas (Collaguazo & Tenorio, 2018)

El *Bacillus* poseen bordes ligeramente irregulares, aplanados de un color blanco, su consistencia es diversa puede presentarse seca, harinosa o mucosa (Larrea *et al.*, 2015).

Bacillus spp. Son un grupo de bacterias que son beneficiosas en la producción de los cultivos, este género de bacterias pertenecen al filo firmicutes, siendo utilizadas en investigaciones médicas y su aplicación den la industria, en la agricultura actúan como un agente de biocontrol, lo que estimula el crecimiento vegetal, aumentan el volumen radicular por lo que la absorción mejora, ya que solubilizan los nutrientes, también, ayudan al cultivo a que resistan a las condiciones ambientales desfavorables que se puedan presentar, mediante la formación de endosporas (Edalife, 2023).

## 9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

**Ha.** Al menos una dosis de biofertilizantes asegurara el desarrollo agronómico de la lechuga (*lactura sativus l.*) variedad crespa.

**Ho.** Ninguna dosis de biofertilizantes asegurara el desarrollo agronómico de la lechuga (*lactura sativus l.*) variedad crespa.

## 10. METODOLOGIA

### 10.1. Ubicación y duración del ensayo

La presente investigación fue llevada a cabo en la Parroquia El Triunfo Cantón La Maná, provincia de Cotopaxi, donde se evaluó dos dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronómico de la lechuga (*lactura sativus l.*) variedad crespa, su ubicación geográfica es: Latitud 0°56'30"S , longitud 79°14'05"O, altitud 200 m.s.n.m, la investigación tuvo una duración de cuatro meses de investigación en el sector.

### 10.2. Tipos de investigación

#### 102.1. Descriptiva

Es descriptiva por que describe un problema latente en la falta de conocimiento que tienen los moradores del sector con respecto a la aplicación de los biofertilizantes al cultivo de hortalizas como es el caso de la lechuga (*lactura sativus l.*) variedad crespa, Además define, analiza y emite criterios como la observación y registro de datos de campo, para aseverar o desmentir una determinada hipótesis. La investigación descriptiva de igual manera describe una

problemática latente en la aplicación de biofertilizantes orgánicos, en busca de alternativas para su posible solución

### **10.2.2. Experimental**

La investigación es de tipo experimental debido a que se muestra el análisis de variables, es decir se estudian las variables de las características del cultivo de la lechuga, a partir de la observación y toma de datos de las diferentes dosis evaluadas. En el ensayo se analizó determinadas repeticiones del experimento para confirmar los resultados obtenidos con la mayor veracidad posible.

### **10.2.3. De Campo**

La investigación es de campo, ya que se estableció un ensayo, mediante el cual se obtuvieron los datos que, que se analizaron estadísticamente, los resultados obtenidos establecieron el tratamiento que mejor rendimiento tuvo en la producción de la hortaliza lechuga crespa (*Lactuca sativa L.*).

### **10.2.4. Cuantitativa**

Por medio de esta investigación cuantitativa se estudió las variables valoradas a partir del registro de datos experimentales que se alcanzaron en el cultivo de lechuga crespa, los datos se expresan en valores numéricos para expresar los resultados obtenidos. A partir del estudio cuantitativo de las variables estudiadas se analizaron los datos. Este tipo de investigación permite cuantificar los resultados obtenidos a partir de las variables estudiadas posterior al análisis estadístico.

### **10.2.5. Bibliografías**

La investigación se realizó para conocer antecedentes investigativos que permiten tener bases para el estudio del cultivo. Es un paso muy importante puesto que incluye la observación, análisis e interpretación de fuentes bibliográficas en referencia al tema de investigación. Del mismo modo utilizamos la consulta bibliográfica para determinar el comportamiento agronómico del cultivo de Lechuga crespa con las dos dosis aplicadas para así comparar los resultados obtenidos del proyecto

### 10.3. Condiciones agrometeorológicas

En la siguiente tabla se presentan las condiciones agrometeorológicas que requiere el cultivo de Lechuga crespa (*Lactuca sativa L.*)

**Tabla 7.** Condiciones agrometeorológicas.

<b>Parámetros</b>	<b>Valores</b>
Temperatura (°C)	200
Altitud (m.s.n.m)	22-33
Heliofanía (horas-luz/año)	75
Humedad relativa (%)	12,7
Precipitación (mm/año)	215
Topografía	Regular
Textura	Franco arenoso

**Elaborado por:** Chinacalle & Núñez (2024)

**Fuente:** (Olmedo 2023)

### 10.4. Materiales y Equipos

En la tabla 8 se presenta la distribución de materiales y equipos para la investigación.

**Tabla 8.** Materiales y equipos de la investigación

<b>MATERIALES</b>	<b>CATIDAD</b>
Fundas	432
Flexómetro	1
Cañas	7
Malla	Rollo de 30m
Identificadores	27
Equipos	
Cámara digital	1
Infostat	1
Excel	1
Balanza digital	1
Libreta de campo	1
Calibrador pie de rey	1
Biofertilizantes	
Rizobacterias	1 litro
Bacillus subtilin	1 litro
Micorrizas	1 litro
Algas marinas	1litro

**Elaborado por:** Chinacalle & Núñez (2023)

### 10.5. Factor de estudio

La presente investigación está formada por factor A (biofertilizantes) y B (dosis)

#### Factor A: biofertilizantes

- Rizobacterios
- Bacillus
- Micorrizas
- Algas marinas

#### Factor B: Dosis de aplicación

- Dosis 1 (0,5 ml/L)
- Dosis 2 (1,0 ml/L)

### 10.6. Tratamientos

En la siguiente tabla se presenta los tratamientos aplicados en la investigación:

**Tabla 9.** Tratamientos planteados en la investigación

<b>Tratamientos</b>	<b>Biofertilizantes</b>	<b>DOSIS/ML/L</b>
T1	Rizobacterias	0,5
T2	Bacillus subtilin	0,5
T3	Micorrizas	0,5
T4	Algas marinas	0,5
T5	Rizobacterias	1,0
T6	Bacillus subtilin	1,0
T7	Micorrizas	1,0
T8	algas marinas	1,0
T9	Testigo absoluto	S/N

**Elaborado por:** Chinacalle & Núñez (2024)

### 10.7. Unidad Experimental

La presente investigación tiene una unidad experimental conformada por una dimensión de parcelas de 1.25 m de ancho por 1.25 m de largo, el delineamiento del experimento se seleccionaron el efecto borde de 4 plantas en las tres repeticiones de cada tratamiento para la evaluación de las diferentes variables en estudio tal como se presentan en la tabla 10.

**Tabla 10.** Esquema del experimento para la investigación

Tratamientos	Biofertilizantes	Unidades experimentales	Repeticiones	Total
T1	Rizobacterias	4	3	12
T2	Bacillus Subtilin	4	3	12
T3	Micorrizas	4	3	12
T4	Algas Marinas	4	3	12
T5	Rizobacterias	4	3	12
T6	Bacillus Subtilin	4	3	12
T7	Micorrizas	4	3	12
T8	Algas Marinas	4	3	12
T9	Testigo Absoluto	4	3	12
<b>TOTAL</b>				<b>108</b>

Elaborado por: Chinacalle & Núñez (2024)

## 10.8. Diseño Experimental

Se empleo un diseño experimental de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con un arreglo factorial de AXB+1, siendo A los biofertilizantes y B las dosis, con 9 tratamientos y 3 repeticiones, donde las variables evaluadas serán sometidas al análisis de varianza al 95% de probabilidades según Tukey.

