



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**

**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO EN POSCOSECHA DE  
LECHUGA (*Lactuca Sativa L.*) VARIEDAD BOTIOLA  
CON LA APLICACIÓN DE FERTIBACTER EN CAMPO EN  
SALACHE-LATACUNGA 2024.**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de  
Ingeniera Agrónoma

**Autora:** Rocha Alcarraz  
Nancy Liliana

**Tutora:**  
Parra Gallardo Giovana Paulina

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Julio 2025**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Rocha Alcarraz Nancy Liliana, con cédula de ciudadanía No. 0507308711, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO EN POSCOSECHA DE LECHUGA (*Lactuca Sativa L.*) VARIEDAD BOTIOLA CON LA APLICACIÓN DE FERTIBACTER EN CAMPO EN SALACHE-LATACUNGA 2024.”**, siendo la Ingeniera Mg. Giovana Paulina Parra Gallardo, Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 25 de julio del 2025



Nancy Liliana Rocha Alcarraz  
C.C: 0503708711  
**ESTUDIANTE**

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **ROCHA ALCARRAZ NANCY LILIANA**, identificada con cédula de ciudadanía **0503708711** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO EN POSCOSECHA DE LECHUGA (*Lactuca Sativa L.*) VARIEDAD BOTIOLA CON LA APLICACIÓN DE FERTIBACTER EN CAMPO EN SALACHE-LATACUNGA 2024.”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Octubre 2021-Marzo 2022

Finalización de la carrera: Abril 2025-Agosto 2025

Tutora: Ing. Giovana Paulina Parra Gallardo, Mg

Tema: **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO EN POSCOSECHA DE LECHUGA (*Lactuca Sativa L.*) VARIEDAD BOTIOLA CON LA APLICACIÓN DE FERTIBACTER EN CAMPO EN SALACHE-LATACUNGA 2024.”**

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.** - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 25 días del mes de julio del 2025.



Nancy Liliana Rocha Alcarraz

**LA CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.


**LA CESIONARIA**

## **AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO EN POSCOSECHA DE LECHUGA (*Lactuca Sativa L.*) VARIEDAD BOTIOLA CON LA APLICACIÓN DE FERTIBACTER EN CAMPO EN SALACHE-LATACUNGA 2024.”**, de Rocha Alcarraz Nancy Liliana, de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 25 de julio del 2025



Ing. Agr. Giovana Paulina Parra Gallardo, Mg.  
C.C. 1802267037  
**DOCENTE TUTORA**

## AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Rocha Alcarraz Nancy Liliana, con el título del Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO EN POSCOSECHA DE LECHUGA (*Lactuca Sativa L.*) VARIEDAD BOTIOLA CON LA APLICACIÓN DE FERTIBACTER EN CAMPO EN SALACHE-LATACUNGA 2024”**, ha 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.

Latacunga, 25 de julio del 2025



Ing. Wilman Paolo Chasi Vizucete, Mg.

C.C: 0502409725

**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**



Ing. Francisco Hernán Chancusig, Mg.

C.C: 0501883920

**LECTOR 2 (MIEMBRO)**



Ing. David Santiago Carrera Molina, Mg.

C.C: 0502663180

**LECTOR 3 (MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todos aquellos que han sido parte de este viaje, a mi familia, a mis padres a mi espeso que ha sido pilar fundamental para lograr este meta sin ustedes nada de esto hubiera sido posible. A mis hijas Valentina y Daniela, que han sido mi compañía, consuelo y alegría, ustedes han sido mi motivación de seguir en adelante no desmayar en el transcurso de esta etapa. A mi Tutora Ing.Giovana Parra, gracias por confiar en mí y brindarme su apoyo moral y profesional en los momentos que más lo necesitaba por su apoyo y comprensión durante los momentos más difíciles de esta investigación las horas largas dedicadas a investigar, editar y dirigir no serán olvidadas. Mis más sinceros agradecimientos al tribunal revisor: Ing. Mg Paolo Chasi, Ing. Mg Francisco Chancusig, y Ing. Mg David Carrera por el tiempo empleado para la revisión, orientación, sugerencias, lo cual ha sido fundamental para la mejora del presente documento.*

**Nancy Liliana Rocha Alcarraz**

## **DEDICATORIA**

*Dedico este logro a Dios y a mi virgencita del Cisne quienes han sido mi guía y fortaleza llenándome de sabiduría, fe y perseverancia para superar cada desafío. A mi esposo Cristian Geovanny Muso Remache, por su apoyo incondicional en mi vida diaria, por motivarme cuando sentía que no podía más, por ser mi sustento económico, aun en momentos de escasas y poca economía, por esforzarse por mí y por mis hijas a diario y ayudarme a cumplir una de mis metas más anheladas, a ti esposo este logro es por ti. A mis padres Susana Alcarraz y Patricio Rocha y a mis abuelitos y a mis dos hermanos Xavier Rocha y Alex Rocha, gracias por sus palabras llenas de afecto y abrazos, que han sido esenciales para no rendirme en mi formación profesional. Igualmente, este trabajo es para mis hijas Valentina Muso y Daniela Muso por sus horas de compañía en a altas horas de la noche con sus risas y sus palabras que me decían mami tu si puedes note rindas me motivaba para seguir adelante. Finalmente, un Dios le pague a toda mi familia y amigos por estar siempre conmigo, me siento sumamente agradecida por su gran apoyo en una etapa difícil de la cual no creí ser capaz de salir, sin embargo, ustedes fueron parte fundamental para que hoy me encuentre aquí.*

**Nancy Liliana Rocha Alcarraz**

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

### TÍTULO: “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO EN POSCOSECHA DE LECHUGA (*Lactuca Sativa L.*) VARIEDAD BOTIOLA CON LA APLICACIÓN DE FERTIBACTER EN CAMPO EN SALACHE-LATACUNGA 2024.

**Autora:**

Rocha Alcarraz Nancy Liliana

### RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo principal evaluar el comportamiento en postcosecha de lechuga (*Lactuca Sativa L.*) variedad Botiola con la aplicación de fertibacter en campo en Salache -Latacunga 2024. Para ello, se trabajó bajo un enfoque mixto, diseño experimental, bajo la modalidad de investigación de campo y de laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi Campus Salache. Los tratamientos fueron establecidos de acuerdo con tres factores en estudio: la dosis de aplicación del biofertilizante fertibacter, D1: 0 ml; D2: 2 ml; D3: 4 ml ; D4: 6ml, el segundo factor es la frecuencia de aplicación de fertibacter a la F1: 7 días; F2: 15 días y finalmente el tercer factor, bajo estudio, se dio en función de los índices cronológicos, I1: 60 días y I2: 65 días; con la finalidad de determinar el comportamiento de las variables analizadas que fueron: Porcentaje y variación de peso, perímetro ecuatorial , altura, color, compacidad e incidencia de plagas, enfermedades y fisiopatías del cultivo de lechuga. Se aplicó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con un arreglo factorial 4x2x2, con 16 unidades experimentales, y 4 repeticiones. Se ejecutó el análisis de varianza ADEVA y pruebas Tukey, determinando que la mejor dosis de aplicación de fertibacter en la variable variación de peso es la Dosis 4: 6 ml, con la frecuencia de aplicación de fertibacter a los 7 días e índice de cosecha cronológico a los 60 días, además el mejor tratamiento en características organolépticas fue D4F1I1 superando significativamente a los diversos tratamientos en estudio, mientras que D3F1I1 destacó con la presencia de un color verde intenso código 5GY 5/10, sin embargo en la incidencia de plagas, enfermedades y fisiopatías el que fue menos significativo es la D4F1I1 durante la evaluación del comportamiento de lechuga en el proceso de postcosecha.

**Palabras clave:** biofertilizante, fertibacter, lechuga (*Lactuca Sativa L.*), postcosecha.

## **FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES**

### **THEME: “EVALUATION OF THE POST-HARVEST BEHAVIOR OF LETTUCE (Lactuca Sativa L.) VARIETY BOTIOLA WITH THE APPLICATION OF FERTIBACTER IN THE FIELD IN SALACHE-LATACUNGA 2024.”**

**Author:**

Rocha Alcarraz Nancy Liliana

#### **ABSTRACT**

The main objective of this current study was to evaluate the post-harvest behavior of Botiola variety lettuce (*Lactuca Sativa L.*) with the application of Fertibacter in the field in SalacheLatacunga 2024. It was used a mixed approach with an experimental design, in the form of field and laboratory research at the Technical University of Cotopaxi, Salache Campus. The treatments were established according to three factors under study: the application dose of the fertibacter biofertilizer, D1: 0 ml; D2: 2 ml; D3: 4 ml; D4: 6 ml; the second factor is the frequency of application of fertibacter to F1: 7 days; F2: 15 days; the third factor was under study based on chronological indices, I1: 60 days and I2: 65 days, with the aim of determining the behavior of the variables analyzed, which were: percentage and variation in weight, equatorial perimeter, height, color, compactness, and incidence of pests, diseases, and physiopathies in the lettuce crop. It was applied a completely randomized block design (CRBD) with a 4x2x2 factorial arrangement with 16 experimental units and 4 replicates. ADEVA analysis of variance and Tukey tests were performed, determining that the best application dose of Fertibacter in the weight variation variable is Dose 4: 6 ml, with the application frequency of Fertibacter at 7 days and chronological harvest index at 60 days. In addition, the best treatment in organoleptic characteristics was D4F1I1, significantly surpassing the various treatments under study, while D3F1I1 stood out with the presence of an intense green color code 5GY 5/10. However, in terms of the incidence of pests, diseases, and physiopathies, the least significant was D4F1I1 during the evaluation of lettuce behavior in the postharvest process.

**Keywords:** biofertilizer, fertibacter, lettuce (*Lactuca Sativa L.*), postharvest.



7.3. Descripción botánica .....	10
7.3.1 Hojas .....	10
7.3.2 Tallo .....	10
7.3.4 Flores .....	10
7.3.5. Semillas .....	10
7.4. Propiedades nutricionales de la lechuga .....	11
7.5. Lechuga ( <i>Lactuca Sativa L.</i> ) variedad botiola .....	12
7.6. Postcosecha .....	13
7.7.1. Índices de calidad .....	14
7.7.2 Pérdidas en postcosecha .....	14
7.8. Criterios de comportamiento en la fase de postcosecha .....	15
7.6.1 Temperatura y Humedad Relativa .....	15
7.6.2 Daños por almacenamiento .....	15
7.6.3 Plagas, enfermedades y Fisiopatías comunes en poscosecha .....	15
7.6.3.1 Plagas .....	16
7.6.3.2 Enfermedades .....	17
7.6.3.3 Fisiopatías .....	18
7.6.4 Comportamiento del Biofertilizante Fertibacter en poscosecha .....	18
7.6.4.1 Fertibacter .....	19
7.6.4.2 Función del biofertilizante Fertibacter .....	19
7.6.4.3 Bacillus Subtilis .....	19
7.6.4.4 Pseudomonas Fluorescens .....	20

8.	VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS .....	20
8.1.	Hipótesis .....	20
9.	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	21
9.1.	Características de área de investigación del sitio de producción .....	21
9.2.	Características del área de investigación en postcosecha .....	21
9.3.	Tipo de investigación .....	21
9.3.1	Enfoque .....	21
9.3.2	Experimental .....	22
9.4.	Modalidad básica de la investigación .....	22
9.4.1	Investigación de campo .....	22
9.4.2	Investigación de laboratorio .....	22
9.4.3	Investigación bibliográfica documental.....	22
9.5.	Técnicas de la investigación .....	23
9.5.1	Observación directa .....	23
9.5.2	Comparativa .....	23
9.6.	Materiales .....	23
9.6.1	Materiales de campo .....	23
9.6.2	Materiales para la realización de la práctica .....	23

9.6.3 Equipos e instrumento de laboratorio .....	23
9.7. Factores de estudio .....	24
9.8. Preparación del área para el diseño experimental .....	24
9.9. Tratamiento en estudio .....	24
9.10. Análisis estadístico y pruebas de significación al 5 % .....	26
9.11. Análisis funcional .....	26
9.12. Características de la unidad experimental .....	26
9.13. Manejo específico de la investigación .....	27
9.13.1 Procedencia de la materia prima .....	27
9.13.2 Selección de la materia prima .....	27
9.13.3 Proceso en la fase de laboratorio .....	28
9.13.4 Procedimiento para determinar la incidencia de plagas, enfermedades y fisiopatías .....	30
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	30
10.1. Variación de peso .....	30
10.2. Porcentaje de variación de peso.....	38
10.3. Perímetro ecuatorial del repollo .....	45
10.4. Altura del repollo .....	49
10.5. Color del repollo .....	54
10.6. Compacidad .....	57
10.6 Incidencia de plagas.....	68
10.8 Incidencia de fisiopatías .....	75
11. IMPACTOS .....	81
11.1. Impacto Técnico .....	81
11.2. Impacto Social .....	81

11.3. Impacto Ambiental .....	81
12. PRESUPUESTO .....	82
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	82
13.1. Conclusiones .....	82
13.2. Recomendaciones .....	83
14. REFERENCIAS .....	84

<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>Tabla 1.</b> Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Tabla 2.</b> Taxonomía de la lechuga ( <i>Lactuca Sativa</i> L.).....	9
<b>Tabla 3.</b> Principales nutrientes de la lechuga Principales nutrientes de la .....	11
<b>Tabla 4.</b> Tratamiento del estudio para la evaluación del comportamiento en postcosecha de lechuga ( <i>Lactuca Sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en campo en Salache, Latacunga. 2024.....	24
<b>Tabla 5.</b> Esquema ADEVA .....	25
<b>Tabla 6.</b> Características unidad experimental.....	26
<b>Tabla 7.</b> ADEVA para variación de peso en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025 .....	30
<b>Tabla 8.</b> Prueba Tukey al 5% y para el factor dosis en variación de peso en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025 .....	31
<b>Tabla 9.</b> Prueba DMS al 5% para el factor frecuencia en variación de peso en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025 .....	32
<b>Tabla 10.</b> Prueba DMS al 5% para el factor índice en variación de peso en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025 .....	33

<b>Tabla 11.</b> Prueba Tukey al 5% para la interacción dosis por frecuencia en variación de peso en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025 .....	34
<b>Tabla 12.</b> Prueba Tukey al 5% para la interacción índice por frecuencia en variación de peso en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025 .....	35
<b>Tabla 13.</b> Prueba Tukey al 5% para la interacción índice por dosis por frecuencia en variación de peso en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025 .....	36
<b>Tabla 14.</b> ADEVA para porcentaje de variación de peso en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025 .....	37
<b>Tabla 15.</b> Prueba Tukey al 5% y para el factor dosis en porcentaje de variación de peso en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025 .....	38
<b>Tabla 16.</b> Prueba DMS al 5% para porcentaje de variación de peso en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025 .....	39
<b>Tabla 17.</b> Prueba Tukey al 5% para la interacción dosis por frecuencia en porcentaje de variación de peso en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025 .....	40
<b>Tabla 18.</b> Prueba Tukey al 5% para la interacción índice por dosis en porcentaje de variación de peso en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025 .....	41
<b>Tabla 19.</b> Prueba DMS al 5% para la interacción índice por frecuencia en porcentaje de variación de peso en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025 .....	42
<b>Tabla 20.</b> Prueba Tukey al 5% para la interacción índice por dosis por frecuencia en porcentaje de variación de peso en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025 .....	43
<b>Tabla 21.</b> Prueba Tukey al 5% y para el factor dosis en diámetro del repollo en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025 .....	45

<b>Tabla 22.</b> Prueba de DMS al 5% para perímetro del repollo en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025 .....	46
<b>Tabla 23.</b> Prueba de Tukey al 5% para la interacción índice por dosis en perímetro del repollo en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025 .....	47
<b>Tabla 24.</b> ADEVA para altura del repollo en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025 .....	49
<b>Tabla 25.</b> Prueba de Tukey al 5% y para el factor dosis en altura del repollo en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025 .....	50
<b>Tabla 26.</b> En la prueba de DMS al 5% para altura del repollo en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025 .....	51
<b>Tabla 27.</b> En la prueba de Tukey al 5% para la interacción índice por dosis en altura del repollo en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025 .....	52
<b>Tabla 28.</b> Porcentajes de la variable color por índice HSL (Hue, Saturation, Lightness) y índice NSC (Sistema de Color Natural), por tratamiento a los 0,3 y 5 días en el comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca Sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Biofertilizante Fertibacter en Salache, Latacunga. 2024.....	53
<b>Tabla 29.</b> Porcentaje promedio de categorías de compacidad por dosis durante 0 días en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.....	57
<b>Tabla 30.</b> Porcentaje promedio de categorías de compacidad por dosis durante 3 días en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.....	58
<b>Tabla 31.</b> Porcentaje promedio de categorías de compacidad por dosis durante 5 días en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.....	60
<b>Tabla 32.</b> Porcentaje promedio de categorías de compacidad por frecuencia de aplicación durante 0 días en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025 .....	61