**Tabla 11.** Diseño de experimental de bloques completamente al Azar (DBCA)

Fuente de Variación		Grados de Libertad
Tratamientos	(t-1)	8
Bloques	(r-1)	2
Biofertilizantes	(a-1)	3
Dosis	(b-1)	1
AxB	(a-1) (b-1)	3
Error experimental	(t-1) (r-1)	16
Total	(t*r-1)	26

Elaborado por: Chinacalle & Núñez (2024)

## 10.9. Manejo del ensayo

### 10.9.1. Establecimiento y preparación de la parcela.

La preparación del terreno se realizó de manera manual, retirando las piedras de gran tamaño para dejar el terreno lo más plano posible, para posteriormente colocar las fundas previamente llenas con un sustrato de tierra de cacao y luego realizamos las parcelas de 1,25 m<sup>2</sup> x 1,25 m<sup>2</sup> en cada bloque.

### 10.9.2. Trasplante

Para el trasplante se adquirió 432 plántulas de lechuga crespa de 15 días de edad, luego se procedió al trasplante en las diferentes parcelas experimentales una distancia de 0,30m \*0,3cm.

### 10.9.3. Control de malezas y plagas

Se realizó el control de la planta adversa mediante el deshierbe cada 15 días durante el tiempo que duro el ensayo, dicha labor se la realizo manualmente, se aplicó preventivo para las hormigas y mosca blanca, Plad Oxithane en una dosis de 1 ml/L, realizando tres aplicaciones cada 10 días.

### 10.9.4. Aplicación de los biofertilizantes y toma de datos

La aplicación de los biofertilizantes se realizó en un intervalo de 15 días, siendo aplicado en tres ocasiones que son: la primera aplicación el día del trasplante, la segunda aplicación a los 15 días del trasplante y la tercera aplicación a los 30 días después del trasplante. Para ello se procedió aplicar las dosis de 0,5 y 1 ml/L.

Para la toma de datos se realizó 3 tomas de datos siendo la primera toma de datos a los 15 días, a los 30 días y 45 días después de la aplicación de los biofertilizantes.

En las siguientes tablas se presentarán los productos ocupados y si composición química.

#### 10.9.4.1. Rizobacterias

**Tabla 12.** Composición química del biofertilizante a base de Rizobacterias

Composición	Concentración
Rizobacterias	10%
Nitrógeno (N)	10%
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	40%
Azufre (SO <sub>4</sub> )	12,6%

Fuente. (FENEC, 2023)

Las Rizobacterias son organismos que viven en las raíces de las plantas, es decir, la rizosfera. Estas bacterias constituyen un grupo formado por multitud de especies, siendo algunas de ellas beneficiosas sobre el desarrollo de las plantas mediante diversos mecanismos, recibiendo por ello el nombre de PGPR (*Plants Growth Promoting Rhizobacteria*). (López, 2017).

#### 10.9.4.2. *Bacillus Subtilis*

**Tabla 13.** Composición química del biofertilizante Biohealth th bs.

Composición	Concentración
<i>Bacillus</i>	18000000 UFC/g
<i>Trichoderma</i>	9000000 UFC/g
Extractos Húmicos	58%
Potasiosa	5%
Manitol	2,7%
Alginato	12%

Fuente. (TECH, 2023)

*Bacillus* es una bacteria Gram positiva, que produce endosporas que son resistentes a diferentes factores físicos perjudiciales como la desecación la radiación los ácidos y los desinfectantes químicos. *Bacillus Subtilis* promueve el desarrollo de las plantas y previene las enfermedades del suelo.(Berlanga-Clavero et al., 2022)

### 10.9.4.3. Micorrizas

**Tabla 14.** Composición química del biofertilizante Micobaas

<b>Composición</b>	<b>Concentración</b>
<i>Micorrizas arbusculares</i>	-
Sustancias húmicas	30%
Otros integrantes	70%
Total	100%

Fuente: (B.A.A.S, 2023)

Las *Micorrizas* son uno de los tipos de simbiosis que más abundante se encuentran en la biosfera, mejorando a la absorción de agua y nutrientes mediante la raíz, permitiendo que colonicen los suelos más pobres. (Navarro, 2008)

### 10.9.4.4. Algas marinas

**Tabla 15.** Composición química del biofertilizante Algax.

<b>Composición</b>	<b>Concentración</b>
Extracto de Algas ( <i>Ascophyllum Nodosum</i> )	100 g/l
Ácido Alginico	20 g/l
Manitol	4 g/l
Magnesio (MgO) <sub>2</sub>	600 ppm
Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	660 ppm
Zinc (Zn)	350 ppm
Cobre (Cu)	380 ppm
Manganeso (Mn)	480 ppm
Materia orgánica total	65 g/l

Fuente: (AgroKaax, 2023)

Según López (1999), dice que las algas marinas son muy utilizadas en la agricultura, en forma de extractos y de polvos, si los derivados son elaborados de una forma adecuada, los organismos vivos se almacenan en un estado viable, propagándose por un tiempo donde al ser aplicados potencian la acción cuando sus dosis son bajas.

#### **10.9.5. Control fitosanitario**

Para controlar el problema de insectos se procedió aplicar el insecticida a base (lambdacialotrina + alfasipermetrina en dosis de 100 ml/tanque de 200 litros, para evitar que las enfermedades fúngicas se proliferen libremente en la planta se aplicó un fungicida a base de mancozeb + cymoxanil para el control de hongos ascomicetos.

#### **10.9.6. Análisis de suelo al inicio y final de la investigación**

Al realizar esta investigación en el suelo inicial la materia orgánica fue de 5,3%, al contrario de análisis final que fue de 4,9%, también se observó que el nitrógeno inicial era de 0,21% y el nitrógeno al final de la investigación tuvo un aumento del 0,32%, referente al pH inicial fue de 6,7% y al final se obtuvo un pH de 5,8%, tomando en cuenta que los demás nutrientes no sufrieron cambios significativos.

El pH influye en las reacciones químicas mismas que harán que los nutrientes sean más solubles, lo que impacta sobre la capacidad que presentan los cultivos para la asimilación de los nutrientes, por lo que la mayoría de nutrientes tiene una mayor asimilación en un pH de 5 – 7, la reducción del pH se debe al tipo de suelo y los fertilizantes que fueron empleados en la investigación (Veto, 2023). Por otro lado, la conductividad eléctrica influye en gran medida por las plantas, el esfuerzo que realizan al absorber los nutrientes, por lo que, cuando hay exceso de C.E, el cultivo tiene que esforzarse más para la extracción de los nutrientes, mismo que se verá reflejado de manera negativa en los rendimientos (Maher, 2020).

**Tabla 16.** Análisis de suelo al inicio y final de la investigación

Parámetros		Resultado Inicio		Resultado Final	
<b>N TOTAL</b>	%	0,21	Bajo	0,32	Bajo
<b>P</b>	Ppm	68,9	Alto	64,3	Alto
<b>K</b>	meq/100g	0,2	medio	0,2	Bajo
<b>Ca</b>	meq/100g	4,3	Alto	4,0	Alto
<b>Mg</b>	meq/100g	0,9	Alto	1,1	Alto
<b>Cu</b>	Ppm	5,0	Alto	4,0	Medio
<b>Mn</b>	Ppm	1,0	Bajo	1,0	Bajo
<b>Zn</b>	Ppm	2,0	Bajo	1,0	Bajo
<b>pH</b>		6,7	Practicamente NEUTRO	5,8	Medianam Acido
<b>M.O.</b>	%	5,3	alto	4,9	Medio
<b>C.E</b>	mmhos/cm	0,21	no salino	0,11	no salino
<b>Ca/Mg</b>	meq/100g	4,8	Optimo	3,6	Optimo
<b>Mg/K</b>	meq/100g	4,3	Optimo	5,8	Optimo
<b>(Ca+Mg)/K</b>	meq/100g	24,8	Optimo	26,7	Optimo

Elaborado por: Chinacalle & Núñez (2024)

### 10.10. Variables evaluadas

Para establecer el efecto de los tratamientos del estudio sobre el cultivo y la producción de lechuga crespa se evaluaron las siguientes variables.

#### 10.10.1. Altura de planta

Se midió la altura de 4 plantas con la ayuda de un flexómetro, la toma se la realizó desde la base hasta el ápice de la planta

#### 10.10.2. Diámetro de tallo

Se registró el diámetro de tallo de 4 plantas mediante la utilización del calibrador y se midió la parte más ancha del tallo. Tomando en cuenta 2cm de la base del tallo

#### 10.10.3. Número de hojas/plantas

Se registró el número de hojas en 4 plantas seleccionadas que conforman la unidad experimental dicha toma de muestras se realizó a los 15, 30 y 45 días después del trasplante

**10.10.4. Largo de la hoja (cm)**

Se procedió a medir el largo de la hoja de 4 plantas con la ayuda del flexómetro, desde la parte apical hasta la parte basal y fue expresado en cm. Se seleccionó 4 plantas de cada tratamiento para la toma de las mediciones.

**10.10.5. Ancho de la hoja (cm)**

Se midió el ancho de la hoja de 4 plantas con la ayuda del flexómetro, en la parte más ancha de la hoja y fue expresado en centímetros.

**10.10.6. Análisis de económico**

Para poder realizar el análisis económico se tomaron en cuenta los siguientes factores:

**10.10.7. Costo total**

**Formula:  $CT=X+PX$**

**CT= Costo total**

X= Costos de Variables

Px= Costos fijos

Ingreso

Formula:  $IB=Y*PY$

IB= Ingreso bruto

Y= Producción

PY= Precio del producto

## 11. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 11.1. Altura de planta (cm)

En la tabla 17, se observa que existen diferencias estadísticas en el factor A (Biofertilizantes), demostrando que el mejor producto fue Rhizobacterium, quien presentó la media más alta en comparación a los demás productos, con un valor de 18,73 cm, en lo que respecta al factor B (Dosis), estadísticamente presentaron diferentes valores, siendo la mejor dosis 0,5 ml/L. En este contexto Fernández (2012), menciona que al aplicar rizobacterias obtuvo valores similares a nuestra investigación, demostrando que las rizobacterias, presentan un efecto positivo, debido a que ayudan a mejorar el crecimiento, producción y salud de las plantas, también, ayudan a la asimilación de nutrientes, brindando al cultivo una mejor absorción de los nutrientes. Por otro lado, Sánchez (2013), menciona que al evaluar biofertilizantes a una dosis de 6 cc/L se puede obtener valores superiores en la altura de plantas, ya que los biofertilizantes ayudan a mejorar la textura del suelo, mejorando las condiciones óptimas que requiere el cultivo.

**Tabla 17.** Altura de planta (cm) en la evaluación de dos dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronómico de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad crespa

Factor A: Biofertilizantes		Factor B: Dosis (ml/l)	
<b>Rhizobacterium</b>	18,73 a	<b>0,5 ml</b>	18,15 a
<b>Bacillus</b>	17,68 b	<b>1 ml</b>	17,33 b
<b>Micorrizas</b>	17,36 c		
<b>Algas Marinas</b>	17,20 c		

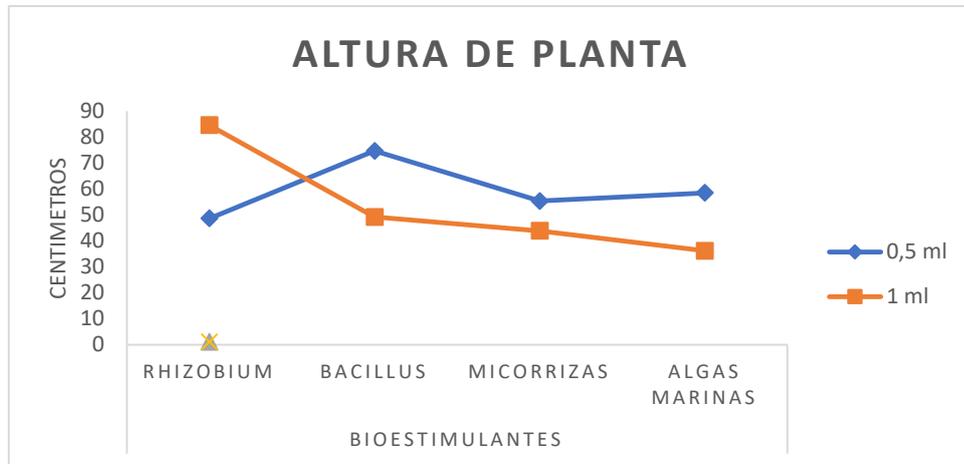
CV: 5,93

Elaborado por: Chinacalle & Núñez (2024)

### 11.1. Interacción de la altura de planta

Mediante la gráfica, en la altura de planta se observa que hubo diferencias significativas entre los biofertilizantes y sus dosis, siendo el que mejor resultado dio rhizobacterium con una dosis de 1 ml/l, logrando determinar que a una dosis mayor la altura de planta aumenta.

**Gráfico 1.** Interacción en la altura de planta (cm) en la evaluación de dos dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronómico de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad crespa



Elaborado por: Chinacalle & Núñez (2024)

## 11.2. Número de hoja/planta

En la tabla 18, se observa que en el factor A (Biofertilizantes), existen diferencias estadísticas significativas entre los distintos biofertilizantes, siendo el que mayor valor obtuvo Rhizobacterium con 16 hojas/planta, en lo que respecta al factor (B), existen diferencias estadísticas entre las dosis, siendo el mejor 0,5 ml/L.

Según Lligüi & Llivicura (2016), mencionan que los biofertilizantes son ideales en la producción de hortalizas, en su investigación al aplicar el biofertilizante mineral a una dosis de 50 cc/L, obtuvo valores inferiores, debido a que causa efectos negativos en la microfauna, generando que las plantas reduzcan la asimilación de nutrientes. Por otro lado, Muñoz (2018), menciona que al aplicar biofertilizante orgánico biol mineralizado en hortalizas, aumenta la disponibilidad de los nutrientes en el suelo, aportando enzimas, lo que ayuda a equilibrar dinámicamente la relación entre el suelo y la planta, además, fortalecen y ayudan a la protección del cultivo al ataque de plagas y enfermedades.