<b>Tabla 33.</b> Porcentaje promedio de categorías de compacidad por frecuencia de aplicación durante 3 días en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025 .....	63
<b>Tabla 34.</b> Porcentaje promedio de categorías de compacidad por frecuencia de aplicación durante 5 días en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025 .....	64
<b>Tabla 35.</b> Porcentaje promedio de categoría de compacidad por índice durante 0 días en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.....	65
<b>Tabla 36.</b> Porcentaje promedio de categoría de compacidad por índice durante 3 días en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.....	66
<b>Tabla 37.</b> Porcentaje promedio de categoría de compacidad por índice durante 5 días en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.....	67
<b>Tabla 38.</b> ADEVA para incidencia de plagas en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.....	69
<b>Tabla 39.</b> Prueba de DMS al 5% para el factor frecuencia en la incidencia de plagas en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.....	70
<b>Tabla 40.</b> Prueba de DMS al 5% para incidencia de plagas en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.....	71
<b>Tabla 41.</b> Promedios para la interacción índice por dosis por frecuencia en la incidencia de plagas en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025 .....	72
<b>Tabla 42.</b> ADEVA para incidencia de enfermedades en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.....	74
<b>Tabla 43.</b> Prueba DMS al 5% para índice en el porcentaje de enfermedades en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025 .....	74

<b>Tabla 44.</b> ADEVA para incidencia de fisiopatías en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.....	76
<b>Tabla 45.</b> En la prueba de Tukey al 5% y para el factor dosis en la incidencia de fisiopatías en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025 .....	77
<b>Tabla 46.</b> Promedios para el factor frecuencia en la incidencia de fisiopatías en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025 .....	78
<b>Tabla 47.</b> Prueba DMS al 5% para incidencia de fisiopatías en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025 .....	79
<b>Tabla 48.</b> Prueba de Tukey al 5% para la interacción índice por dosis en la incidencia de fisiopatías en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025 .....	80
<b>Tabla 49.</b> Presupuesto de la investigación.....	82

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> Variación de peso para el factor B (Dosis de Fertibacter) a los 3 y 5 días. ....	32
<b>Gráfico 2</b> Variación de peso para el factor C (Frecuencia de aplicación de Fertibacter) a los 3 y 5 días. ....	33
<b>Gráfico 3</b> Variación de peso para el factor A (Índice de cosecha) a los 3 y 5 días. ....	34
<b>Gráfico 4.</b> Porcentaje de variación de peso para el factor B (Dosis de Fertibacter) a los 3 y 5 días. ....	39
<b>Gráfico 5.</b> Porcentaje de variación de peso para el factor A (Índice de cosecha) a los 3 y 5 días.	

.....	40
<b>Gráfico 6.</b> Perímetro de repollo para el factor B (Dosis de Fertibacter) a los 0, 3 y 5 días. ....	46
<b>Gráfico 7.</b> Perímetro de repollo para el factor A (Índice de cosecha) a los 0, 3 y 5 días. ....	47
<b>Gráfico 8.</b> Altura de repollo para el factor B (Dosis de Fertibacter) a los 3 y 5 días. ....	51
<b>Gráfico 9.</b> Altura de repollo para el factor A (Índice de cosecha) a los 0, 3 y 5 días. ....	52
<b>Gráfico 10.</b> Porcentajes de la variable compacidad al día 0 por Dosis de aplicación de Fertibacter .....	57
<b>Gráfico 11.</b> Porcentajes de la variable compacidad al día 3 por Dosis de aplicación .....	59
<b>Gráfico 12.</b> Porcentajes de la variable compacidad al día 5 por Dosis de aplicación .....	60
<b>Gráfico 13.</b> Compacidad para el factor C (Frecuencia de aplicación de Fertibacter) a los 0 días .....	62
<b>Gráfico 14.</b> Compacidad para el factor C (Frecuencia de aplicación de Fertibacter) a los 3 días .....	63
<b>Gráfico 15.</b> Compacidad para el factor C (Frecuencia de aplicación de Fertibacter) a los 5 días .....	64
<b>Gráfico 16.</b> Compacidad para el factor C (Índice de cosecha) a los 0 días .....	65
<b>Gráfico 17.</b> Compacidad para el factor C (Índice de cosecha) a los 3 días .....	67
<b>Gráfico 18.</b> Compacidad para el factor C (Índice de cosecha) a los 5 días .....	68
<b>Gráfico 19.</b> Porcentaje de plagas para el factor C (Frecuencia de aplicación de Fertibacter) a los días 1, 3 y 5. ....	70
<b>Gráfico 20.</b> Porcentaje de plagas para el factor A (Índice de cosecha) a los días 1, 3 y 5 días. ....	71
<b>Gráfico 21.</b> Porcentaje de enfermedad para el factor A (Índice de cosecha) a los días 0, 3 y 5 días. ....	74
<b>Gráfico 22.</b> Porcentaje de fisiopatías para el factor B (Dosis de Fertibacter) a los días 1, 3 y 5. ....	77
<b>Gráfico 23.</b> Porcentaje de enfermedad para el factor C (Frecuencia de aplicación de Fertibacter) a los días 1, 3 y 5. ....	78
<b>Gráfico 24.</b> Porcentaje de fisiopatías para el factor A (Índice de cosecha) a los días 1, 3 y 5 días. ....	79



## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título del Proyecto:**

“Evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad botiola con la aplicación de fertibacter en campo en Salache -Latacunga 2024”

**Fecha de inicio:** Mayo del 2024 **Fecha**

**de finalización:** Junio del 2024

### **Lugar de ejecución:**

Barrio Salache-parroquia Eloy Alfaro San Felipe-cantón Latacunga-provincia de Cotopaxizona 3 en la Universidad Técnica de Cotopaxi - Campus CEASA.

### **Facultad que auspicia:**

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

### **Carrera que auspicia:**

Carrera Agronómica

### **Equipo de Trabajo:**

Responsable del proyecto: Nancy Liliana Rocha Alcarraz

Tutora: Ing. Agr. Giovana Paulina Parra Gallardo, Mg.

Lector 1: Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Mg.

Lector 2: Ing. Francisco Hernán Chancusig, Mg.

Lector 3: Ing. David Santiago Carrera Molina, Mg.

### **Coordinador del Proyecto:**

Nombre: Rocha Alcarraz Nancy Liliana

Teléfonos: 0992514846

Correo electrónico: nancy.rocha1@utc.edu.ec

### **Área de Conocimiento:**

Agricultura, silvicultura y pesca

**Línea de investigación:**

Desarrollo y seguridad alimentaria

**Sublínea de investigación:**

Producción agrícola sostenible

**Línea de vinculación de la carrera:**

Gestión de los recursos naturales, biodiversidad tecnología y gestión para el desarrollo humano y social.

## 2. JUSTIFICACIÓN

El cultivo de lechuga (*Lactuca Sativa. L*) tiene una gran importancia tanto a nivel mundial como local, siendo un elemento clave en la economía, lo cual es importante conocer que, para muchos ecuatorianos, constituye un componente esencial en su alimentación diaria y sus hogares. La producción de esta hortaliza en especial, se comercializa con éxito en los mercados locales, por ser un producto fresco y usado en una amplia variedad de comidas (Lescano, 2011).

A nivel de provincias, Cotopaxi es una de las principales productoras del cultivo de lechuga, donde la hortaliza mantiene un importante componente nutritivo, además de características organolépticas que otorgan amplios beneficios para el consumo humano (Reinoso, 2019). Sin embargo, su manejo en el área de poscosecha representa un desafío significativo para los diversos productores, por ser altamente perecedera y susceptible a pérdidas de calidad debido a factores como la deshidratación, el oscurecimiento de las hojas y la contaminación microbiológica (Toral, 2022).

Esto determina, por tanto, elevar los estándares de calidad tanto a nivel nacional como local, a fin de incrementar el valor adquirido, donde la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad (ley 76), en tema de estándares de calidad para productos agrícolas donde se establece valores mínimos y máximos a cumplir en función del peso (300 g de valor máximo), diámetro ecuatorial (el ideal de 20 cm), color (verde oscuro), compactación (100%), forma y tamaño (adecuado) y frescura (sin marchitez) en el cultivo de lechuga (Congreso Nacional, 2007).

En tal sentido, la aplicación del biofertilizante fertibacter, cuyo componente activo incluye *Bacillus subtilis* y *Pseudomonas fluorescens* permite mejorar las diferentes características organolépticas como peso, diámetro ecuatorial, altura del repollo, color, compactación, y la incidencia de plagas, enfermedades y fisiopatías desde su producción en campo, con la finalidad de generar un comportamiento estable en las pérdidas de sus peculiaridades dentro del proceso de poscosecha (Lutuala, 2024).

Lo expuesto refleja la necesidad de superar las pérdidas postcosecha que esta fase mantiene un comportamiento particular, en tanto, es altamente susceptible a daños fisiológicos, físicos y microbiológicos (Chimborazo, 2022), daños que pueden devenir en pérdidas importantes en la producción, por efecto de los bajos estándares de calidad.

Es así que la importancia de esta indagación está dada por el interés de evaluar el comportamiento del cultivo de lechuga, en base al plan de titulación con el tema:

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL BIOFERTILIZANTE FERTIBACTER CON DIFERENTES DOSIS DE APLICACIÓN EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca Sativa.L*), VARIEDAD BOTIOLA SIEMBRA Y TRASPLANTE CAMPUS SALACHE UTC 2024.”realizado por Lutuala (2024) acompañado del docente tutor: Ing. Cristian Santiago Jiménez Jácome. Mg, de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Con la finalidad de, conocer el comportamiento en postcosecha, en base a la aplicación en las diferentes dosis y frecuencia del biofertilizante Fertibacter, brindan desde su etapa inicial en pilonera y su fase de campo, mediante dos índices cronológicos, determinando los estándares de calidad del producto.

Así mismo, busca evaluar el impacto del cultivo de lechuga variedad botiola previamente aplicados con el biofertilizante Fertibacter, con el propósito de brindar información confiable sobre el comportamiento dentro del área de poscosecha ha pequeños y grandes agricultores sobre las características organolépticas de esta hortaliza, lo cual ha permitido optimizar las prácticas agrícolas y reducir pérdidas económicas en la producción local. Así mismo, contribuir a la seguridad alimentaria dentro de los índices de calidad que contempla el consumo de alimentos nutritivos, como uno de los ejes transversales del desarrollo sostenible de los países (Catagña, 2024).

### **3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

#### **3.1. Beneficiarios directos**

Los estudiantes de la carrera de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en tanto, el presente estudio aporta con conocimientos obtenidos a lo largo de la carrera, cuyo uso de la metodología se convierten en una guía para los trabajos académicos relacionados al presente tema facilitando, de este modo, el proceso de investigación.

#### **3.2. Beneficiarios indirectos**

Los agricultores de la localidad de Salache-Cotopaxi, hacia quienes interesa contribuir desde la academia a su labor agrícola, con alternativas de solución para reducir pérdidas de la lechuga en la fase postcosecha, a partir del uso de abonos orgánicos.

Así mismo, los beneficiarios indirectos son los consumidores de hortalizas como la lechuga, donde el presente estudio se interesa por ofertar productos de calidad provenientes de la labor

agrícola de los pobladores de Salache-Cotopaxi, con alternativas relacionadas al buen manejo de la hortaliza en la fase poscosecha.

#### **4. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

El manejo poscosecha de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad Botiola enfrenta múltiples desafíos que afectan su calidad y comercialización, por lo que uno de los principales problemas es la pérdida rápida de humedad, lo que provoca marchitamiento y reducción de la vida útil del producto. Siendo así susceptible a la presencia de enfermedades y bacterias fúngicas durante el almacenamiento y transporte generando así pérdidas significativas en los productores (Marquéz, 2024).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura en el 2021, a nivel mundial se perdieron alrededor del 13,2% de los alimentos producidos, porcentaje que incluye pérdidas que se suscitan desde la poscosecha hasta la fase previa a la venta del producto (FAO, 2022). En Latinoamérica el 12,3%, en el mismo año muestra pérdida y desperdicio de alimento asociada a factores como falencias en la cadena de producción que, a su decir, reducen la vida del producto, donde el productor no considera los estándares de calidad requeridos por el consumidor (Gutiérrez, 2019).

En Ecuador reflejan una pérdida de hortalizas del 41%, es decir, 4 de cada 10 productos se deterioran antes de llegar al consumidor, donde la pérdida de hortalizas como acelga, col y lechuga presentes en la serranía ecuatoriana (Gómez, 2021). Sin embargo dentro de la provincia de Cotopaxi se ha observado que las hortalizas de hojas como la lechuga son muy susceptibles a la pérdida de sus estándares de calidad, presentando una baja vida útil del producto, lo cual no permite llegar en las mejores condiciones al comprador final (Serdas, 2010).

Esta situación tanto a nivel mundial, Ecuador y la provincia de Cotopaxi, refleja grandes pérdidas durante la fase de poscosecha, es decir, que dentro de esta etapa gran cantidad de cultivos se pierde tras la cosecha (Suarez, 2020). Es importante tener en cuenta que una de las importantes problemáticas a nivel del Ecuador, reviste la necesidad de ofrecer alternativas enfocadas en el uso de fertilizantes orgánicos que contribuyan al mejoramiento de la pérdida de índices de calidad en el área de poscosecha (Lutuala, 2024).

Por lo que, el uso del biofertilizante Fertibacter se convierte en una alternativa de mejora de dichos estándares de calidad, en cuanto aportan bacterias del género; *Azospirillum* y

Pseudomonas, que tienen la capacidad de promover y estimular el desarrollo radicular del cultivo aumentando significativamente la absorción de los nutrientes como el nitrógeno y fósforo, obtenido así un mejor crecimiento, peso y apariencia física de la hortaliza (INIAP, 2020).

Así, la presente investigación en base a esta necesidad, ha surgido el uso de biofertilizantes como una opción relevante para mitigar la escasez y el uso excesivo de fertilizantes químicos con el propósito de mejorar el comportamiento del cultivo desde su fase inicial en campo hasta el área de proceso incidiendo en minimizar pérdidas en el producto por efecto de la incidencia de plagas y enfermedades para, con ello, contribuir a dinamizar la economía local.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo general**

Evaluar el comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad botiola con la aplicación de fertibacter en campo en Salache-Latacunga 2024.

### **5.2 Objetivos específicos.**

- Analizar la influencia de las etapas de aplicación del biofertilizante Fertibacter en el comportamiento de la lechuga durante el proceso de poscosecha
- Analizar el efecto de la aplicación de Fertibacter en sus diferentes dosis en el comportamiento de la lechuga durante el proceso de poscosecha.
- Identificar el mejor índice de cosecha cronológico en el comportamiento en poscosecha del cultivo de lechuga.

## 6. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

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

<b>Objetivo 1</b>	<b>Actividades</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados</b>
Analizar la influencia de las etapas de aplicación del biofertilizante Fertibacter en el comportamiento de la lechuga durante el proceso de poscosecha	Cosecha del cultivo de lechuga ( <i>Lactuca Sativa L.</i> ) de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Recorte o limpieza de los repollos. Ubicación de los repollos en las gavetas. Etiquetado por cada repetición y tratamiento.	Se realizó la cosecha en dos índices cronológicos: <b>I1.</b> Cosecha a los 60 días 19/05/2024. <b>I2.</b> Cosecha a los 65 días I2: 24/05/2024. Recorte de los repollos tomados como muestra del análisis (5 repollos). Trasladó de la materia prima al laboratorio de Postcosecha con su respectivo etiquetado en base al diseño experimental para el registro de datos.	Distribución del diseño experimental para su respectivo registro de datos. Resultados mediante análisis de varianza ADEVA y pruebas Tukey.
<b>Objetivo 2</b>	<b>Actividades</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados</b>
Analizar el efecto de la aplicación de Fertibacter en sus diferentes dosis en el comportamiento de la lechuga durante el proceso de poscosecha.	Elaboración de tablas guías para la toma de datos en base a las variables a evaluar como: Peso. Variación de Peso. Diámetro Ecuatorial. Altura del Repollo. Color.	Tomamos la cantidad de repollos por muestreo de cada tratamiento y evaluamos cada variable. En primer lugar, registramos los datos de peso con la ayuda de una balanza. Con una cinta métrica medimos el diámetro ecuatorial y la altura del repollo.	Datos por cada tratamiento y su respectiva repetición dividido por cada toma de datos. Matriz de Excel elaborado en base al diseño experimental con datos tomados por cada variable a evaluar.