**Tabla 18.** Número de hojas/planta en la evaluación de dos dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronómico de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad crespa

Factor A: Biofertilizantes	Factor B: Dosis (ml/l)		
<b>Rhizobacterium</b>	16,00 a	<b>0,5 ml</b>	15,19 a
<b>Bacillus</b>	14,00 c	<b>1 ml</b>	13,92 b
<b>Micorrizas</b>	14,21 b		
<b>Algas Marinas</b>	14,00 c		

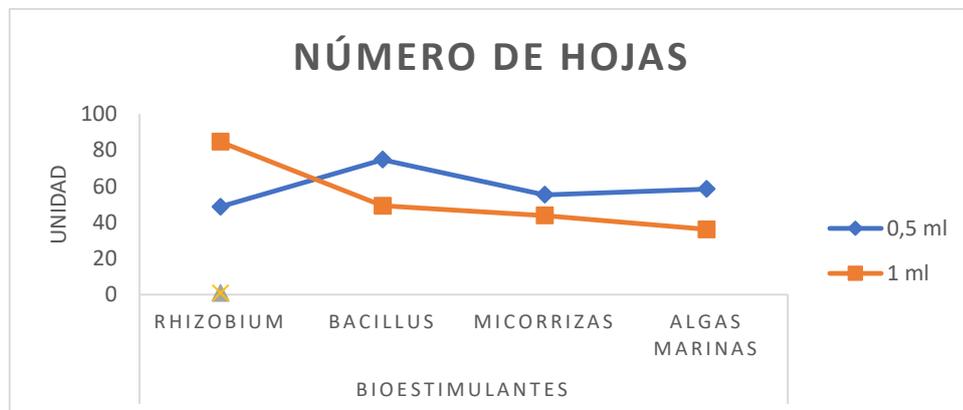
CV: 10,93

Elaborado por: Chinacalle & Núñez (2024)

### 11.2.1. Interacciones del número de hojas

Mediante el gráfico 2, en el número de hojas se observa que existen diferencias significativas entre los biofertilizantes y las dosis, siendo la que mejor resultado dio Rhizobacterium a una dosis de 1 ml/l, demostrando que a mayor dosis mejor resultado.

**Gráfico 2.** Interacción en el número de hojas/planta en la evaluación de dos dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronómico de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad crespa



Elaborado por: Chinacalle & Núñez (2024)

### 11.3. Diámetro de tallo (mm)

En la tabla 19, se puede observar que en el factor A (Biofertilizantes) existen diferencias estadísticas significativas entre sus productos, siendo las micorrizas quien presento un mejor

valor con 0,54 mm en el diámetro del tallo, en lo que respecta al factor B (Dosis) existen diferencias estadísticas, siendo la dosis de 1 ml/L, la que presento un mayor valor con 0,54.

De acuerdo con Puebla (2012), al aplicar biofertilizantes micorrizas + composta se puede llegar a obtener valores superiores en el diámetro del tallo, esto se debe a que las micorrizas ayudan a una mayor disponibilidad de los nutrientes, también, ayuda a la retención de humedad que se encuentra presente en el suelo, contribuyendo a la adaptabilidad y crecimiento de las plantas, cuando existen lugares cuando la fertilidad es baja, beneficiando al cultivo para obtener mejores rendimientos. Por su parte Neri *et al.* (2017), al evaluar biofertilizantes + abonos orgánicos a una aplicación de  $0,90 \text{ l/m}^2 + 0,62 \text{ kg/m}^2$ , obteniendo valores superiores a nuestra investigación, demostrando así que los biofertilizantes son una alternativa ideal para una producción más armonica con el medio ambiente.

**Tabla 19.** Diámetro de tallo (mm) en la evaluación de dos dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronómico de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad crespa

<b>Factor A: Biofertilizantes</b>		<b>Factor B: Dosis (ml/l)</b>	
<b>Rhizobacterium</b>	0,53 b	<b>0,5 ml</b>	0,52 b
<b>Bacillus</b>	0,52 c	<b>1 ml</b>	0,54 a
<b>Micorrizas</b>	0,54 a		
<b>Algas Marinas</b>	0,52 c		

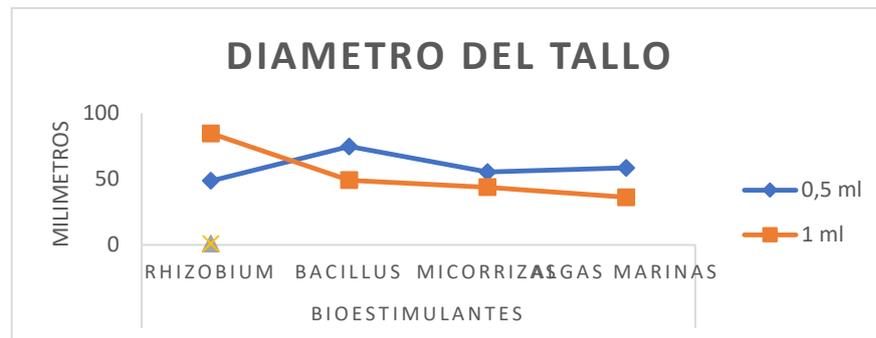
CV: 13,84

Elaborado por: Chinacalle & Núñez (2024)

### 11.3.1. Interacción del diámetro de tallo

Mediante la gráfica 3, en el diámetro del tallo se observa que hubo diferencias significativas entre los biofertilizantes, siendo el que mayor resultado dio Rhizobacterium a una dosis de 1 ml/l, logrando determinar una mayor expresión en lo que es el diámetro de tallo superando a la dosis de 0,5 ml/L.

**Gráfico 3.** Interacción en el diámetro de tallo (mm) en la evaluación de dos dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronómico de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad crespa



Elaborado por: Chinacalle & Núñez (2024)

#### 11.4. Largo de hoja (cm)

En la tabla 20, se muestra que en el factor A (Biofertilizantes), existen diferencias estadísticas significativas entre los productos utilizados, siendo el mejor Rhizobacterium con una media de 16,92 cm, en lo que respecta al factor B (Dosis) no existen diferencias estadísticas entre las dosis, siendo la dosis que presentó un valor más alto es con la dosis de 1 ml/L. Según Carrillo (2016), menciona que el largo de la hoja dependerá del cultivar utilizado y el plan de fertilización que se le brinde, basado en nuestros resultados obtenidos las Rhizobacterias ayudan al crecimiento del cultivo, por lo que son de gran importancia en la producción de hortalizas. Por su parte, Kohler (2008), menciona que la inoculación con microorganismos benéficos como biofertilizantes son positivos en el cultivo de lechuga crespa, mismos que son capaces de promover el crecimiento y el estado nutricional de la planta de lechuga, también, ayudan a mejorar la estabilidad estructural del suelo, lo que ayuda a que el cultivo pueda obtener todos los nutrientes esenciales para que tenga un óptimo desarrollo.

**Tabla 20.** Largo de hoja (cm) en la evaluación de dos dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronómico de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad crespa

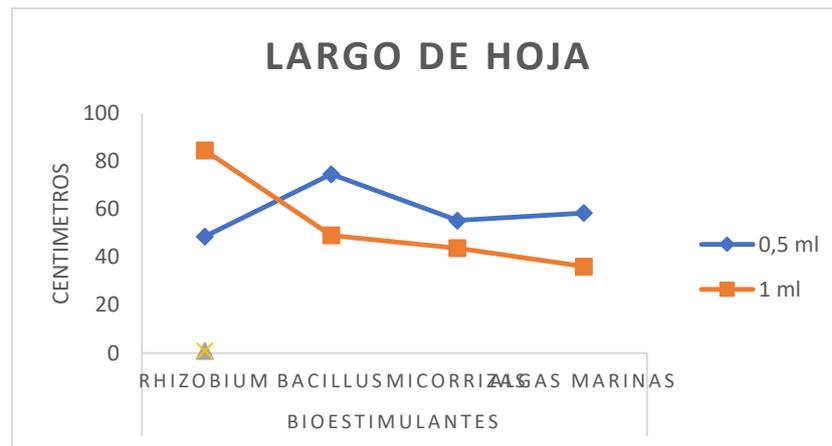
Factor A: Biofertilizantes		Factor B: Dosis (cc/l)	
<b>Rhizobacterium</b>	16,92 a	<b>0,5 ml</b>	16,16 a
<b>Bacillus</b>	16,06 b	<b>1 ml</b>	16,36 a
<b>Micorrizas</b>	16,32 ab		
<b>Algas Marinas</b>	15,76 c		
CV: 8,10			

Elaborado por: Chinacalle & Núñez (2024)

### 11.4.1. Interacción del largo de hoja

Mediante la gráfica 4, en el largo de hoja se observa que hubo diferencias significativas entre los biofertilizantes, siendo el mejor el Rhizobacterium con una dosis de 1 ml/l, logrando determinar un mayor largo de hoja en el cultivo de lechuga.

**Gráfico 4.** Interacción en el largo de hoja (cm) en la evaluación de dos dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronómico de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad crespa



Elaborado por: Chinacalle & Núñez (2024)

### 11.5. Ancho de hoja

Según los resultados obtenidos se muestra que en el factor A (Biofertilizantes) presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, siendo la aplicación de rizobacterias la que presentó un mayor resultado en el ancho de hoja, con un valor de 12,33 cm, en lo que respecta al factor B (Dosis) existen diferencias estadísticas siendo la mejor dosis 1 ml/L (Tabla 21).

Según Castellanos *et al.* (2015), al aplicar compost + biofertilizantes obtuvo valores superiores a los presentados en nuestra investigación, logrando evidenciar los efectos que estos productos tienen en las plantas, siendo capaces de producir sustancias que actúan como reguladores de crecimiento, lo que estimula la producción de raíces y pelos absorbentes, mismos que favorecen a la absorción de nutrientes y por ende un mayor desarrollo en cada uno de los parámetros agronómicos. Por su parte, Ramirez (2019), menciona que las especies de microorganismos han mejorado las plantas, utilizando cepas de hongos micorrizicos Arbusculares, demostrando que

hubo un aumento en el crecimiento radicular, con bacterias solubilizadoras mismas que proporcionan a la planta un mejor acceso a los nutrientes del suelo.

**Tabla 21.** Ancho de hoja (cm) en la evaluación de dos dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronómico de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad crespa

Factor A: Biofertilizantes		Factor B: Dosis (ml/l)	
<b>Rhizobacterium</b>	12,33 a	<b>0,5 ml</b>	11,57 b
<b>Bacillus</b>	11,78 b	<b>1 ml</b>	12,05 a
<b>Micorrizas</b>	11,63 b c		
<b>Algas Marinas</b>	11,53 c		

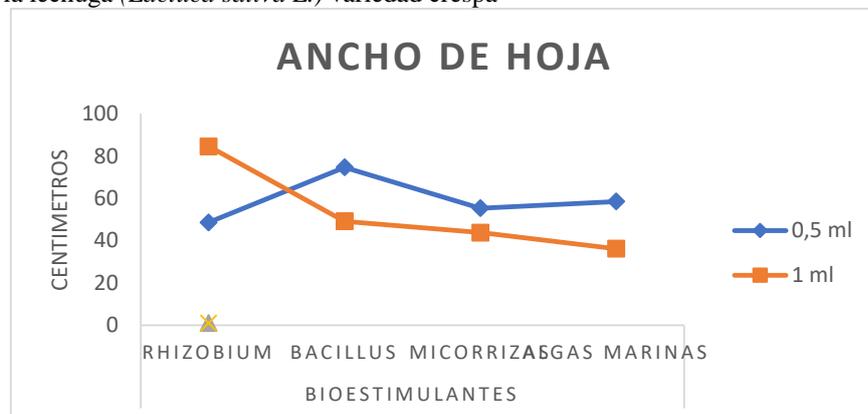
CV: 9,27

Elaborado por: Chinacalle & Núñez (2024)

### 11.5.1. Interacción en el ancho de hoja

Mediante la gráfica 5, en el ancho de hoja se observa que existen diferencias significativas entre los biofertilizantes, siendo el que mejor resultado dio Rhizobacterium con una dosis de 1 ml/l, logrando determinar un mayor ancho de hoja a la exposición de las rizobacterias.

**Gráfico 5.** Interacción en el ancho de hoja (cm) en la evaluación de dos dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronómico de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad crespa



Elaborado por: Chinacalle & Núñez (2024)

### 11.6. Peso del follaje fresco (g)

En la tabla 22, se observa que en el factor A (Biofertilizantes) existen diferencias estadísticas siendo el mejor producto Rhizobacterias con un valor de 64,21 g, en lo que concierne al factor B (Dosis) los resultados presentaron diferencias estadísticas entre sí, siendo la mejor dosis 0,5 ml/L. Estos valores discrepan con los reportados por Gramal (2022), quien al aplicar

biofertilizantes a una dosis de 10 ml/L, obtuvo un menor peso en el follaje en comparación a nuestra investigación, estas diferencias se dan por el tipo de suelo utilizado, por lo que concentraciones altas llegan a producir efectos inhibitorios en los procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas, así según Cajilima (2023), al evaluar los biofertilizantes obtuvo valores inferiores, datos obtenidos en un periodo de 30 días, por lo que se demuestra que los biofertilizantes pueden llegar a obtener valores altos en un periodo más largo.

**Tabla 22.** Peso de follaje fresco (g) en la evaluación de dos dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronómico de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad crespa

Factor A: Biofertilizantes		Factor B: Dosis (ml/l)	
<b>Rhizobacterium</b>	64,21 a	<b>0,5 ml</b>	66,60 a
<b>Bacillus</b>	61,92 b	<b>1 ml</b>	46,13 b
<b>Micorrizas</b>	52,00 c		
<b>Algas Marinas</b>	47,33 d		

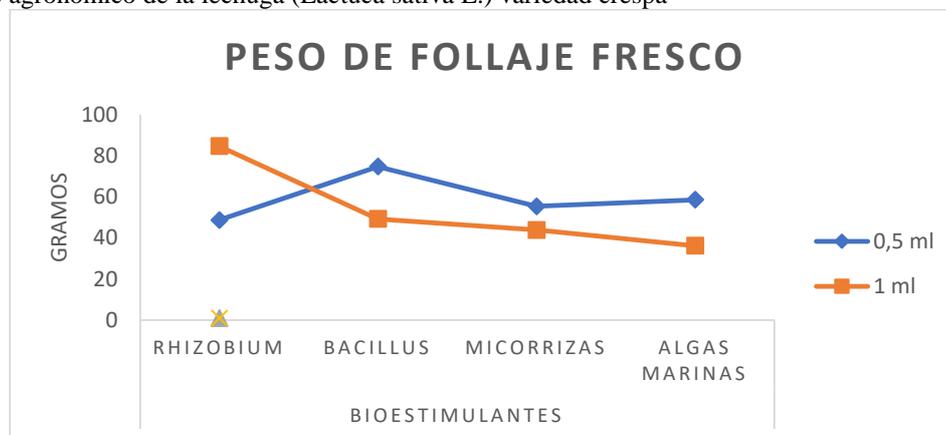
CV: 14,36

Elaborado por: Chinacalle & Núñez (2024)

### 11.6.1. Interacción en el peso del follaje fresco

Mediante la gráfica 6, en peso de follaje fresco se observa que existe diferencias significativas entre los biofertilizantes, siendo el que mejor resultado brindo Rhizobacterium a una dosis de 1 ml/l, logrando determinar que a mayor dosis el peso en el follaje fresco aumenta.

**Gráfico 6.** Interacción en el peso de follaje fresco (g) en la evaluación de dos dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronómico de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad crespa



Elaborado por: Chinacalle & Núñez (2024)

### 11.7 Análisis Económico

En la tabla 23 se observa el análisis de costos de producción de los tratamientos realizados en la investigación.