Compacidad. Incidencia de plagas enfermedades y fisiopatías.	Para la variable compacidad nos guiamos de una escala arbitraria.  En la identificación del color utilizamos la tabla Munsell.	Resultados mediante el ADEVA y pruebas Tukey.
--	--	---

<b>Objetivo 3</b>	<b>Actividades</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultados</b>
Identificar el mejor índice de cosecha cronológico en el comportamiento en poscosecha del cultivo de lechuga.	Registro de datos cada dos días, partiendo desde el primer día de la cosecha del cultivo de lechuga.  Revisión de la incidencia de plagas enfermedades y fisiopatías hasta que el producto se deteriore.	Se realizó el monitoreo cada dos días para el respectivo registro de datos de las diversas variables a evaluar.  Revisión de la incidencia de plagas, enfermedades y fisiopatías, con la ayuda de artículos científicos y fotografías.	Resultados de cada repetición, tratamiento de cada variable.  Revisión y comparación bibliográfica mediante el aplicativo Produce Facts y páginas web (Admín,2019).  Resultados mediante el análisis de varianza ADEVA y pruebas Tukey.

**Elaborado por:** Rocha Nancy

## 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

## 7.1 Lechuga (*Lactuca Sativa L.*)

### 7.1.1 Origen

La lechuga (*Lactuca sativa L.*) es una de las hortalizas de hoja más cultivadas y consumidas a nivel mundial, apreciada por su versatilidad culinaria, valor nutricional y adaptabilidad a diversas condiciones ambientales. Está hortaliza es procedente de la India, pero también la sitúan en zonas templadas como América del Norte y Eurasia, donde se conoce que su antecesor es la (*Lactuca Scariola L.*) Se conoce, además, que los inicios de su cultivo fueron dentro de la cultura egipcia utilizada para obtener aceite a partir de su respectiva semilla.

Además, la mayoría de los romanos tenían la costumbre de consumir el producto antes del descanso tras una cena abundante, con la finalidad de conciliar el sueño. Sin embargo, en la Edad Media el consumo empieza a disminuir de manera progresiva, aunque en la etapa del Renacimiento adquiere mayor importancia en el alimento de las poblaciones de la época.

## 7.2 Clasificación taxonómica

**Tabla 2.** Taxonomía de la lechuga (*Lactuca Sativa L.*)

Clasificación taxonómica de la lechuga

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Macrophyllophita
Subdivisión	Magnoliphytina
Clase	Paenopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae/Compositae
Género	Lactuca
Especie	Sativa

**Fuente:** Muñoz (2018)

## 7.3 Descripción botánica

### **7.3.1 Hojas**

Sus hojas están compuestas por basales numerosos y grandes, suelen estar organizados de forma de roseta las mismas que se despliegan desde la parte inicial. Mantienen esta forma a lo largo de su desarrollo como la variedad romana, y otras suelen acogollarse más tarde. Además, según la variedad presentan hojas con bordes ondulados, cerrados o lisos.

### **7.3.2. Tallo**

Presentan un tallo muy corto, aproximadamente su desarrollo mide hasta un metro de altura, usualmente no es consumida dentro de la dieta humana, pero sí como alimento de animales (Aker, 2019). Sin embargo, mantiene su inflorescencia en las partes extremas de las ramillas terminales, formando grandes címbalos corimbosos y numerosas brácteas.

### **Inflorescencia**

Presenta una estructura ramificada con múltiples niveles de floración de forma de una panícula.

### **7.3.4 Flores**

Tienen un ovario y cinco estambres a modo de una cavidad. Usualmente suelen ser auto polinizadas (generalmente entre seis horas). Estas se agrupan en ramilletes y son de color amarillo pálido. Su tamaño es pequeño y hermafroditas, y suelen abrirse tras caer el sol (agroes.es, 2024).

### **7.3.5. Semillas**

Las semillas suelen presentar una forma picuda, plana, de color como el negro, blanco, gris o amarillo, depende de la variedad generalmente son alargadas y miden de 4-5 mm.

## **7.4. Propiedades nutricionales de la lechuga**

El cultivo de lechuga muestra una dinámica nutricional, el cual se muestra desbalanceada por los factores ambientales como los cambios de temperatura, suelen tener propiedades nutricionales como el potasio, especialmente en épocas de temperatura baja; por cuanto, cuando más exista consumo de potasio se dará mayor absorción de magnesio. Es importante tener en cuenta que se debe evitar el uso excesivo de abonado, especialmente, nitrógeno, para evadir elementos de toxicidad.

Para de esa manera obtener calidad en el producto con un buen desarrollo, especialmente en sus hojas, manteniendo molibdeno en sus etapas iniciales de desarrollo (Infoagro, 2021).

En la Tabla 3 se muestran los principales nutrientes de la lechuga:

**Tabla 3.** Principales nutrientes de la lechuga

<b>Ítem</b>	<b>Información nutricional</b>	<b>Contenido</b>
1	Agua (g)	95.4 g.
2	Calorías (Kcal)	13.01 Kcal
3	Grasas	0.20 g.
4	Hidratos de carbono	2.31g.
5	Proteínas	1.20 g.
6	Fibra	1.00 g
7	Potasio	252.00 mg.
8	Fósforo	23.00 mg
9	Vitamina C	8.00 mg.
10	Vitamina B9	0.08 mg.
11	Magnesio	13.00 mg.
13	Calcio	32 mg.

**Fuente:** Catagña (2024)

### **7.5. Lechuga (*Lactuca Sativa L.*) variedad botiola**

La lechuga variedad botiola, es muy importante debido a que se destaca por su buen sabor y su textura crujiente, mantiene un alto rendimiento. Aunque su nombre puede reformar según

cada la región por sus condiciones climáticas y edafológicas, sus características distintivas la hacen muy apreciada por los amantes de la ensalada.

Teniendo en cuenta que esta variedad tolera el clima frío y la lluvia como las épocas de transición, sus hojas son de tamaño mediano, con bordes ligeramente dentados de forma ovalada, además su color puede variar según desde verde claro hasta un verde oscuro, dependiendo las condiciones del cultivo suele ser muy recomendada para mercados de procesado y frescos (Chiluisa, 2024).

Así mismo, es una planta relativamente fácil de cultivar y se adapta bien a diferentes tipos de suelos, demanda de ciertos cuidados para poder obtener una buena producción desarrollando un excelente peso y calibre.

Entre sus propiedades destacan:

- Planta muy vigorosa.
- Forma de pella: Redonda.
- Sabor: Excelente.
- Precocidad: 8-9 semanas
- Resistencias: Alta a *Bremia Lactucae* 1-27 (Bioagro, 2020).

### **Índices de Cosecha**

Dentro de los índices de cosecha, pueden incluir características físicas, químicas o morfológicas que indican el estado de madurez de un producto y su aptitud para la cosecha, en el cultivo de lechuga señala que el tiempo de cosecha que forma la cabeza va de 75 a 80 días tras el trasplante. En cambio, para lechugas romanas y crespas a campo abierto va de 7 semanas tras el trasplante, y en situaciones de bajo invernadero se extiende a 6 semanas como promedio.

Los índices de madurez, son aquellos que permiten a los agricultores iniciar su proceso de cosecha con un producto de mejor calidad, se encuentran basados en la compactación del repollo, lo cual es considerado apto para su respectiva cosecha o cuando se requiere fuerza manual moderada para que se comprima, se considera que está inmadura presentado una compactación de muy suelta, y cuando está extremadamente dura se entiende que está sobre madurada, donde las cabezas maduras e inmaduras tienen mejor sabor que las sobre maduras, pero también tienen menor problema en la fase de poscosecha.

### **Cosecha**

La fase de cosecha en cultivos de ciclo corto, como lo es la hortaliza de hoja lechuga, representa un punto crucial para garantizar la calidad y rentabilidad del producto. Generalmente, el período entre la siembra y la recolección del producto, depende de cada variedad y las condiciones ambientales y edafoclimáticas en las que se encuentra, lo cual de 50 a 60 días para las variedades tempranas y de 70 a 80 días para las tardías (Proyecto COV-AID, 2021).

Es importante cosechar antes de la etapa de espigación para de esa manera evitar la pérdida de calidad y textura de las hojas obtenido un producto de calidad. Sus métodos de recolección, se pueden emplear técnicas manuales con herramientas especializadas para así evitar daños, o sistemas mecanizados, optimizando el rendimiento y reduciendo desperdicios.

## **7.6. Postcosecha**

La fase de postcosecha es muy fundamental de tal manera que nos permite garantizar la calidad, frescura y valor nutricional del producto, asegurando su adecuada comercialización y consumo. En el caso de la lechuga al ser una hortaliza de hoja es primordial que debido a su alta transpiración debe tener un manejo eficiente, lo cual permita extender su vida útil y minimizar pérdidas dentro del proceso ya mencionado y así lograr y mantener un producto atractivo y seguro.

Es esencial aplicar técnicas de conservación como la limpieza del producto evitando el exceso de humedad que podría favorecer enfermedades, y el enfriamiento rápido, lo que permite preservar la textura y frescura. Es importante que durante el almacenamiento y transporte se mantenga un control preventivo de temperatura y humedad relativa para asegurar la calidad final del producto.

### **7.6.1. Etapas**

#### **a) Enfriamiento**

Para la FAO (2020), la etapa de enfriamiento es un proceso muy imprescindible, de tal manera que define como conservar una hortaliza o fruta dentro de un área de poscosecha, en tanto, reduce grandes pérdidas cuantitativas y cualitativas del producto retrasando, su maduración y senescencia; para de esa manera inducir la vida comercial del producto.

Por lo que, tras la cosecha, es esencial realizar un enfriamiento breve de las lechugas para disminuir su temperatura y reducir la actividad metabólica que viene desde la fase de campo, lo que ralentiza el proceso de deterioro, Se puede realizar mediante métodos como el aire

forzado, por agua o por vacío (Tocaliti, 2024), evitando la alta transpiración de la hortaliza. b)

#### Limpieza y clasificación

Durante este proceso se pretende eliminar hojas dañadas, enfermas o marchitas a la lechuga, para de esa manera poder clasificar los repollos según su tamaño y calidad. Mediante este proceso se requiere cumplir que el producto se encuentre en estables condiciones para su comercialización, induciendo así mejorar la presentación del producto y reduciendo el riesgo de propagación de enfermedades dentro del área de poscosecha.

#### **7.7.1. Índices de calidad**

De acuerdo con (Morales, 2011) indica que la calidad de la lechuga se aprecia en la forma esférica de la cabeza o cogollo, la misma que debe obtener un diámetro entre 14 a 16 centímetros de diámetro y peso de  $\pm 480$  g. Su característica cualitativa principal es su color verde brillante y contextura compacta; es decir, ni dura ni blanda, lo que indica que mantiene un nivel de frescura adecuado, como también sus hojas deben verse frescas, enteras, sin manchas y encontrarse adheridas, debe existir baja presencia de látex natural.

Dentro de los estándares de calidad es importante que durante el proceso de la cosecha se determine que no debe encontrarse parásitos, microorganismos y sustancias que resulten dañinas para la salud, además, de mantener una apariencia sana y fresca. Además, determinar las condiciones ambientales que son importantes para la vida de la planta, donde existen variedades que pueden resistir a temperaturas muy bajas o bien altas, así mismo, la disponibilidad de agua y humedad que deben ser utilizadas de manera adecuada, entre otros (Mantilla, 2022).

#### **7.7.2 Pérdidas en poscosecha**

Principalmente, las pérdidas en poscosecha (PDA) viene a ser en si la pérdida de agua entre la fase de la cosecha y la comercialización afectando su calidad y cantidad del producto. Teniendo en cuenta que los procesos metabólicos más importantes que intervienen en el producto tras la cosecha son la respiración y la transpiración, lo cual se ven afectados durante las fases ya mencionadas.

Por lo que, el principal componente de las hortalizas es el agua, su pérdida (transpiración) provoca marchitamiento y el proceso de respiración al consumirse sustancias de reserva, la velocidad establece la duración de la vida comercial del producto, pero depende de condiciones ambientales y características intrínsecas en las que se encuentra.

## **7.8. Criterios de comportamiento en la fase de poscosecha**

### ***7.8.1. Temperatura y Humedad Relativa***

Unos de los factores muy importantes para mantener la calidad del producto se debe manejar una temperatura durante el almacenaje de 0°C (32°F) con >95% de Humedad Relativa (HR). Sin embargo, la vida de anaquel entre los 21 a 28 días puede esperarse a dicha temperatura y HR. Una vida de anaquel de 14 días, en cambio, va de 5°C (41°F), la misma que puede ser obtenida a este margen siempre que haya etileno en el ambiente. Generalmente se usa el enfriamiento por vacío (*vacuum cooling*) para la lechuga de cabeza (iceberg); pero por vía aire forzado es también de utilidad para obtener un control adecuado durante el proceso de poscosecha (postharvest.ucdavis.edu, 2023).

### ***7.8.2. Daños por almacenamiento***

El daño que se presenta durante el almacenamiento de la lechuga está influenciado por distintos factores, por cuanto, un almacenaje adecuado es esencial para mantener a la hortaliza fresca y con altos estándares de calidad en la distribución. En tal sentido, es esencial mantener una temperatura entre 1-2°C, donde es esencial evitar su congelación; además generar un proceso adecuado de humedad para evitar marchitez, una ventilación adecuada ayuda a evitar proliferación de bacterias como acumulación de humedad, y almacenarla en un espacio oscuro a fin de que la luz acelere su deterioro y, por ende, su sabor y color (Marco, 2024).

### ***7.8.3 Plagas, enfermedades y Fisiopatías comunes en poscosecha***

El factor plagas, enfermedades y fisiopatías, comunes en la fase de poscosecha del cultivo de lechuga, es uno de los problemas que el agricultor debe confrontar, cuyos síntomas están relacionados al tipo de plaga o enfermedad que presenten, teniendo en cuenta que estas pueden aparecer dentro de la fase de campo generando problemas en la fase de poscosecha.