Se tomó en cuenta el peso de las 12 unides experimentales evaluadas de cada tratamiento en kg y el precio comercial manejado en el mercado mayorista de Ambato, por consiguiente, respecto a los ingresos el mejor tratamiento fue Rizobacterias 1 ml. con un ingreso bruto \$ 2.44 dólares, estas cantidades son tomadas en cuenta de acuerdo a su venta en kg, El mejor tratamiento referente al beneficio neto es el de Rizobacterias 1 ml. con un \$ 1,97 dólares, esto se debe al costo de producción. por lo contrario, el tratamiento que menor rendimiento tuvo fue el tratamiento Algas Marinas al 1ml, con un rendimiento de 0,43(kg) por tratamiento con un ingreso bruto de \$1,04 dólares, además se observó que en tratamiento de bacillus 0.5ml/l refleja un ganancia rentable en proporción a la investigación obteniendo un peso de 0.89 (kg/m<sup>2</sup>) y un ingreso bruto de \$2.15 dólares, además se analizo al tratamiento testigo en el cual observamos que el no aplicarle biofertilizantes es una perdida en rentabilidad de -14,20% con un \$0.34 dólares.

**Tabla 23.** Análisis económico de los tratamientos

Tratamientos	Rendimiento (kg/m <sup>2</sup> )	Precio por kg (USD)	IB (USD)	CT (USD)	BN (USD)	B/C	Rentabilidad
T1 Rizobacterias 0,5	0,584	2,40	1,40	0,49	0,91	1,877	187,69
T2 Bacillus 0,5	0,896	2,40	2,15	0,49	1,66	3,414	341,38
T3 Micorrizas 0,5	0,664	2,40	1,59	0,48	1,11	2,305	230,49
T4 Algas marinas 0,5	0,702	2,40	1,68	0,48	1,20	2,503	250,31
T5 Rizobacterias 1	1,015	2,40	2,44	0,47	1,97	4,214	421,41
T6 Bacillus 1	0,590	2,40	1,42	0,47	0,95	2,031	203,09
T7 Micorrizas 1	0,526	2,40	1,26	0,47	0,80	1,708	170,79
T8 Algas marinas 1	0,434	2,40	1,04	0,47	0,58	1,235	123,55
T9 testigo	0,143	2,40	0,34	0,40	-0,06	0,142	-14,20

Elaborado por: Chinacalle & Núñez (2024)

## 12. IMPACTOS

**Impactos Ambiental:** Con la aplicación de los biofertilizantes se obtuvo un gran impacto en el medio ambiente, puesto que los productos utilizados en el ensayo son totalmente orgánicos, lo que significa que con la aplicación de estos productos no solo estaríamos evitando la degradación de los suelos, si no también ayudando a mantener un ambiente limpio.

**Impacto social:** La utilización de nuevas técnicas beneficiara a los agricultores del sector, ya que se busca darles a conocer nuevas alternativas amigables con el medio ambiente, generando una producción de alimentos más sanos para los agricultores de la zona.

**Impacto económico:** Las alternativas con biofertilizantes son más económicas que los fertilizantes sintéticos, además son más amigables con el medio ambiente lo que le da un valor superior en el mercado, puesto que actualmente los consumidores buscan productos que estén libres de químicos y tenga un menor costo en el mercado

## 13. PRESUPUESTO

En la siguiente tabla se muestra los recursos utilizados para el desarrollo de la investigación cuyos valores fueron exclusivos de los tesistas.

**Tabla 24.** Presupuesto destinado netamente a la investigación.

Descripción	Cantidad	Costo unitario USD	Costo Total USD
Rizobacterios	1litro	\$20,00	\$20,00
Bacilus Subtilun	1litro	\$20,00	\$20,00
Micorrizas	1litro	\$16,00	\$16,00
Algas Marinas	1litro	\$15,00	\$15,00
Balanza	1	\$6,00	\$6,00
Flexómetro	1	\$2,00	\$2,00
Insecticida	1	\$6,50	\$6,50
Fungicida	1	\$7,50	\$7,50
Plántulas	432	\$0,05	\$21,60
Fundas	5 paquetes	\$2,00	\$10,00
Malla	30 metros	\$1,50	\$45,00
Cañas	7	\$3	\$3
<b>Total</b>			<b>\$172.6</b>

Elaborado por: (Chinacalle & Nuñez 2023)

## 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 14.1. Conclusiones

- Con la aplicación de biofertilizantes se obtuvo un efecto positivo en el desarrollo y crecimiento del cultivo de lechuga crespa se puede añadir que estos productos utilizados son amigables con el medio ambiente, ya que son netamente orgánicos, por lo tanto, en el ensayo se observó que el tratamiento con mejor resultado fue rizobacterias 1,0 ml/lit quien destaco en todas las variables evaluadas.
- Se comprobó que al aplicar diferentes dosis de biofertilizantes en el cultivo de lechuga crespa ayudo al desarrollo de la planta en diferentes tamaños es se debe a la dosificación aplicada en la cual se observó que los mejores resultados los obtuvieron los tratamientos con dosificaciones de 1,0 ml/lit.
- Se elaboro un análisis económico en producción de los diferentes biofertilizantes y sus respectivas dosis llevadas al cabo en el ensayo, se observó que los biofertilizantes son recomendados ya que se obtiene ganancias a favor del productor siendo Rizobacterias 1 ml/lit el mejor biofertilizante con un beneficio-costos del \$ 4,21 dólares.
- Por lo tanto, se acepta la hipótesis a la que se manifiesta que al menos una dosis de biofertilizante asegura el desarrollo agronómico de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad crespa.

### 14.2. Recomendaciones

- Realizar una comparación entre las diferentes variedades de lechuga y la aplicación de los biofertilizantes, para determinar si actúan o no en dependencia a la variedad del cultivo.
- Evaluar la producción del cultivo de lechuga crespa en los diferentes pisos climáticos del Ecuador, determinando si la aplicación de los biofertilizantes tiene diferentes efectos respecto a los diferentes pisos climáticos.

## 15. BIBLIOGRAFÍA

- AgroKaax. (2023). Bioestimulador. Obtenido de [www.agrokaax.com](http://www.agrokaax.com):  
<https://www.agrokaax.com/algax>
- Andrango, N. M. (7 de abril de 2022). Efecto de tres dosificaciones del biofertilizante mediante microorganismos cultivados mediante el método de jadam sobre el rendimiento en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad crespa. Obtenido de [dspace.espoch.edu.ec](http://dspace.espoch.edu.ec):<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/17811/1/13T01032.pdf>
- Antonio, R. M. (febrero de 2023). Evaluacion de los efectos de la aplicación de tres concentraciones de co2 bajo invernadero en el cultivo de lechuga crespa (*lactuca sativa* var. crispa), en el sector salache, cantón latacunga, provincia Cotopaxi. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec>:[https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10678/1/P\\_C-002786.pdf](https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10678/1/P_C-002786.pdf)
- Arancon, N., Schaffer, N., & Converse, C. (2015). Effects of Coconut Husk and Sphagnum Moss-Based Media on Growth and Yield of Romaine and Buttercrunch Lettuce (*Lactuca Sativa*) in a Non-Circulating Hydroponics System. *Journal of Plant Nutrition*. Obtenido de tandfonline: <https://doi.org/10.1080/01904167.2014.983117>
- Arévalo, J. (30 de Enero de 2014). Los biofertilizantes en la agricultura. Obtenido de [https://www.engormix.com/agricultura/biofertilizantes/los-biofertilizantes-agricultura\\_a30734/](https://www.engormix.com/agricultura/biofertilizantes/los-biofertilizantes-agricultura_a30734/)
- Auñon, R. (2010). Fijción de nitrógeno en la vida libre. Obtenido de <https://www.ugr.es/>
- B.a.a.s. (2023). Insumos para jardines, huertos y cultivos. Obtenido de <https://baasbiotecnologia.com/>: <https://baasbiotecnologia.com/biofertilizantes-1>
- Banerjee, S., Pailt, R., Sengupta, C., & Pie, D. (2010). Solubilización de fosfato inducida por estrés por *Arthrobacter* sp. y *Bacillus* sp. aislado de la rizosfera del tomate. *Revista australiana de ciencia de cultivos*.