#### **7.8.3.1 Plagas**

a) Babosas y Caracoles

Es importante tener en cuenta que esta plaga se alimenta de las hojas de las plantas, causando orificios, suele aparecer en épocas de lluvia o por la presencia de exceso de agua o humedad del repollo.

b) Minadores (*Liriomyza trifoli*)

Forma galerías en los bordes de las hojas, generalmente, se alimentan del parénquima provocando el marchitamiento y caída de hojas reduciendo la capacidad fotosintética y aumentando la susceptibilidad a infecciones.

c) Gusano gris (*Agrotis sp.*)

Se alimenta principalmente de las raíces de las plántulas, lo que reduce la capacidad de absorber agua y nutrientes provocando la debilitación de la planta (Biotech, 2025).

d) Trips (*Franklinella occidentalis*)

Esta plaga produce y transmite diferentes virus de patógenos como virus del bronceado del tomate, este insecto se aloja en las hojas de la lechuga en sus primeras etapas, cuando la planta tiende a madurar, los insectos caen al suelo y producen picaduras, lo que provoca la decoloración, la deformación y la necrosis en las hojas (Eos Data, 2024).

e) Orugas defoliadoras (*Spodoptera spp*)

Genera daños provocando agujeros o perforando la estructura de la hoja. Si esta no se controla, llega a desarrollar su mandíbula con la capacidad de comer la parte de arriba y bajo de la hoja provocando que su yema apical se destruya y, por ende, detenga el desarrollo y crecimiento de la planta

### 7.8.3.2 Enfermedades

a) Antracnosis (*Microdochium panattoniana*)

Provoca manchas amarillentas con margen rojizo que aumenta de tamaño hasta necrosarse, su desarrollo inicial sobre las hojas viejas, pecíolo y nervio centra.

b) *Alternaria (Alternaria dauci)*

Ataca a los tejidos débiles de las hojas de la lechuga causando manchas oscuras y redondeadas en condiciones de alta humedad o en tiempo de gran cantidad de lluvia y sol. c) Mildiu

Esta enfermedad es causada por un hongo, cuyo nombre es *Bremia Lactuca*. Se manifiesta con manchas entre nervios de color amarillentas y acuosas se cubren un polvillo formado por esporas del hongo, principalmente aparece en épocas de lluvia (EosData, 2024).

d) Oídio (*Erysiphe cichoracerum*)

Esta enfermedad aparece en el envés y haz de las hojas, su aparición inicial presenta rasgos en los exteriores de la hoja, su recubrimiento es un micelio blanquecino teniendo en cuenta que las manchas incrementan el tamaño y el número, se desarrolla a temperaturas de 20oC con un 70% de humedad relativa (Canna, 2010).

e) Botrytis

Es producida por *el Botrytis cinérea* principalmente ataca a la base de peciolo, formando rasgos de forma redonda de podredumbre húmeda que generalmente presenta un color gris (Seipasa, 2023).

f) Esclerotinia

Es causada por el *Sclerotinia sclerotiorum*. Tiene un desarrollo inicial en tejidos cercanos al suelo, y privativamente aparece en el círculo del cuello de la planta, donde esta enfermedad ataca, Además, presenta un micelio algodonoso en el tallo, el mismo que se extiende al tallo principal

### 7.8.3.3 Fisiopatías

a) Puntas Quemadas (*tipburn*)

Generalmente es causada en la fase de campo debido a la presencia de diferentes condiciones climáticas, su sintomatología es las quemaduras en las puntas de las hojas y sus márgenes suelen ser más susceptibles a la descomposición debido a los daños que presentan

b) Manchado Rojizo (*Russet Spotting*)

Es provocado por la exposición de bajas concentraciones de etileno, lo que produce manchas marrones o manchas rojizas, generalmente se muestran en el tejido verde de las hojas en toda la cabeza.

c) Costilla Rosada (*pink rib*)

Es provocada por la sobre madurez de los cogollos y el almacenamiento a altas temperatura. Se caracteriza por el trastorno en el que las nervaduras centrales adquieren un color rosado.

d) Mancha Marrón (*Brown Stain*)

Principalmente es causado por la exposición a atmósferas de 3% de CO<sub>2</sub>, como también por las bajas temperaturas que se encuentra expuesta, Suelen aparecer mediante manchas de grandes tamaños de color marrón rojizo.

#### ***7.8.4 Comportamiento del Biofertilizante Fertibacter en poscosecha***

Dentro del proceso de poscosecha, el biofertilizante Fertibacter destaca por su formulación a base de microorganismos benéficos como *Azospirillum spp.*, *Pseudomonas spp.*, entre otros ,lo cual, otorgan mejorías en características físicas del suelo, promoviendo el crecimiento vegetal mediante la producción de fitohormonas (auxinas, citoquininas y giberelinas), mejorando el desarrollo radicular y la absorción de nutrientes como nitrógeno (N) y fósforo (P).Es importante tener en cuenta que *Fertibacter* contribuye a la descomposición de MO y el fortalecimiento del sistema inmunológico de las plantas, induciendo así a los cultivos que sean más susceptibles a la pérdida de agua y obtener una mayor vida útil durante la fase poscosecha.

##### ***7.8.4.1 Fertibacter***

El biofertilizante Fertibacter- Maíz, este compuesto por bacterias o microorganismos del suelo como (*Bacillus subtilis* y *Pseudomonas fluorescens*) 109 UFC/ml Melaza 2%, lo cual tienen la capacidad de promover el crecimiento e inducir el desarrollo radicular de los cultivos, por lo que promueven significativamente la absorción de macro y micro nutrientes que se encuentran en la superficie del suelo. Como también tiene la habilidad de tomar nitrógeno atmosférico y transformarlo en nutrientes aprovechable para el desarrollo de las raíces de las plantas (INIAP, 2020).

#### **7.8.4.2 Función del biofertilizante *Fertibacter***

Este biofertilizante contiene ingredientes activos que incluyen cepas pertenecientes a los géneros *Azospirillum* y *Pseudomonas*, las cuales tienen la capacidad de formar fitohormonas como auxinas, citoquininas y giberelinas, Auxinas. Teniendo en cuenta que los biofertilizantes inducen el crecimiento y el rendimiento de los cultivos de forma ecológica, mejorando su tolerancia al estrés biótico y abiótico que benefician su nutrición en base a la fijación del nitrógeno atmosférico y la solubilización de los nutrientes del suelo.

#### **7.8.4.3 *Bacillus Subtilis***

Es importante tener en cuenta que *Bacillus* spp. comprende varias especies como *B. subtilis*, *B. amyloliquefaciens*, *B. licheniformis* y *B. thuringiensis*, lo cual este grupo de bacterias ha despertado un creciente interés en la agricultura debido principalmente a los beneficios que aportan a los cultivos. En cuanto aportan en el crecimiento vegetal, germinación y el desarrollo de las plantas, como también la capacidad de formar endosporas que permite la resistencia y aislamiento a diversos ambientes, siendo el suelo su principal hábitat debido a la disponibilidad de sustratos orgánicos que compone.

Sin embargo, estos microorganismos son conocidos como bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPB, por sus siglas en inglés) brindando así un amplio rango de temperaturas y su diversidad metabólica que permite promover el crecimiento vegetal, sideróforos, fitohormonas, como también el control de patógenos.

#### **7.8.4.4 *Pseudomonas Fluorescens***

*Pseudomonas fluorescens* es una especie bacteriana Gramnegativa, con movilidad flagelar y capacidad para producir pigmentos fluorescentes, generalmente es de forma de bacilo sus dimensiones oscilan entre 0.5-1.0 x 1.5-5  $\mu\text{m}$ . Además, habitan libremente en el suelo y agua, donde estos aprovechan varios sustratos que ayudan a su crecimiento, resisten temperaturas entre 10°C y 42°C. Sin embargo este tipo de bacterias almacena gránulos de polihidroxialcanoatos como reserva de material celular.

## **8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS**

### **8.1 Hipótesis**

**Hipótesis Nula (H0):**

El biofertilizante Fertibacter no influye en el comportamiento de la lechuga durante el proceso de poscosecha.

**Hipótesis Alternativa (H1):**

El biofertilizante Fertibacter influye positivamente en el comportamiento de la lechuga durante el proceso de poscosecha.

**Hipótesis Nula (H0):**

La aplicación de diferentes dosis de Fertibacter no genera efectos significativos en el comportamiento en poscosecha.

**Hipótesis Alternativa (H1):**

La aplicación de diferentes dosis de Fertibacter genera efectos significativos en el comportamiento en poscosecha.

**Hipótesis Nula (H0):**

El índice cronológico de cosecha no influye significativamente en el comportamiento en poscosecha del cultivo de lechuga.

**Hipótesis Alternativa (H1):**

El índice cronológico de cosecha si influye significativamente en el comportamiento en poscosecha del cultivo de lechuga.

**9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL****9.1 Características de área de investigación del sitio de producción**

La investigación se aplicó en la localidad Salache, en la fase de campo y evaluación de variables.

**Ilustración 1.** Ubicación del predio



**Elaborado por:** Rocha Nancy

## 9.2 Características del área de investigación en postcosecha

Se ejecutó en el laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi-Campus CEASA, parroquia urbana Eloy Alfaro, ubicada en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

- “Altitud: 2.750 msnm
- Longitud: 78°37’14’’Oeste
- Latitud: 00°59’57’’Sur” (Chisaguano, 2023).

## 9.3. Tipo de investigación

### 9.3.1. Enfoque

La presente investigación se realizó mediante un enfoque mixto ,lo cual se encuentra conformado por dos fases: Cualitativo y Cuantitativo ,lo cual de acuerdo con Gómez (2023), indica que desde la visión cuantitativa, la realidad de una situación se condiciona por una causa; donde dicha realidad es efecto que puede ser generalizado sin considerar los sujetos ni el contexto, por lo que es importante trabajar con datos numéricos para comprender el fenómeno abordado.

Sin embargo, la extracción de los datos cuantitativos se hizo mediante la fase experimental del estudio, con información relevante sobre la evaluación del comportamiento en poscosecha en base a la influencia del uso del biofertilizante Fertibacter del cultivo lechuga. Mientras que el

enfoque cualitativo permite recolectar y analizar datos no numéricos, están, pueden ser las observaciones, entrevistas, documentos históricos, a fin de mejorar la comprensión de fenómenos sociales (Sampieri, 2014).

### ***9.3.2 Experimental***

La investigación experimental maneja de manera intencionada la variable independiente, con un posterior análisis de su impacto en la variable dependiente (Ramos, 2021); en tal sentido, que para la presente investigación sirvió de base para evaluar el comportamiento en poscosecha de la lechuga variedad botiola (*Lactuca Sativa L.*) aplicados con el biofertilizante Fertibacter en diferentes dosis ,teniendo en cuenta que la prueba, fue efectuada en el laboratorio de poscosecha considerando los métodos y variables usados conforme los indicadores de la investigación.

## **9.4. Modalidad básica de la investigación**

### ***9.4.1. Investigación de campo***

La investigación de campo se ejecutó en las instalaciones de la Universidad Técnica de Cotopaxi-Campus CEASA, parroquia urbana Eloy Alfaro.

### ***9.4.2. Investigación de laboratorio***

El proceso investigativo en la presente fase, se ejecutó en el laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi-Campus CEASA, de la carrera de Agronomía.

### ***9.4.3. Investigación bibliográfica documental***

Para el sustento teórico, se apeló a la técnica de revisión bibliográfica, la misma que contempló el aporte desde artículos científicos, tesis, libros digitales para información confiable sobre el tema de investigación.

## **9.5. Técnicas de la investigación**

### ***9.5.1 Observación directa***

La observación directa ha servido de base para analizar las características del comportamiento de la lechuga en la fase de poscosecha aplicados con el biofertilizante Fertibacter.

### ***9.5.2 Comparativa***

Esta investigación se encuentra basada mediante un diseño experimental, lo cual permite realizar una comparación de los diferentes datos obtenidos en la observación directa y de esa manera podamos confirmar o rechazar las hipótesis planteadas en el estudio en la fase de poscosecha.

## **9.6. Materiales**

### ***9.6.1. Materiales de campo***

- Libreta de apuntes.
- Esferográfico. □ Cámara de celular □ Gavetas.
- Etiquetas.
- Cuchillo.
- Guantes de Campo.

### ***9.6.2. Materiales para la realización de la práctica***

- Guantes.
- Mandil.
- Cuchillo.
- Gavetas plásticas.
- Libreta de datos.

### ***9.6.3. Equipos e instrumento de laboratorio***

- Balanza electrónica.
- Cinta métrica.
- Regla.
- Tabla Munsell.

## **9.7. Factores de estudio**

### **a. Dosis de aplicación del biofertilizante Fertibacter**

**D1.** 0 ml/l

**D2.** 2 ml/l

**D3.** 4 ml/l **D4.**

6 ml/l

**b. a. Frecuencia de aplicación del biofertilizante Fertibacter E1.** Aplicación de Fertibacter en pilonera a los 7 días.

**E2.** Aplicación de Fertibacter en pilonera a los 15 días.

**c. Índices de cosecha**

**I1.** Cosecha a los 60 días 19/05/2024.

**I2.** Cosecha a los 65 días I2: 24/05/2024.

## **9.8. Preparación del área para el diseño experimental**

Para la investigación se inició con la implementación de un diseño experimental, que consiste en un (DBCA) con un arreglo factorial 4x2x2, con 16 unidades experimentales, y 4 repeticiones. Las lechugas que fueron sembradas a base del biofertilizante Fertibacter con dos etapas de aplicación de Fertibacter con un total de 720 repollos de los cuales solo 5 unidades fueron seleccionadas por cada tratamiento en base a dos índices cronológicos a los 60 y 65 días, se contó con 16 tratamientos, por lo que se obtuvo 20 unidades experimentales por 4 repeticiones y 2 índices de cosecha con un total de 640 repollos dentro de la investigación.

## **9.9. Tratamiento en estudio**

Los tratamientos fueron establecidos de acuerdo con tres factores de estudio: Dosis de aplicación del biofertilizante Fertibacter D1:0 ml/l; D2: 2 ml/l; D3:4 ml/l ; D4: 6 ml/l ,el segundo factor es la frecuencia de aplicación del biofertilizante Fertibacter, E1:7 días; E2: 15 días y finalmente el tercer factor, bajo estudio, se dio en función de los índices cronológicos, I1: 60 días y I2: 65 días; con la finalidad de determinar el comportamiento de cada índice. Ver Tabla 4.

**Tabla 4.** Tratamiento del estudio para la evaluación del comportamiento en postcosecha de lechuga (*Lactuca Sativa L.*) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en campo en Salache, Latacunga. 2024.

Nº Tratamientos	Códigos	Descripción
-----------------	---------	-------------

1	D1F1I1	Dosis a 0ml/frecuencia a los 7 días, índice a los 60 días.
2	D1F1I2	Dosis a 0ml/frecuencia a los 7 días, índice a los 65 días.
3	D1F2I1	Dosis a 0ml/frecuencia a los 15 días, índice a los 60 días.
4	D1F2I2	Dosis a 0ml/frecuencia a los 15 días, índice a los 65 días.
5	D2F1I1	Dosis a 2ml/frecuencia a los 7 días, índice a los 60 días.
6	D2F1I2	Dosis a 2ml/frecuencia a los 7 días, índice a los 65 días.
7	D2F2I2	Dosis a 2ml/frecuencia a los 15 días, índice a los 65 días.
8	D2F2I2	Dosis a 2ml/frecuencia a los 15 días, índice a los 65 días.
9	D3F1I1	Dosis a 4ml/frecuencia a los 7 días, índice a los 60 días.
10	D3F1I2	Dosis a 4ml/frecuencia a los 7 días, índice a los 65 días.
11	D3F2I1	Dosis a 4ml/frecuencia a los 15 días, índice a los 60 días.
12	D3F2I2	Dosis a 4ml/frecuencia a los 15 días, índice a los 65 días.
13	D4F1I1	Dosis a 6ml/frecuencia a los 7 días, índice a los 60 días.
14	D4F1I2	Dosis a 6ml/frecuencia a los 7 días, índice a los 65 días.
15	D4F2I1	Dosis a 6ml/frecuencia a los 15 días, índice a los 60 días.
16	D4F2I2	Dosis a 6ml/frecuencia a los 15 días, índice a los 65 días.

**Elaborado por:** Rocha Nancy

### 9.10. Análisis estadístico y pruebas de significación al 5 %

El análisis se efectuó mediante la aplicación de un software de análisis estadístico (Infostat), además del software Excel. Se describe en la Tabla 5 el análisis de varianza (ADEVA)

**Tabla 5.** Esquema ADEVA

Fuente variación	Grados de Libertad	
Total	N-1	63
Factor A	a-1	3

Factor B	b-1	1
A × B	(a-1) (b-1)	3
Factor C	c-1	1
A × C	(a-1) (c-1)	3
B × C	(b-1)(c-1)	1
A × B × C	(a-1) (b-1) (c-1)	3
Error Experimental	N-(axbxc) -(b-1)	45

**Elaborado por:** Rocha Nancy

### 9.11. Análisis funcional

Se efectuó mediante la prueba Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) conjuntamente con los tratamientos y factores de estudio que influyeron estadísticamente en los resultados.

### 9.12. Características de la unidad experimental

Las unidades experimentales son 5 repollos en cada tratamiento con total de 80 repollos por cada repetición, dando un valor de 320 repollos.

**Tabla 6.** Características unidad experimental

Descripción	No.
Número de unidades experimentales	5
Número de gavetas por cada unidad experimental	16
Número total de gavetas de todas las repeticiones	32

**Elaborado por:** Rocha Nancy

### 9.13. Manejo específico de la investigación

#### 9.13.1. Procedencia de la materia prima

Las lechugas de repollo (*Lactuca Sativa.L*) se obtuvieron de la producción cultivada por el estudiante (Lutuala, 2024) con el tema de investigación “Evaluación del efecto del biofertilizante fertibacter en diferentes dosis de aplicación del cultivo de lechuga (*Lactuca Sativa.L*) variedad botiola siembra y trasplante campus Salache UTC 2024”. Teniendo en cuenta que la cosecha se realizó mediante dos índices cronológicos por cada tratamiento y

repetición, donde se efectuó una selección visual de las lechugas que contengan las características uniformes como tamaño, color y forma, después luego los repollos fue trasladado en gavetas al laboratorio de Poscosecha en donde se realizó el experimento en base al comportamiento de los repollos.

### ***9.13.2. Selección de la materia prima***

La elección de las lechugas se efectuó al azar, puesto a que eran 45 lechugas por cada tratamiento, aplicadas con diferentes dosis del biofertilizante Fertibacter, por ello se realizó el conteo en campo de 320 repollos listos para cosechar, obteniendo repollos completamente al azar.

Luego se procedió a la preparación de las muestras siguiendo los pasos detallados a continuación:

#### **Limpieza de tallo:**

Se realizó, mediante el corte correcto del tallo, evitando el ingreso de tierra o basura en el repollo del cultivo de lechuga.

#### **Limpieza de hojas dañadas:**

Después de que se realizara la respectiva limpieza del tallo, se procedió a retirar las hojas dañadas por insectos, enfermedades o podredumbre eliminando de 5-10 hojas mínimo dependiendo del daño que obtuvieron durante el proceso de manipulación de la cosecha y transporte.

### ***9.13.3 Proceso en la fase de laboratorio***

#### **9.13.3.1 Instalación del Ensayo:**

Una vez cumplido con el procedimiento anterior de limpieza de los repollos, fueron ubicadas verticalmente con el tallo hacia abajo en sus respectivas gavetas plásticas, de acuerdo a los tratamientos establecidos para, de esa manera, evaluar los diversos indicadores planteados.

#### **9.13.3.2 Indicadores a evaluar**

Se registraron los datos cada 2 días es decir a los 1 ,3 y 5 días hasta el deterioro total de los repollos, donde se colaron 5 repollos por cada tratamiento con 4 repeticiones respectivamente.

#### **a) Peso**

Se pesaron 5 repollos cada 2 días, para de esa manera poder visualizar, si los repollos presentan pérdida de peso, por lo cual para poder ejecutar este procedimiento se ocupó una balanza electrónica obteniendo un resultado expresado en gramos (g).

#### **b) Variación de Peso**

Los datos obtenidos del peso de los 5 repollos cada 2 días se llevaron a un cálculo de la variación de peso, mediante dos diferencias de peso de cada registro de datos según la fórmula:

$$\Delta P = P_i - P_f$$

Donde significa:

$\Delta P$  = Variación de peso.

$P_i$  = Peso inicial.

$P_f$  = Peso final (Gualan, 2021).

#### **c) Porcentaje de variación de Peso**

Para la evaluación de pérdida de peso se hizo énfasis en el cultivo de lechuga de la muestra de los 5 repollos, siendo tomado los datos cada 2 días. Se llevaron a un cálculo de porcentaje de variación de peso según la siguiente fórmula:

$$\% \Delta P = \Delta P * 100 / P_i$$

Donde significa que:

$\% \Delta P$  = Porcentaje de variación de peso.

**Pi** = Peso inicial, donde los datos recolectados para el Pi fueron como resultado de la suma total de los pesos de cada uno de tratamientos (Gualan, 2021).

#### **d) Perímetro ecuatorial del repollo**

Se ejecutó con el uso de una cinta métrica, lo cual los datos fueron registrados cada dos días hasta que la materia prima se encuentre dañadas, donde se midió el perímetro correspondiente a las cinco muestras establecidas, obteniendo así valores expresados en (cm).

#### **c) Altura del repollo**

Se realizó mediante una cinta métrica, el registro de datos de igual manera se lo realizo cada dos días hasta que los repollos se encuentren dañados. La altura del repollo se registró de las cinco muestras correspondientes obteniendo un resultado expresado en (cm).

#### **d) Compacidad**

Se realizó mediante el tacto, donde Córdova (2020) indica que se debe seguir una escala arbitraria que se clasifica en suelta, floja, moderada, firme y muy dura, a fin de obtener resultados de compacidad. Así los datos fueron tomados cada 2 días hasta su deterioro final.

#### **e) Color**

Para la identificación del color del repollo por cada tratamiento, se ejecutó visualmente cada dos días, con la ayuda de una tabla de color Munsell. Galicia (2018) manifiesta que el espaciado uniforme y en escalas abiertas de cromática, facilitan determinar el color determinado de ciertos cultivos o suelos.

#### **9.13.4. Procedimiento para determinar la incidencia de plagas, enfermedades y fisiopatías**

Se evaluó cada dos días después de sus respectivas cosechas, donde se determinó la presencia de plagas, enfermedades y fisiopatías de cada repollo establecido por cada tratamiento.

La incidencia permite evaluar el número de plantas afectadas por la enfermedad o plagas, donde cada repollo muestra una presencia de daños físicos causado por hongos y bacterias. Lo cual, una vez que se contabilice el número de repollo enfermos y presente síntomas, se establecería el porcentaje, en base al total de las unidades experimentales:

Fórmula:

(%) = (Número de repollos afectados) / (Número total de repollos a evaluar) ×100 (Calviño, 2023).

## 10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 10.1. Variación de peso

En el ADEVA (Tabla 7) de la variable Variación de peso se puede apreciar que en el registro de datos a los 3 días en cada factor de estudio y en la interacción índice vs dosis vs frecuencia existe significancia estadística, mientras que a los 5 días no muestra significancia estadística en los diferentes factores en estudio excepto de la interacción índice vs dosis vs frecuencia con un promedio de 3,14 a 7,01 gr en los dos registros de datos respetivamente.

**Tabla 7.** ADEVA para variación de peso en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Fuentes de variabilidad	Grados de Libertad	3 días			5 días		
		Cuadrados Medios	p-valor		Cuadrados Medios	p-valor	
Total	63						
Repeticiones	3	0,52	0,1393	n.s.	2,71	0,0226	n.s.
Dosis (D)	3	0,86	0,0327	*	1,86	0,0789	n.s.
Frecuencia (F)	1	1,21	0,0396	*	0,06	0,7772	n.s.
Índice	1	11,56	<0,0001	**	0,12	0,6921	n.s.
I x D	3	0,32	0,3229	n.s.	0,03	0,99	n.s.

I x F	1	2,89	0,002	**	1,56	0,1616	n.s.
D x F	3	2,1	0,0003	**	3,38	0,0086	**
I x D x F	3	2,68	<0,0001	**	4,5	0,0019	**
Error	45	0,27			0,77		
Promedios (g)	3,14				7,01		
CV (%)		16,54			12,54		

**Elaborado por:** Rocha Liliana

En la ADEVA de la Tabla 7, se obtuvo una fuente de variabilidad que van de 12,54 % a 16,54 %, por lo que se interpreta que los valores obtenidos son altamente confiables dentro de la investigación con promedios generales de 3,14 a 7,01 gr para los días 3 y 5, en este factor el biofertilizante fertibacter si influyo de manera significativamente en la lechuga de repollo variedad botiola, pero también el peso de los repollos fueron disminuyendo paulatinamente ,mostrando que la pérdida de peso más crítica fue a los 5 días estos datos coinciden con la investigación de (Guano, 2025) que evaluó la aplicación de fertibacter en su etapa de crecimiento inicial y abonos orgánicos en campo de la lechuga botiola y analizo el peso indicando, la mayor pérdida de peso a los 5 días con 248,58 gr.

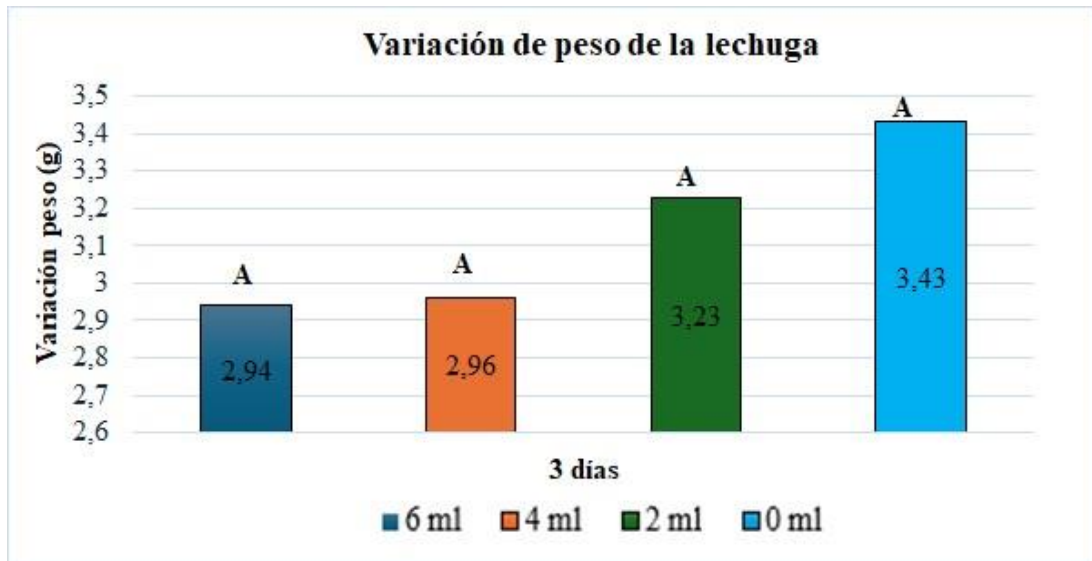
En la investigación se analizó que los repollos frescos después de la cosecha siguen perdiendo agua, induciendo así a un gran problema que da lugar a la pérdida de peso (Zolezzi, 2017) afirma que cuando un producto es recolectado generalmente pierde de un 5 a un 10% de su peso original, este tiende a perder compacidad y como consecuencia es inutilizable.

**Tabla 8.** Prueba Tukey al 5% y para el factor dosis en variación de peso en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Dosis	3 días	
	Variación peso (g)	Rangos de significación
6 ml	2,94	A
4 ml	2,96	A
2 ml	3,23	A
0 ml	3,43	A

**Elaborado por:** Rocha Liliana

**Gráfico 1** Variación de peso para el factor B (Dosis de Fertibacter) a los 3 y 5 días.



**Elaborado por:** Rocha Liliana

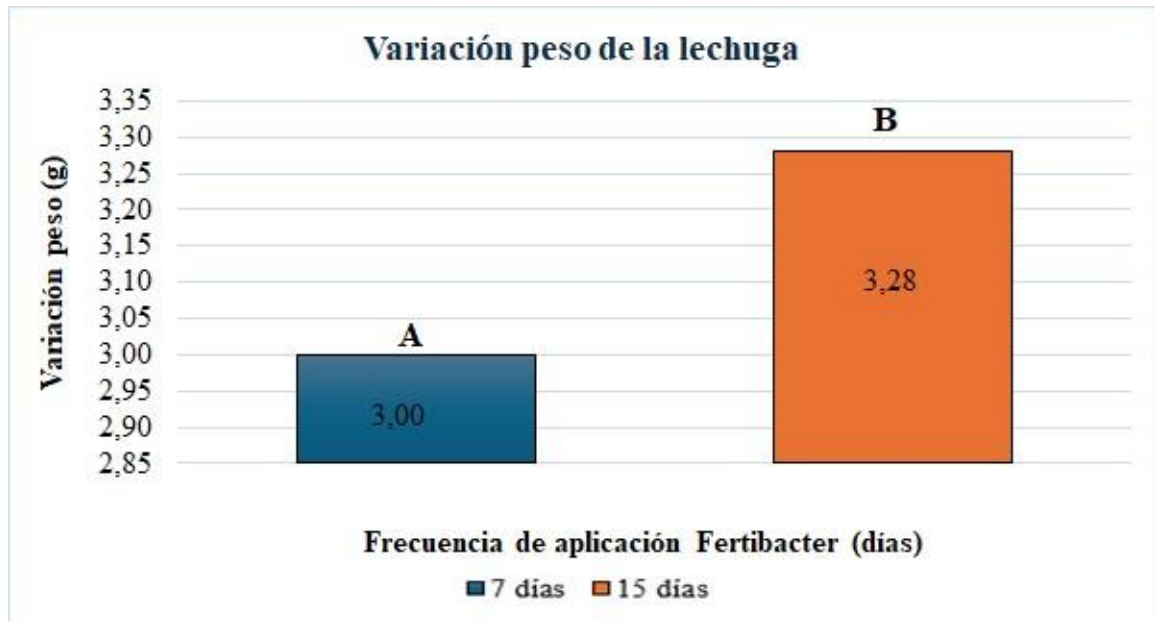
La prueba de Tukey al 5% presentada en la Tabla 8 demuestra que no existen diferencias estadísticas significativas entre las dosis de Fertibacter aplicadas (0, 2, 4 y 6 ml) en cuanto a la variación de peso de lechuga variedad Botiola a los 3 días de almacenamiento. Todas las dosis compartieron el mismo rango de significación (A), lo que indica una respuesta homogénea frente al biofertilizante fertibacter en esta variable. Esto indica que, en los primeros días de poscosecha, el Fertibacter no ejerció un efecto diferencial en la pérdida de peso foliar. (Gráfico 1). Por lo que los datos corroboran con la investigación realizada por (Masabanda, 2023) donde menciona que la aplicación del biofertilizante fertibacter en dosis altas como 2 y 4 ml, en el cultivo de cultivo de maíz (*Zea mays L.*) presentan promedios de peso con un valor de 380 gramos.

**Tabla 9.** Prueba DMS al 5% para el factor frecuencia en variación de peso en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Frecuencia	3 días	
	Variación peso (g)	Rangos de significación
7	3,00	A
15	3,28	B

**Elaborado por:** Rocha Liliana

**Gráfico 2** Variación de peso para el factor C (Frecuencia de aplicación de Fertibacter) a los 3 y 5 días.



**Elaborado por:** Rocha Liliana

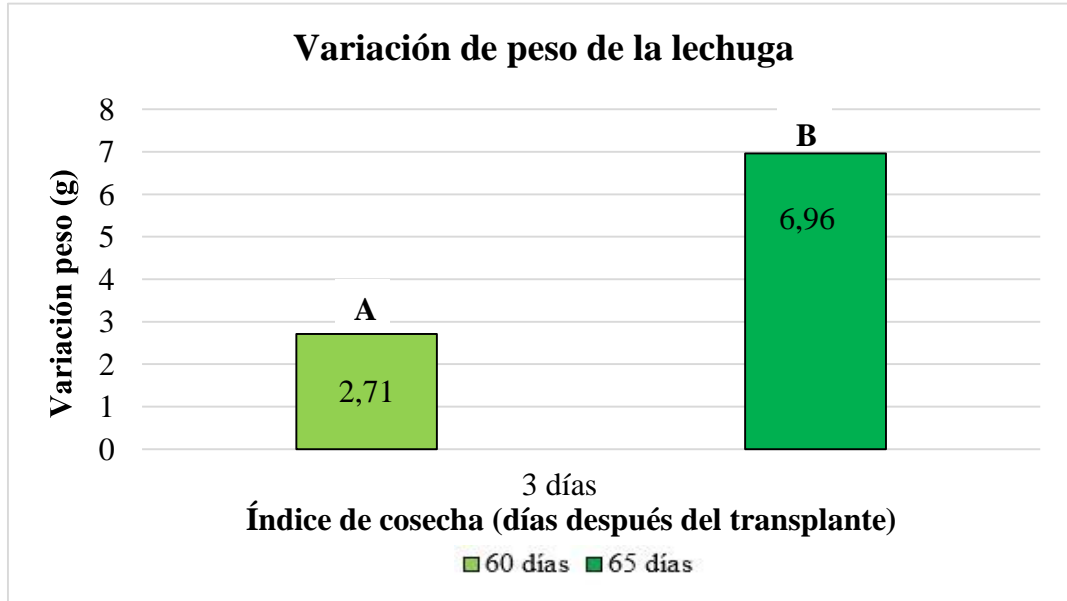
En la prueba DMS al 5% muestra la existencia de dos rangos de significancia estadística (Tabla 9), en la cual la frecuencia 1 (7 días) presentó la menor variación de peso con 3,00 g, mientras que, la frecuencia 2 (15 días) muestra la mayor variación de peso con 3,28 g (Gráfico 2). Por lo que estos datos coinciden con el estudio de (Lutuala, 2024) & (Chiluisa, 2024) que la aplicación del biofertilizante Fertibacter a los (7 días) no solo ayudo en el desarrollo de las plántulas y rendimiento en campo, sino que también favoreció variables como peso de la lechuga (519.88 g), formación del repollo, y perímetro ecuatorial, lo que indica menor pérdida de masa vegetal y mejor desarrollo estructural.