- Beltrán, M. (2014). La solubilización de fosfatos como estrategia microbiana para promover el crecimiento vegetal. *Microbiología del suelo*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v15n1/v15n1a09.pdf>
- Benjumeda, D. (2017). *Bacterias promotoras del crecimiento vegetal: Mecanismos y aplicaciones*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Bilbao, M. L., & Frezza, D. (2022). *Lechuga*. Buenos Aires: Ediciones INTA.
- Braun, J., Sheeran, J., & Ngongi, N. (2010). Los precios mundiales de los alimetos . Obtenido de [www.derechoalimentacion.org](http://www.derechoalimentacion.org):[https://www.derechoalimentacion.org/sites/default/files/pdf-documentos/Respondiendo\\_a\\_la\\_crisis\\_alimentaria\\_mundial.pdf](https://www.derechoalimentacion.org/sites/default/files/pdf-documentos/Respondiendo_a_la_crisis_alimentaria_mundial.pdf)
- Caffa, J., & Bernardin, S. (2006). El ciclo del nitrógeno: Fijación del nitrógeno. Universidad Nacional del Comahue. Obtenido de [https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/5\\_fijacion\\_del\\_nitro.pdf](https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/5_fijacion_del_nitro.pdf)
- Cajilima, A. (2023). Respuesta en el rendimiento y crecimiento de lechuga (*Lactuca sativa*) con biofertilizante (*Chlorella* spp.), fertilizantes orgánicos y químico en la Quinta Experimental Docente “La Argelia” Loja, Ecuador. Loja: Universidad Nacional de Loja. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/>
- Carrillo, G. (2016). Determinación microbiológica y de metales pesados en lechuga de repollo (*Lactuca sativa*), expendidos en los diferentes mercados del distrito metropolitano de Quito. Quito: Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13230/1/UPS-QT10340.pdf>
- Castaño, R., & Chiroque, J. (18 de octubre de 2019). Caracterización de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) en la unidad Guayabal. Obtenido de Egromix: [https://www.engormix.com/agricultura/miscellaneous/caracterizacion-lechuga-lactuca-sativa\\_a44527/](https://www.engormix.com/agricultura/miscellaneous/caracterizacion-lechuga-lactuca-sativa_a44527/)
- Castellanos, D., José, R., & Arguello, H. (2015). Evaluación del efecto de un biofertilizante ligado a un soporte orgánico mineral en un cultivo de lechuga en la Sabana de Bogotá bajo condiciones de invernadero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9(1), 72-

85. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2011-21732015000100007](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-21732015000100007)

Catalan, O. (2021). Crecimiento de plantas de lechugas inoculadas con bacterias aisladas de meliponidos combinadas con hongos micorrizicos arbusculares y fertilización fostatada. Colegio de Postgraduados.

Chacha, D. R. (abril de 2022). Evaluación del hongo trichoderma spp. nativo y comercial con la aplicación de cuatro diferentes concentraciones en el comportamiento agronomico de lechuga (lactuca sativa l.) variedad romana en salache. Obtenido de repositorio.utc.edu.ec: <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9452/1/PC-002400.pdf>

Chavez, P., & Cobi, U. (2023). “Efecto de la bioestimulación mediante inyección en plantas cosechadas de banano (musa paradisiaca sp.) para el mejoramiento fenológico del hijo. la maná: universidad técnica de cotopaxi .

Chisaguano, E., & Maigua, J. (agosto de 2022). Respuesta del cultivo de lechuga crespa (lactuca sativa) a la aplicación de tres láminas de riego deficitario en las terrazasde formación lenta en el campus salache, cantón latacunga, provincia cotopaxi 2022. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec>: <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9445/1/PC-002394.pdf>

Collaguazo, L., & Tenorio, E. (2018). Elaboración de biopreparados a base de bacillus sp. para controlar alternaria spp. en el cultivo de brassica oleracea var. italica. Quito: Universidad politécnica salesiana.

Copara, L. G. (agosto de 2023). Evaluación de siete cultivares de lechuga (lactuca sativa) en el barrio 20 de diciembre, pujilí, cotopaxi. Obtenido de repositorio.utc.edu.ec: <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10965/1/PC-003035.pdf>

Cross, S. (20 de noviembre de 2021). Etapas de crecimiento de la lechuga romana. Obtenido de <https://www.ehowenespanol.com/>: [https://www.ehowenespanol.com/germinacion-semillas-lechuga-info\\_388887/](https://www.ehowenespanol.com/germinacion-semillas-lechuga-info_388887/)

- Díaz, J. A. (26 de Abril de 2021). Evaluación de cuatro cultivares de lechuga en parámetros agronomicos similares en la granja santa ines. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16544/1/TTUACA-2021-IA-DE00010.pdf>
- Edalife. (4 de Enero de 2023). Bacillus subtilis en la agricultura. Obtenido de <https://www.edalife.es/bacillus-subtilis-en-la-agricultura/>
- El Consumidor. (12 de Agosto de 2021). Biofertilizantes ayudan en el proceso natural de nutrición y regeneran el suelo de tu huerto. Obtenido de <https://www.gob.mx/profeco/articulos/biofertilizantes?idiom=es>
- Fenec, S. (2023). FERTILIZANTES ORGANICAS. Obtenido de <https://www.fenecsa.com.ec/https://www.fenecsa.com.ec/micro-organismos/#>
- Fernández, J. (2012). Influencia de la aplicación de rizobacterias en el cultivo de lechuga y de berro "Baby leaf" en bandejas flotantes. Universidad Politécnica de Cartagena. Obtenidode<https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/2928/pfc4431.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Flores, W. (2022). Identificación de hongos micorrízicos arbusculares nativos de café orgánico y su efecto sobre Hemileia vastatrix. Villaflores: Universidad autónoma de Chiapas.
- Golberg, O. A., Adámoli, J., Aimar, S., & Cavagnaro, J. (2008). El agua: de la molécula a la biósfera. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Gramal, N. (2022). Efecto de tres dosificaciones del biofertilizante mediante microorganismos cultivados mediante el método de jadam sobre el rendimiento en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad crespa. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17811/1/13T01032.pdf>
- Guangasig, A. M. (agosto de 2022). Evaluación del efecto de temperatura en el cultivo de hortalizas lechuga crespa, (*lactuca sativa*) papa nabo, (*brassica rapa*), nabo (*brassica napus*), bajo cubierta plastica y campo abierto en el campus ceasa, cantón Latacunga,

provincia de cotopaxi. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/>:  
<https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9459/1/PC-002405.pdf>

Guerra, G., & Yugsi, J. (agosto de 2022). Producción hidropónica de tres variedades de lechuga (*lactuca sativa* L.) bajo el sistema nft (nutrien film technique). La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de [repositorio.utc.edu.ec/](https://repositorio.utc.edu.ec/):  
<https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8980/1/UTC-PIM-000528.pdf>

Intagri. (2015). Los Biofertilizantes en la Agricultura. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/biofertilizantes-en-agricultura>

Intagri, S. (2015). Los Biofertilizantes en la Agricultura. Obtenido de <https://www.intagri.com/>:  
<https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/biofertilizantes-en-agricultura>

Kohler, J. (2008). Aplicación de biofertilizantes para la producción sostenible de lechuga y sus efectos en el sistema suelo-planta. España : Universidad de Murcia .

Lligüi, M., & Llivicura, M. (2016). Discriminación del efecto nutricional de biofertilizantes líquidos enriquecidos con componentes minerales en aplicación foliar en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L). Cuenca: Universidad de Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25599/1/tesis.pdf.pdf>

López, A. P. (Julio de 2017). Rizobacterias promotoras del crecimiento. Obtenido de [riull.ull.es](http://riull.ull.es/):  
<https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/>

López, B. C. (1999). Enzimas-algas: posibilidades de su uso para estimular la producción agrícola y mejorar los suelos1 . Obtenido de [www.redalyc.org](http://www.redalyc.org/):  
<https://www.redalyc.org/pdf/573/57317312.pdf>

Maher. (22 de Julio de 2020). Obtenido de <https://www.maherelectronica.com/conductividad-electrica-agricultura/>

Medina, S. (2019). Densidad de siembra en la producción de lechuga (*lactuca sativa* L.) cv. angelina bajo condiciones de la molina. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/>:  
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4232/velasquez-medina-silvana.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Mercedes, G., & Molina, F. (2014). Evaluar la eficiencia de 3 abonos orgánicos (vacuno, gallina, cobayo) a 3 dosis de aplicación al suelo en lechuga green salad bowl ( lactuca sativa) en la parroquia guaytacama cantón latacunga. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/>: <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2563/1/T-UTC-00099.pdf>
- Ministerio de Agricultura, G. A. (2009). MAGAP. Obtenido de MAGAP: <https://www.agricultura.gob.ec/ministerio-de-agricultura-ganaderia-acuacultura-y-pesca/>
- Moreno, A., García , V., Reyes , J., Vásquez , J., & Cano , P. (2017). Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal: una alternativa de biofertilización para la agricultura sustentable. *Revista Colombiana de Biotecnología*.
- Muñoz, D. B. (julio de 2017). Bacterias promotoras del crecimiento vegetal: Mecanismos y aplicaciones. Obtenido de <https://idus.us.es/>: <https://idus.us.es/bitstream/handle/>
- Muñoz, G. (2018). Evaluación de la eficacia del biofertilizante orgánico “Biol mineralizado” en el rendimiento del cultivo de col morada (*Brassica oleracea*) en la zona de Babahoyo. Babahoyo – Los Ríos: Universidad Técnica de Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/>
- Navarro, J. d. (2008). Efectos beneficiosos de las micorrizas sobre las plantas. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Neri, J., Collazos, R., Huamán, E., & Oliva, M. (2017). Aplicación de abonos orgánicos y biofertilizantes en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), distrito de Chachapoyas. *Revista de investigación agroproducción sustentable*. Obtenido de <https://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/view/348/618>
- Orús, A. (13 de 01 de 2023). Producciones de lechugas en el mundo en 2012-2021. *Ststista*, pág. 34.
- Paredes, J. L. (2015). Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de lechuga a la aplicación de bioestimulantes orgánicos en la zona de Cuesaca provincia del Carchi. Obtenido de [dspace.utb.edu.e: http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/](http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/)

- Puebla, O. (2012). Aplicación de composta, micorriza (*Glomus intraradices*) y ácidos húmicos en la producción de lechuga (*Lactuca sativa*). Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Obtenido de <https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/bitstream/handle/>
- Ramirez, E. (2019). Efecto de consorcios PGPR sobre el desarrollo de plantas de *Plukenetia volubilis* y moringa oleífera hasta fase vegetativa en comparación a fertilización convencional y orgánica en campo. Bucaramanga: Universidad de Santander. Obtenido de <https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/>
- Research, L. P. (23 de febrero de 2023). Biofertilizantes: Tipos, Funciones y Beneficios. Obtenido de <https://www.lidaplantresearch.com>: <https://www.lidaplantresearch.com/biofertilizantes/biofertilizantes-tipos-funciones/>
- Rivera, A. (febrero de 2023). Evaluación de los efectos de la aplicación de tres concentraciones de CO<sub>2</sub> bajo invernadero en el cultivo de lechuga cresspa (*Lactuca sativa* var. *crispa*), en el sector Salache, cantón Latacunga, provincia Cotacachi. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10678/1/PC-002786.pdf>
- Rodríguez, J., & Santana, H. (2011). Comportamiento de Tres Cultivares de Lechuga de Hoja (*Lactuca Sativa* L.) con Cinco Distanciamientos de Siembra. Manabí: Universidad Técnica de Manabí.
- Rodríguez, K. A. (2019). Desarrollo morfofisiológico y productivo de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa*) con diferentes distancias de plantación en las condiciones del centro de investigación, posgrado y conservación amazónica (CIPCA), provincia de Napo. Obtenido de <https://repositorio.uea.edu.ec/>: <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/591/1/T.AGROP.B.UEA.1118.pdf>
- Romero, L. (2022). Efecto de tres dosis de micorrizas en diferentes momentos de aplicación en la producción de *Solanum lycopersicum* bajo invernadero, en el sector La Argelia, Loja. Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Ruiz, C. R. (Agosto de 2021). Evaluación de dos biofertilizantes (Bocashi líquido, te de estiércol) en tres sistemas de cultivo en lechuga (*Lactuca sativa* L.), ALANGASI –

PICHINCHA, 2021". Obtenido de repositorio.utc.edu.ec:  
<https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8111/1/PC-002089.pdf>

Saavedra, G. (2017). Manual de producción de lechuga. Chile: INIA La Platina.

Sánchez, E. (2013). Evaluación de biofertilizantes en el cultivo de orégano (*Origanum vulgare* L.) en la granja Experimental Querochaca. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/>

Sánchez, J. (julio de 2018). Cultivo Semi-formado de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el Alto Valle del Río Negro y Neuquén . Obtenido de [bibliotecavirtual.unl.edu.ar/](http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/):  
<https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/>

SIAP-SAGARPA. (2010). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación).

TECH, H. (2023). BioHealth® TH BS WSG. Obtenido de <https://www.humintech.com/>:  
<https://www.humintech.com/es/agricultura/productos/biohealth-th-bs-wsg>

Toapanta, C. (2013). Introducción de cinco variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el barrio Santa Fe de la parroquia Atahualpa en el cantón Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/>: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/1>

Veto. (2023). Conductividad y pH en la Agricultura. Obtenido de <https://blog.veto.cl/2020/10/30/conductividad-y-ph-en-la-agricultura/>

Villareal, O. (2015). Cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) bajo condiciones del valle del Rímac, LIMA. Obtenido de repositorio.lamolina.edu.pe:  
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/>

Viteri, & Gracia. (Noviembre de 2013). Tomate y lechuga: producción, comercialización y consumo. Obtenido de [ri.conicet.gov.ar/](http://ri.conicet.gov.ar/):  
[https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/3571/CONICET\\_Digital\\_Nro.4757\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/3571/CONICET_Digital_Nro.4757_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Zermeño , A., López , B., Melendres , A., Ramírez , H., Cárdenas , J., & Munguía , J. (2015).  
Extracto de alga marina y su relación con fotosíntesis y rendimiento de una plantación  
de vid. Revista mexicana de ciencias agrícolas. Obtenido de  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-  
09342015001002437](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015001002437)