**Tabla 10.** Prueba DMS al 5% para el factor índice en variación de peso en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Índice	3 días	
	Variación peso (g)	Rangos de significación
60	2,71	A
65	6,96	B

**Elaborado por:** Rocha Liliana

**Gráfico 3** Variación de peso para el factor A (Índice de cosecha) a los 3 y 5 días.



**Elaborado por:** Rocha Liliana

En la prueba DMS al 5% muestra dos rangos de significación, (Tabla 10), por lo que el índice cronológico a los 65 días muestra mayor pérdida de peso en los 3 y 5 días con un rango de 3,56 y 7,05 gr a diferencia de los 60 días que pierde el 2,71 y 6,96 gr (Gráfico 3. Por lo que concuerda con lo estipulado (Bonilla, 2010) en su investigación, que las plantas cosechadas a los 60 días presentaron menor pérdida de peso, mientras que las recolectadas después de su tiempo estipulado presentaron más del 45 % de pérdida de sus características durante el almacenamiento.

**Tabla 11.** Prueba Tukey al 5% para la interacción dosis por frecuencia en variación de peso en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Dosis	Frecuencia	3 días		5 días	
		Variación peso (g)	Rangos de significación	Variación peso (g)	Rangos de significación
0 ml	7	2,75	A	6,08	A
6 ml	15	2,78	A	6,88	AB
4 ml	7	2,90	A	7,35	AB
4 ml	15	3,03	A	7,38	AB
2 ml	15	3,10	A	7,80	B
6 ml	15	3,10	A	6,90	AB
2 ml	7	3,35	AB	6,58	AB

0 ml	15	4,08	B	7,10	AB
------	----	------	---	------	----

**Elaborado por:** Rocha Liliana

En la prueba Tukey al 5% para la interacción dosis por frecuencia (Tabla 11) a los 3 y 5 días, detectó 3 rangos de significación estadística, ubicándose en el primer rango la dosis 1 (0 ml) con la frecuencia 1 (7 días), con valores menores de variación de peso con 2,75 g y 6,08 g, respectivamente. Por lo que los datos corroboran con la investigación realizada por (Masabanda, 2023) & (Lutuala, 2024) que la aplicación del biofertilizante fertibacter en dosis altas con una frecuencia a los (7 días) permite desarrollar un sistema radicular y estructura celular de los diferentes tejidos favoreciendo variables como peso de la lechuga (519.88 g), formación del repollo, y diámetro ecuatorial, reduciendo así la pérdida de peso.

**Tabla 12.** Prueba Tukey al 5% para la interacción índice por frecuencia en variación de peso en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Índice	Frecuencia	3 días	
		Variación peso (g)	Rangos de significación
60	7	2,64	A
60	15	2,79	AB
65	15	3,21	B
65	7	3,91	C

**Elaborado por:** Rocha Liliana

En la prueba Tukey al 5% para la interacción índice por frecuencia (Tabla 12) a los 3 días, detectó 4 rangos de significación estadística, ubicándose en el primer rango el índice 1 (60 días) por la frecuencia 1 (7 días) y frecuencia 2 (15 días) con valores de 2,64 y 2,79 g, respectivamente. A los 5 días, se observó en el índice 1 (60 días) por la frecuencia 1 (7 días), presentó la menor variación de peso, con 6,78 %.

Por lo que los datos obtenidos corrobora con lo mencionado (Lutuala, 2024) & (Chiluisa, 2024) de que la aplicación del biofertilizante Fertibacter a los (7 días) no solo ayudo en el desarrollo de las plántulas y rendimiento en campo, además favoreció variables como peso de la lechuga (519.88 g) , mientras que (Bonilla, 2010) manifiesta que la mayor calidad de poscosecha se logró con plantas cosechadas a los 60 días, mientras que las recolectadas después

de su tiempo estipulado presentaron el 25 % de pérdida de peso y menor calidad visual durante el almacenamiento.

**Tabla 13.** Prueba Tukey al 5% para la interacción índice por dosis por frecuencia en variación de peso en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga, 2025.

Índice	Dosis	Frecuencia	3 días		5 días	
			Variación peso (g)	Rangos de significación	Variación peso (g)	Rangos de significación
60 días	4 ml	7	2,40	A	7,75	B
60 días	4 ml	7	2,45	A	6,60	AB
60 días	4 ml	15	2,55	A	7,80	B
60 días	4 ml	7	2,60	A	5,35	A
60 días	0 ml	7	2,65	A	6,25	AB
60 días	4 ml	15	2,80	A	7,20	AB
60 días	4 ml	15	2,85	A	6,80	AB
60 días	4 ml	15	2,95	A	6,80	AB
60 días	4 ml	7	3,05	A	6,50	AB
65 días	6ml	7	3,10	A	7,15	AB
65 días	4 ml	15	3,20	A	7,95	B
65 días	4 ml	7	3,40	A	6,95	AB
65 días	6 ml	15	3,40	A	6,60	AB
65 días	2 ml	7	3,65	A	6,65	AB
65 días	2 ml	7	3,65	A	7,80	B
65 días	0 ml	15	5,50	B	7,95	B

**Elaborado por:** Rocha Liliana

Para la prueba Tukey al 5% para la interacción índice por dosis y frecuencia (Tabla 13) a los 3 días, detectó 2 rangos de significación estadística, ubicándose en el último rango el índice 2 (65 días) por la dosis 1 (0 ml) por la frecuencia 2 (15 días) con la mayor variación de peso con 5,50 g. A los 5 días, se detectó 3 rangos de significación estadística, ubicándose en el primer rango el índice 1 (60 días) por la dosis 1 (4ml) por la frecuencia 1 (7 días), con un valor de 5,35 gr.

Por lo que concuerda con lo mencionado (Masabanda, 2023) corrobora que la aplicación del biofertilizante en dosis altas como 2 y 4 ml ,han permitido desarrollar un sistema radicular y estructura celular ,además (Lutuala, 2024) & (Chiluisa, 2024) en sus proyectos de investigación indicaba que la aplicación del biofertilizante Fertibacter a los (7 días) no solo ayudo en el desarrollo de las plántulas y rendimiento en campo, sino que también favoreció variables como peso de la lechuga con un promedio de (519.88 g).

## 10.2. Porcentaje de variación de peso

En el ADEVA (Tabla 14) se observó a los 3 y 5 días significancia y alta significancia estadística para los factores y la interacción de los factores, a excepción del factor frecuencia y de la interacción índice por frecuencia, que no presentó significancia estadística. Adicionalmente no se observó significancia estadística para repeticiones. El promedio general del experimento a los 3 días fue de 0,78 % y 1,63 % para los 5 días, que las fuentes de variabilidad de 16,76 y 15,07 % para los 3 y 5 días, respectivamente.

**Tabla 14.** ADEVA para porcentaje de variación de peso en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Fuentes de variabilidad	Grados de Libertad	3 días			5 días		
		Cuadrados Medios	p-valor		Cuadrados Medios	p-valor	
Total	63						
Repeticiones	3	0,01	0,8177	n.s.	0,02	0,8217	n. s
Dosis (D)	3	2,39	<0,0001	**	6,54	<0,0001	**
Frecuencia (F)	1	0,03	0,2154	n.s.	0,17	0,1024	n.s
Índice (I)	1	2,43	<0,0001	**	1,61	<0,0001	**
I x D	3	0,43	<0,0001	**	0,36	0,0017	**

I x F	1	0,13	0,0077	**	0,04	0,4438	n.s
D x F	3	0,44	<0,0001	**	0,71	<0,0001	**
I x D x F	3	0,73	<0,0001	**	0,9	<0,0001	**
Error	45	0,02			0,06		
Promedios (%)	0,78				1,63		
CV (%)		16,76			15,07		

**Elaborado por:** Rocha Liliana

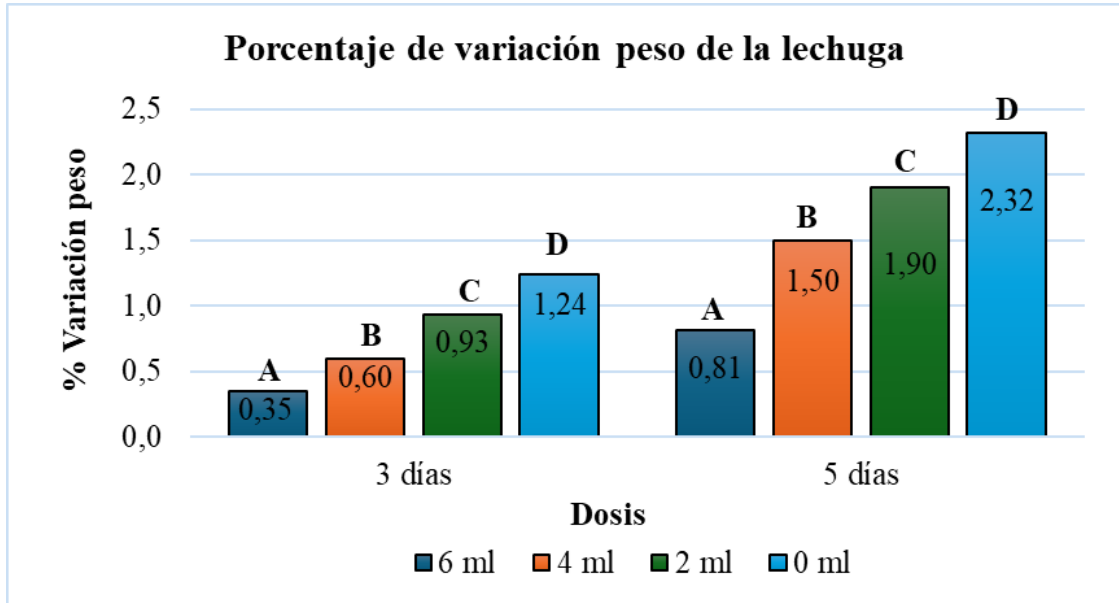
De los resultados obtenidos en el análisis de las fuentes de variabilidad muestra que, si existe significancia estadística en los factores en estudio y sus respectivas interacciones con un promedio de 0,78 gramos y 16,76 % de fuente de variabilidad a los 3 días y 1,63 gramos y 15,07 % respectivamente. Por lo que los resultados obtenidos concuerdan con lo estipulado (Guano, 2025) que la mayor pérdida de peso muestra al registro de datos al 5 día con los 88,54 gramos, debido a que el producto se encuentra expuesto a ciertos factores ambiente, induciendo así a la alta transpiración.

**Tabla 15.** Prueba Tukey al 5% y para el factor dosis en porcentaje de variación de peso en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Dosis	3 días		5 días	
	% Variación peso	Rangos de significación	% Variación peso	Rangos de significación
6 ml	0,35	A	0,81	A
4 ml	0,60	B	1,50	B
2 ml	0,93	C	1,90	C
0 ml	1,24	D	2,32	D

**Elaborado por:** Rocha Liliana

**Gráfico 4.** Porcentaje de variación de peso para el factor B (Dosis de Fertibacter) a los 3 y 5 días.



**Elaborado por:** Rocha Liliana

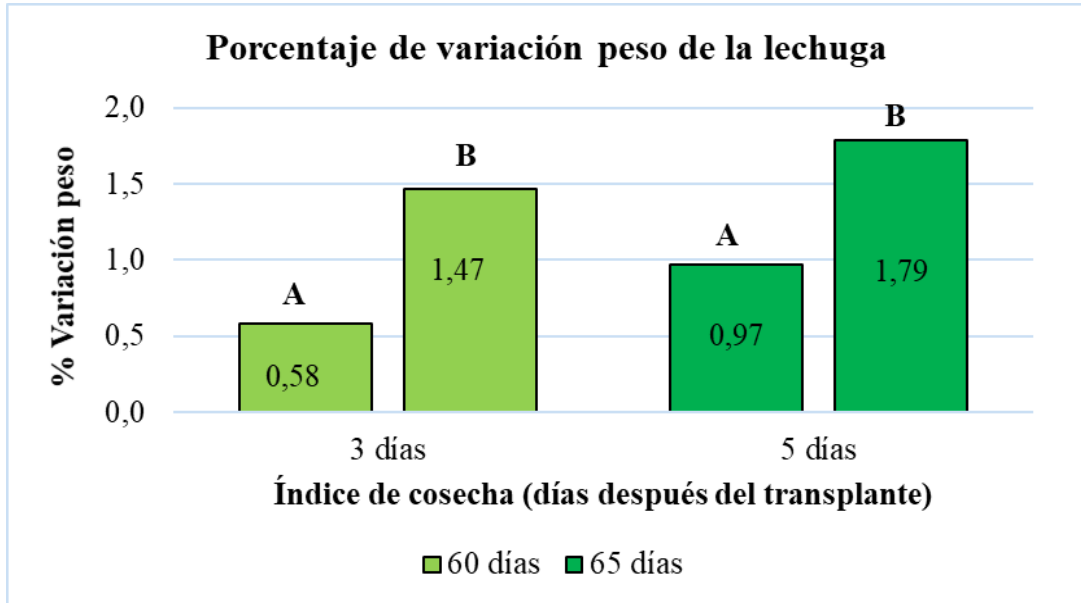
En la prueba Tukey al 5% para el factor dosis a los 3 y 5 días (Tabla 14), detectó cuatro rangos de significación estadística, en la cual la dosis 4 (6 ml), presentó el menor porcentaje de variación de peso con 0,35 y 0,81%, respectivamente; mientras que en el último rango se ubicó la dosis 1 (0 ml) que presentó el mayor porcentaje variación de peso con 1,24 y 2,32 %, respectivamente (Gráfico 4). Por lo que los resultados obtenidos conciertan con lo estipulado (Masabanda, 2023) donde menciona que la aplicación del biofertilizante fertibacter en dosis altas como 2 y 4 ml, en el cultivo de cultivo de maíz (*Zea mays L.*) presentan promedios de peso con un valor de 380 gramos, cómo también (Lutuala, 2024) indica que la (dosis 4 6ml) se obtuvieron promedios de 519,88 gramos superando así a las diferentes dosis dentro de la investigación.

**Tabla 16.** Prueba DMS al 5% para porcentaje de variación de peso en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Índice	3 días		5 días	
	% Variación peso	Rangos de significación	% Variación peso	Rangos de significación
60 días	0,58	A	1,47	A
65 días	0,97	B	1,79	B

**Elaborado por:** Rocha Liliana

**Gráfico 5.** Porcentaje de variación de peso para el factor A (Índice de cosecha) a los 3 y 5 días.



**Elaborado por:** Rocha Liliana

En la prueba DMS al 5% para índice a los 3 y 5 días (Tabla 16), detectó dos rangos de significación estadística, ubicándose en el primer rango el índice 1 (60 días) con valores de 0,58 % a los 3 días y 1,47 % a los 5 días. En el segundo rango se ubicó el índice 2 (65 días) que presentó 0,97 % para los 3 días y 1,79 % a los 5 días (Gráfico 5).

Por lo que concuerda con lo mencionado (Bonilla, 2010) en su investigación, que la mayor eficacia en poscosecha se logró con plantas cosechadas a los 60 días, mientras que las recolectadas después de su tiempo estipulado presentaron el 45 % pérdida de peso y menor calidad visual durante el almacenamiento, lo cual la planta ingresa a una fase de senescencia fisiológica, lo que extiende la transpiración, oxidación de tejidos, y pérdida de turgencia, factores principales que aceleran la pérdida de masa vegetal.

**Tabla 17.** Prueba Tukey al 5% para la interacción dosis por frecuencia en porcentaje de variación de peso en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Dosis	Frecuencia	3 días		5 días	
		% Variación peso	Rangos de significación	% Variación peso	Rangos de significación
6ml	7	0,33	A	0,81	A
6ml	15	0,37	AB	0,82	A
4 ml	7	0,54	BC	1,39	B

4 ml	15	0,65	CD	1,60	B
2ml	7	0,82	DE	1,60	B
0ml	15	0,97	EF	2,11	C
2ml	7	1,03	F	2,20	CD
0 ml	15	1,50	G	2,52	D

**Elaborado por:** Rocha Liliana

En la prueba Tukey al 5% para la interacción dosis por frecuencia (Tabla 15) a los 3 y 5 días, detectó 8 y 5 rangos de significación estadística, respectivamente; ubicándose en el primer rango la dosis 4 (6 ml) con la frecuencia 1 (7 días) con el 0,33 % mientras que para la frecuencia 2 (15 días), muestra el 1,50 % de pérdida de peso respectivamente. Por lo que concuerda con lo estipulado (Lutuala, 2024), que la aplicación del biofertilizante Fertibacter a los (7 días) menciona que es más beneficioso porque actúa desde su etapa inicial, presentando un valor promedio elevado a los diferentes tratamientos de la variable peso con 551,2 gramos y la dosis 4(6ml) con 519,88 gr dentro de su investigación.

**Tabla 18.** Prueba Tukey al 5% para la interacción índice por dosis en porcentaje de variación de peso en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Índice	Dosis	% Variación peso			
		3 días	Rangos de significación	5 días	Rangos de significación
60	6 ml	0,30	A	0,80	A
60	6 ml	0,40	AB	0,83	A
65	4 ml	0,52	BC	1,44	B
60	2 ml	0,65	CD	1,68	BC
65	4 ml	0,67	CD	1,55	B
65	0 ml	0,85	D	1,98	CD
65	2 ml	1,20	E	2,12	D
65	0 ml	1,62	F	2,65	E

**Elaborado por:** Rocha Liliana

En la prueba Tukey al 5% para la interacción índice por dosis (Tabla 16) a los 3 y 5 días, detectó 7 y 6 rangos de significación estadística, respectivamente. En el primer rango se ubicó el índice 1 (60 días) y el índice 2 (65 días) con la dosis 4 (6 ml) con 0,30 a 0,40% a los 3 días, y de 0,80 a 0,83% a los 5 días. En cambio, que en el último rango se ubicaron el índice 2 (65 días) con las dosis 1 (0 ml) y dosis 2 (2 ml) con 1,20 a 1,62% a los 3 días y de 2,12 a 2,65% a los 5 días respectivamente, los datos corroboran con lo mencionado en su investigación (Lutuala, 2024) que la dosis 4 (6 ml) arrojaron valores superiores a las diferentes dosis con un promedio de 519,88 gr de la variable peso, como también (Bonilla, 2010), indicaba que dentro de sus análisis la mayor eficacia en poscosecha se logró con plantas cosechadas a los 60 días, mientras que las recolectadas después de su tiempo estipulado presentaron el 45 % pérdida de peso y menor calidad visual durante el almacenamiento .

**Tabla 19.** Prueba DMS al 5% para la interacción índice por frecuencia en porcentaje de variación de peso en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Índice	Frecuencia	3 días	
		% Variación peso	Rangos de significación
60	7	0,56	A
60	7	0,61	A
65	15	0,91	B
65	15	1,04	C

**Elaborado por:** Rocha Liliana

En la prueba DMS al 5% para la interacción índice por frecuencia (Tabla 17) a los 3 días, detectó 3 rangos de significación estadística, ubicándose en el primer rango el índice 1 (60 días) por la frecuencia 1 (7 días) y frecuencia 2 (15 días) con valores de 0,56 y 1,40 %, a los 3 y 5 días, mientras que en el índice 2 (65 días) por la frecuencia 2 (15 días), presentó el mayor porcentaje de variación de peso, con 1,04 y 1,76 %.

Los datos mencionados corroboran con la investigación de (Bonilla, 2010), lo cual menciona que dentro de sus análisis la mayor eficacia de poscosecha se logró con plantas cosechadas a los 60 días, mientras que las recolectadas después de su tiempo estipulado presentaron el 45

% pérdida de peso y menor calidad visual durante el almacenamiento y (Lutuala, 2024) & (Chiluisa, 2024) que la aplicación del biofertilizante Fertibacter a los (7 días) no solo ayudo en el desarrollo de las plántulas y rendimiento en campo, sino que también favoreció variables como peso de la lechuga con (519.88 g), formación del repollo, y perímetro ecuatorial, lo que indica menor pérdida de masa vegetal y mejor desarrollo estructural.

**Tabla 20.** Prueba Tukey al 5% para la interacción índice por dosis por frecuencia en porcentaje variación de peso en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Índice	Dosis	Frecuencia	3 días		5 días	
			% Variación peso	Rangos de significación	% Variación peso	Rangos de significación
60	6 ml	7	0,29	A	0,78	A
60	6 ml	7	0,32	A	0,81	A
60	6 ml	15	0,37	A	0,84	A
60	6 ml	7	0,43	AB	0,83	A
60	4 ml	7	0,46	ABC	1,48	BC
65	4 ml	15	0,59	ABC	1,41	AB
60	2 ml	15	0,6	ABC	1,84	CD
65	4 ml	7	0,62	ABCD	1,3	AB
65	2 ml	7	0,71	BCDE	1,52	BCD
65	4 ml	15	0,72	BCDE	1,8	BCD
65	0 ml	7	0,77	CDE	1,82	BCD
65	0 ml	15	0,93	DE	2,14	DE
65	2 ml	7	0,94	DE	1,69	BCD
65	0 ml	15	1,01	E	2,09	CDE
65	2 ml	15	1,47	F	2,56	E



I x F 1 0,28 0,9014 n.s. 3,24 0,683 n.s. 0,02 0,977 n.s. D x F 3 20,8 0,3312 n.s. 19,32 0,398 n.s. 22,1 0,3235 n.s.  
I x D x F 3 18,17 0,3913 n.s. 17,04 0,454 n.s. 17,94 0,4163 n.s.

			19,16	18,54
	38,08		36,71	34,28
	11,07		11,92	12,56
Error	45	17,76		
Promedios (%)				
CV (%)				

**Elaborado por:** Rocha Liliana

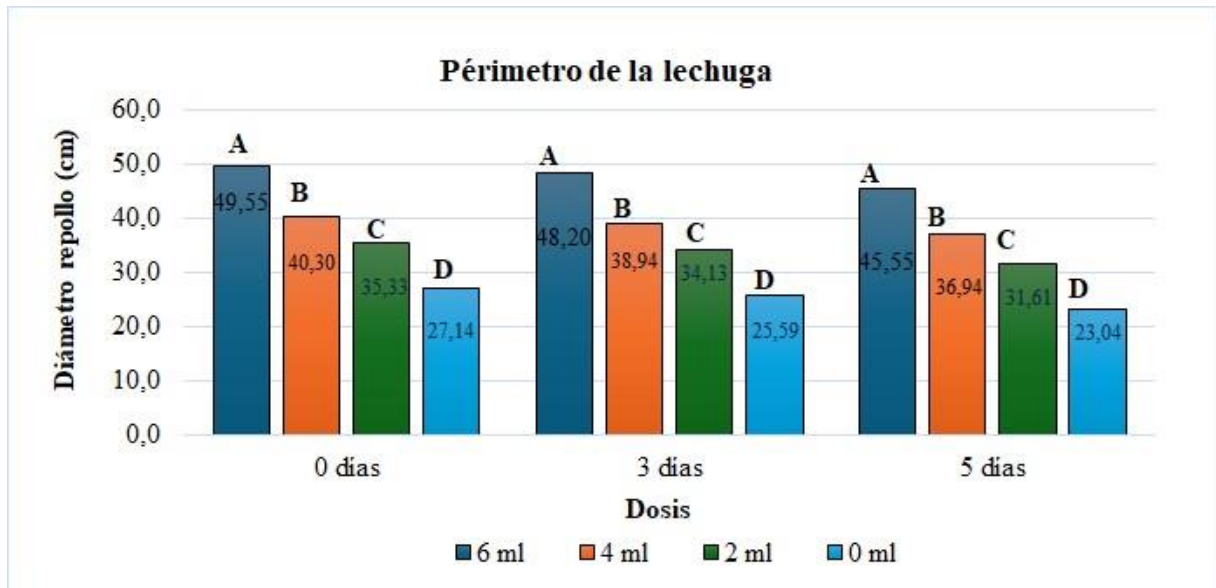
En el análisis de varianza para la variable perímetro del repollo indica que a los 0 días, el perímetro promedio del repollo fue de 38,08 cm, manteniendo este comportamiento a los 3 días) con un promedio de 36,71 cm y a los 5 días con 34,28 cm. Los datos mencionados concuerdan con lo corroborado (Lutuala, 2024), donde los datos estadísticos exponen que el biofertilizante fertibacter si genera diferencia significativa en cada análisis, donde este comportamiento se atribuye a la acción de los microorganismos como *Pseudomonas spp.*, *Azospirillum spp.* y *Bacillus subtilis*, que desarrollan en cada cultivo o análisis de investigación.

**Tabla 21.** Prueba Tukey al 5% y para el factor dosis en diámetro del repollo en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Dosis	0 días		3 días		5 días	
	Diámetro (cm)	Rangos de significación	Diámetro (cm)	Rangos de significación	Diámetro (cm)	Rangos de significación
6 ml	49,55	A	48,20	A	45,55	A
4 ml	40,30	B	38,94	B	36,94	B
2 ml	35,33	C	34,13	C	31,61	C
0 ml	27,14	D	25,59	D	23,04	D

**Elaborado por:** Rocha Liliana

**Gráfico 6.** Perímetro de repollo para el factor B (Dosis de Fertibacter) a los 0, 3 y 5 días.



**Elaborado por:** Rocha Liliana

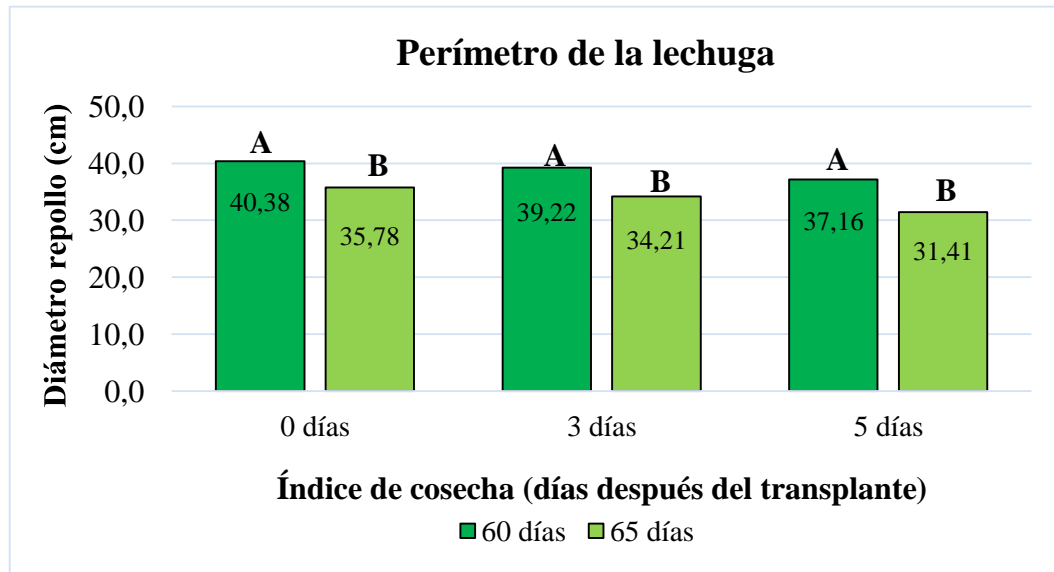
En la prueba de Tukey al 5% para dosis a los 0, 3 y 5 días (Tabla 22), detectó cuatro rangos de significación estadística, ubicándose en el primer rango la dosis 4 (6 ml), con el mayor perímetro al (0 días) con 49,55 cm a los (3 días), 48,20 cm a los (5 días), 45,55 cm mientras que la dosis 1 (0 ml) presentó el menor perímetro de repollo con al (0 días) 27,14 cm, al (3 días), 25,59 cm y al (5 días), 23,04 cm, respectivamente (Gráfico 6). Los resultados obtenidos concuerdan con lo estipulado (Lutuala, 2024) y (Iza, 2018) que sus respectivas investigaciones muestran que aplicar en dosis altas fertibacter se obtiene diámetros o perímetros elevados a dosis menores, donde la dosis 4 (6 ml) con un valor de 15,95 cm en lechuga y 2,8 cm de maíz respectivamente.

**Tabla 22.** Prueba de DMS al 5% para perímetro del repollo en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Índice	0 días		3 días		5 días	
	Diámetro	Rangos de significación	Diámetro	Rangos de significación	Diámetro	Rangos de significación
60 días	40,38	A	39,22	A	37,16	A
65 días	35,78	B	34,21	B	31,41	B

**Elaborado por:** Rocha Liliana

**Gráfico 7.** Perímetro de repollo para el factor A (Índice de cosecha) a los 0, 3 y 5 días.



**Elaborado por:** Rocha Liliana

En la prueba DMS al 5% para índice de cosecha a los 0, 3, 5 (Tabla 23), se observó que el índice de cosecha a los 60 días presentó los mayores perímetros: 40,38 cm (0 días), 39,22 cm (3 días) y 37,16 cm (5 días), ubicándose en el primer rango; mientras que el índice de cosecha a los 65 días los valores fueron menores: 35,78 cm, 34,21 cm y 31,41 cm, ubicándose así segundo rango (Gráfica 7). Los datos expuestos corroboran con ciertas investigaciones realizadas con el biofertilizante Fertibacter como por ejemplo (Chinacalle, 2014) menciona que la aplicación mejoró significativamente el comportamiento en poscosecha a reducir la pérdida de peso y mantener un perímetro foliar durante el almacenamiento, alcanzando perímetros foliares superiores a 39 cm, además (Guano, 2025) menciona que su perímetro ecuatorial más elevado fue de 43,72 cm en el índice de cosecha a los 60 días, en el cultivo de lechuga.

**Tabla 23.** Prueba de Tukey al 5% para la interacción índice por dosis en perímetro del repollo en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Índice	Dosis	0 días		3 días		5 días	
		Perímetro (cm)	Rangos de significación	Perímetro (cm)	Rangos de significación	Perímetro (cm)	Rangos de significación
60	6ml	53,90	A	52,83	A	50,28	A
65	6ml	45,20	B	43,58	B	40,83	B
60	4ml	44,98	B	43,80	B	42,65	B
60	2ml	35,83	C	34,98	C	32,63	C
65	4ml	35,63	C	34,08	C	31,23	C

65	2ml	34,83	C	33,28	C	30,60	C
65	0ml	27,48	D	25,90	D	22,98	D
60	0ml	26,80	D	25,28	D	23,10	D

---

**Elaborado por:** Rocha Liliana

En la prueba de Tukey al 5 % para la interacción índice por dosis (Tabla 24), se observa que el mayor perímetro ecuatorial se obtuvo con la dosis 4 con (6 ml) del biofertilizante fertibacter junto con el índice de cosecha a los (60 días), alcanzando un perímetro de 53,90 cm al (0 día), con 52,83 cm al (día 3) y con 50,28 cm al (día 5), ubicándose así en el primer rango; mientras que los tratamientos con la dosis 4 (6 ml) a los (65 días) y con la dosis 3 (4 ml) a 60 días, muestran valores entre 45,20 cm y 39,80 cm ubicándose así en el segundo rango. Los diferentes datos ya mencionados anteriormente concuerdan con lo indagado por (Chinacalle, 2014) menciona que la aplicación mejoró significativamente el comportamiento en poscosecha a reducir la pérdida de peso y mantener un perímetro foliar durante el almacenamiento, alcanzando perímetros foliares superiores a 39 cm, además (Guano, 2025) menciona que su perímetro ecuatorial más elevado fue de 43,72 cm en el índice de cosecha a los 60 días, como también (Lutuala, 2024) y (Iza, 2018) muestran que aplicar en dosis altas fertibacter se obtiene diámetros o perímetros elevados a dosis menores, donde la dosis 4 (6 ml) con un valor de 15,95 cm en lechuga y 2,8 cm de maíz respectivamente.

#### **10.4 Altura del repollo**

En el ADEVA (Tabla 25) se observó a los 0, 3 y 5 días significancia y alta significancia estadística para los factores índice, dosis y la interacción índice por dosis, adicionalmente se observó significancia estadística para repeticiones a los días 0 y 3; que nos indica que en las repeticiones no existió uniformidad de altura de plantas. El factor frecuencia y las interacciones índices por frecuencia, dosis por frecuencia y índice por dosis por frecuencia no presentaron significancia estadística. El promedio general del experimento al día 0 fue de 15,33 cm, 14,11 cm para el día 3 y de 12,59 cm para el día 5, con coeficientes de variación entre 7,48 a 9,63% respectivamente; que resulta ser bueno para este tipo de investigación.

**Tabla 24.** ADEVA para altura del repollo en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Fuentes de variabilidad	Grados de Libertad	0 días		3 días		5 días	
		Cuadrados Medios	p-valor	Cuadrados Medios	p-valor	Cuadrados Medios	p-valor
Total	63						
Repeticiones	3	3,77	0,047 *	5,12	0,015 *	3,49	0,071 n.s.
Dosis (D)	3	99,38	<0,0001 **	72,6	<0,0001 **	60,29	<0,0001 **
Frecuencia (F)	1	4,73	0,064 n.s.	4,62	0,067 n.s.	2,25	0,210 n.s.
Índice (I)	1	123,77	<0,0001 **	106,09	<0,0001 **	76,56	<0,0001 **
I x D	3	5,99	0,007 *	7,33	0,002 **	5,03	0,020 *
I x F	1	0,11	0,778 n.s.	0,01	0,931 n.s.	0,02	0,899 n.s.
D x F	3	0,82	0,605 n.s.	1,39	0,377 n.s.	1,77	0,295 n.s.
I x D x F	3	1,17	0,453 n.s.	1,7	0,288 n.s.	1,85	0,276 n.s.
Error	45	1,31		1,31		1,39	
Promedios (cm)		15,33		14,11		12,59	
CV (%)	7,48			8,13		9,63	

**Elaborado por:** Rocha Liliana

En el análisis de varianza para la variable altura del repollo, indica que sí existe significancia estadística en los factores en estudio, mediante diferentes registros de datos, donde al (0 días)

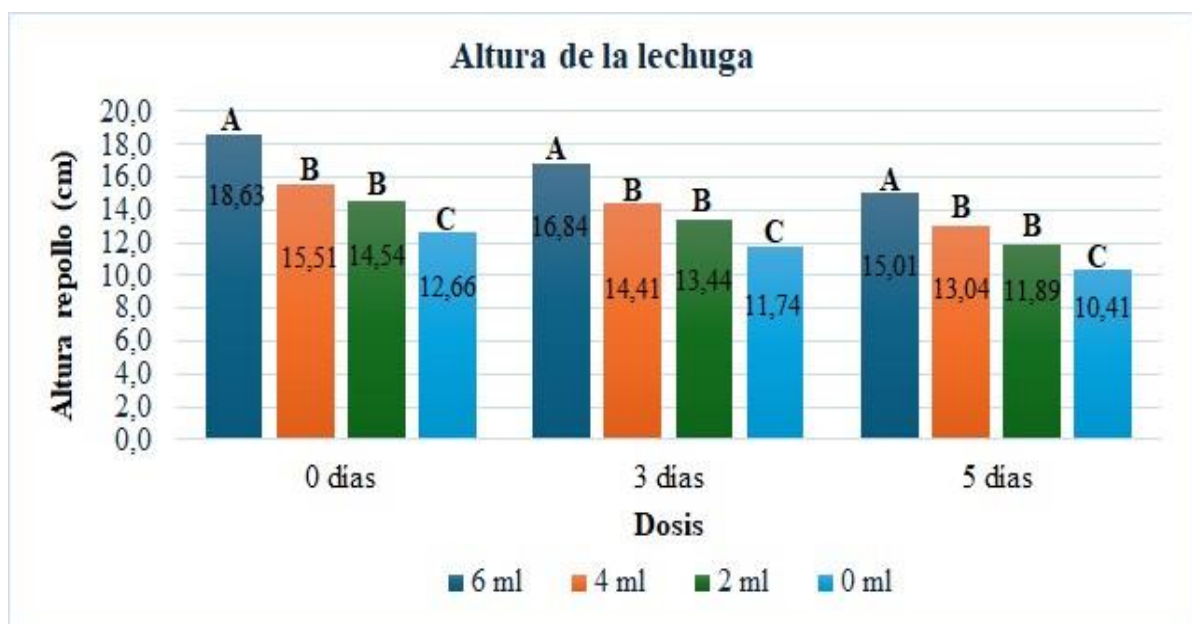
15,33 cm a los (3 días), 14,11 cm a los (5 días) y 12,59 cm, con coeficientes de variación entre 7,48 % y 9,63 %. Es importante tener en cuentas que varios estudios corroboran con los datos ya mencionados, donde indica que aplicar el biofertilizante fertibacter no solo brinda grandes estrategias de cuidado en campo más bien aplicarlos en frecuencias de edad temprana de la plántula y dosis altas mejora el desarrollo estructural del cultivo y su comportamiento durante el proceso de poscosecha, obteniendo rendimientos de (10.520 kg/ha) y medida del repollo (30 cm) respectivamente.

**Tabla 25.** Prueba de Tukey al 5% y para el factor dosis en altura del repollo en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Dosis	0 días		3 días		5 días	
	Altura (cm)	Rangos de significación	Altura (cm)	Rangos de significación	Altura (cm)	Rangos de significación
6ml	18,63	A	16,84	A	15,01	A
4ml	15,51	B	14,41	B	13,04	B
2ml	14,54	B	13,44	B	11,89	C
0ml	12,66	C	11,74	C	10,41	D

**Elaborado por:** Rocha Liliana

**Gráfico 8.** Altura de repollo para el factor B (Dosis de Fertibacter) a los 3 y 5 días.



**Elaborado por:** Rocha Liliana

En la prueba de Tukey al 5 % para dosis de Fertibacter (Tabla 26), detectó tres rangos de significación estadística, ubicándose en el primer rango la dosis 4 (6 ml), con la mayor altura del repollo con 18,63 cm al (día 0), 16,84 cm al (día 3) y 15,01 cm al (día 5), ubicándose en el primer rango de significación estadística; mientras que la dosis 3 con (4ml) y la dosis 2 (2ml) ubicándose en el segundo rango, respectivamente la dosis 1 con (0 ml) se ubicó en el último rango con valores bajos al (0 días) con 12,66 cm, al (3 días) con 11,74 cm y 10,41 cm, (5 días) (Gráfico 8). Estos resultados coinciden con los datos, mencionado en la investigación de (Asmal, 2024), que evaluó el efecto de Fertibacter en (*Brassica oleracea var. Capitata*), lo cual indica que la dosis de 7,5ml/planta se observó valores con un promedio de (19,5 cm), con diferencias estadísticas significativas respecto al tratamiento testigo con (14,6cm) de altura del repollo, lo que muestra que la aplicación de fertibacter en dosis altas mejora el desarrollo estructural y contribuye a conservar su característica física del producto.

**Tabla 26.** En la prueba de DMS al 5% para altura del repollo en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

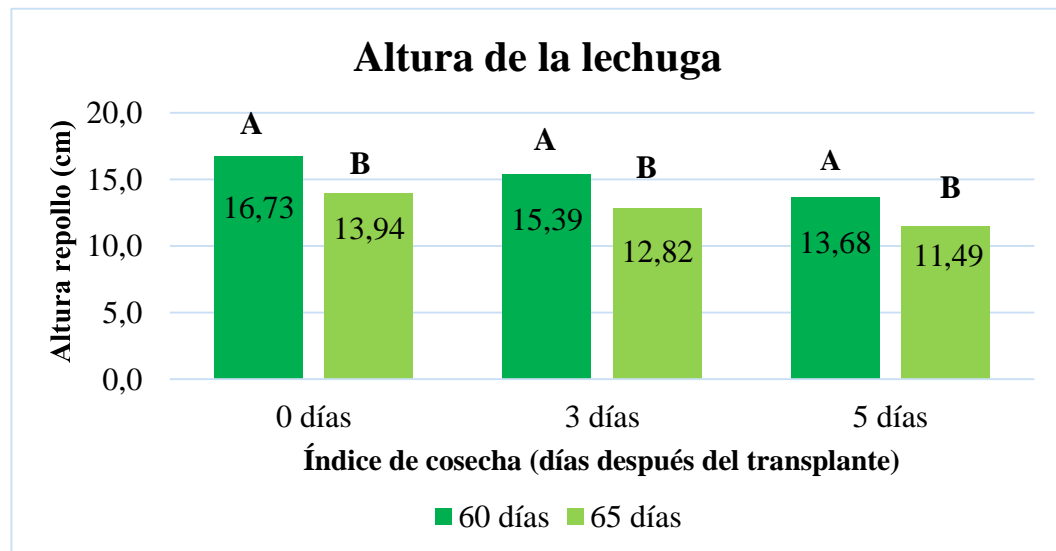
Índice	0 días		3 días		5 días	
	Altura (cm)	Rangos de significación	Altura (cm)	Rangos de significación	Altura (cm)	Rangos de significación
60	16,73	A	15,39	A	13,68	A
65	13,94	B	12,82	B	11,49	B

**Elaborado por:** Rocha Liliana

**Gráfico 9.** *Altura de repollo para el factor A (Índice de cosecha) a los 0, 3 y 5 días.*

**Elaborado por:** Rocha Liliana

En la prueba de DMS al 5 %, se observó que los índices de cosecha a los 0, 3 y 5 días en la (Tabla 27) se identificaron dos rangos con significancia estadística, en el índice de cosecha a los 60 días donde muestra valores de 16,73 cm, 15,39 cm y 13,68 cm alturas de repollo, ubicándose en el primer rango, mientras que el índice de cosecha 2 a los 65 días mostró alturas menores de 13,94 cm, 12,82 cm y 11,49 cm, así ubicándose en el segundo rango (Gráfica 9). Esto confirma que la cosecha se lo debe realizar en su índice cronológico de cosecha para de esa manera poder conservar un mejor el tamaño y la estructura del cultivo durante el proceso de poscosecha. Estos resultados concuerdan con la investigación de (Guano, 2025) ,donde muestra que en su índice de cosecha a los 60 días obtiene el 18,8 cm de altura del repollo, además (Tierra, 2023),quien analizó pérdidas poscosecha en hortalizas en Chimborazo en su estudio, determina que el tiempo de cosecha si influye directamente en la conservación física del producto, por lo que después existe pérdidas de firmeza, altura y peso durante el almacenamiento de poscosecha.



**Tabla 27.** En la prueba de Tukey al 5% para la interacción índice por dosis en altura del repollo en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Índice	dosis	0 días	3 días	5 días
--------	-------	--------	--------	--------

		Altura (cm)	Rangos de significación	Altura (cm)	Rangos de significación	Altura (cm)	Rangos de significación
60	6ml	19,30	A	17,43	A	15,50	A
65	6ml	17,95	AB	16,25	AB	14,53	A
60	4ml	17,05	B	15,95	AB	14,30	A
60	2ml	16,68	B	15,55	B	13,68	A
65	4ml	13,98	C	12,88	C	11,78	B
65	0ml	13,88	C	12,65	C	11,25	BC
65	2ml	12,40	CD	11,33	CD	10,10	BC
65	0ml	11,45	D	10,83	D	9,58	C

**Elaborado por:** Rocha Liliana

En la prueba de Tukey al 5 % para la interacción índice por dosis (Tabla 28), se detectó seis rangos de significancia para los días 0 y 3, y cuatro rangos para el (día 5); en el primer rango correspondió al índice 1 (60 días) y al índice 2 (65 días) con la dosis 4 (6 ml), registrando las mayores alturas, en cambio, el último rango se conformó por el índice 2 (65 días) con las dosis 1 (0 ml) y dosis 2 (2 ml), que presentaron las menores alturas. Los datos mencionados corroboran con lo mencionado ciertas investigaciones como (Guano, 2025), muestra que en su índice de cosecha a los 60 días obtiene el 18,8 cm de altura del repollo.

Coincidiendo así con lo estipulado (Tierra, 2023), quien analizó pérdidas poscosecha en hortalizas en Chimborazo mencionando que el tiempo de cosecha si influye directamente en la conservación física del producto, lo cual incide en la pérdida de firmeza, altura y peso durante proceso de manipulación o el almacenamiento de poscosecha. Sin embargo, (Asmal, 2024), quien evaluó el efecto de Fertibacter en (*Brassica oleracea var. Capitata*), indica que la dosis de 7,5ml/planta obtuvo valores con un promedio de (19,5 cm), con diferencias estadísticas, teniendo en cuenta que la aplicación de fertibacter en dosis altas mejora el desarrollo estructural y contribuye a conservar su característica física del producto.

### 10.5. Color del repollo

**Tabla 28.** Porcentajes de la variable color por índice HSL (Hue, Saturation, Lightness) y índice NSC (Sistema de Color Natural), por tratamiento a los 0,3 y 5 días en el comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca Sativa L.*) variedad Botiola con la aplicación de Biofertilizante Fertibacter en Salache, Latacunga. 2024.

Tratamiento	Frecuencia de aplicación	Dosis	Índice de Cosecha	Código	Color							
					Día 0	Día 3	HSL	NCS	Código	Día 5	HSL	NCS
1	7	D1	60 días	5GY 6/8			0,3%	98,9%	5GY 6/4		0,5%	98,5%
2	7	D2	60 días	5GY 6/6			0,36%	98,1%	5GY 6/4		0,5%	98,5%
3	7	D3	60 días	5GY 5/10			0,25%	99,3%	5GY 6/4		0,56%	98,5%
4	7	D4	60 días	5GY 5/8			0,3%	98,9%	5GY 7/6		0,56%	99,1%
5	15	D1	60 días	5GY 6/8			0,41%	98,7%	5GY 6/4		0,5%	98,5%
6	15	D2	60 días	5GY 6/6			0,36%	98,1%	5GY 6/4		0,5%	98,5%
7	15	D3	60 días	5GY 6/6			0,46%	97,7%	5GY 6/4		0,5%	98,5%
8	15	D4	60 días	5GY 5/8			0,3%	98,9%	5GY 6/4		0,5%	98,5%
9	7	D1	65 días	5GY 6/8			0,41%	98,7%	5GY 6/4		0,5%	98,5%

10	7	D2	65 días	5GY 6/6			0,46%	97,7%	5GY 7/10		0,42%	97,8%
11	7	D3	65 días	5GY 6/6			0,46%	97,7%	5GY 6/4		0,5%	98,5%
12	7	D4	65 días	5GY 5/8			0,3%	98,9%	5GY 6/4		0,5%	98,5%
13	15	D1	65 días	5GY 6/8			0,41%	98,7%	5GY 6/4		0,5%	98,5%
14	15	D2	65 días	5GY 6/6			0,46%	97,7%	5GY 6/4		0,5%	98,5%
15	15	D3	65 días	5GY 5/10			0,25%	99,3%	5GY 6/4		0,5%	98,5%
16	15	D4	65 días	5GY 5/8			0,3%	98,9%	5GY 6/4		0,5%	98,5%

En la Tabla 28, se observa que los datos obtenidos, presentan diferencia de color en cada registro de datos. Donde muestra que el mejor tratamiento en *NSC (Sistema de Color Natural)*, es el T3 con el código munsell 5GY 5/10 (D3:4ml, F1:7 días y I1: 60 días) con el 99,3 % de verde intenso, mientras que para *HSL (Hue, Saturation, Lightness)* el T7 con el código munsell 5GY 6/6 (D3:4ml, F2: 15 días y I1: 60 días) con el 0,46% de verde lima, a los 0 y 3 días, sin embargo en el registro de datos a lo 5 días el mejor tratamiento en *NSC (Sistema de Color Natural)*, es el T4 con el código munsell 5GY 7/6 (D4:6ml, F1: 7 días y I1: 60 días) y para *HSL (Hue, Saturation, Lightness)* con el 0,56 % de verde claro respectivamente.

Es importante recalcar que los repollos evaluados del cultivo de lechuga presentan cambios de color por registro de datos, mas no por índice de cosecha o por dosis de aplicación, todos los tratamientos presentan colores verdes claros y oscuros apreciados por la sociedad, pero generalmente los colores expuestos concuerdan con lo mencionado (Nieto, 2010) quien en su investigación evaluó el comportamiento de la uvilla ecotipo Golden Keniana dentro del proceso de poscosecha indicando que tanto frutos como hortalizas conservados en cuarto frío dieron mejores resultados que los tratamientos almacenados en el ambiente, lo cual indica que la pérdida de color es causada por la deshidratación de las hojas o la temperatura ambiente en la que se encuentra, lo que reduce la turgencia celular mostrando una apariencia marchita y pérdida del producto.

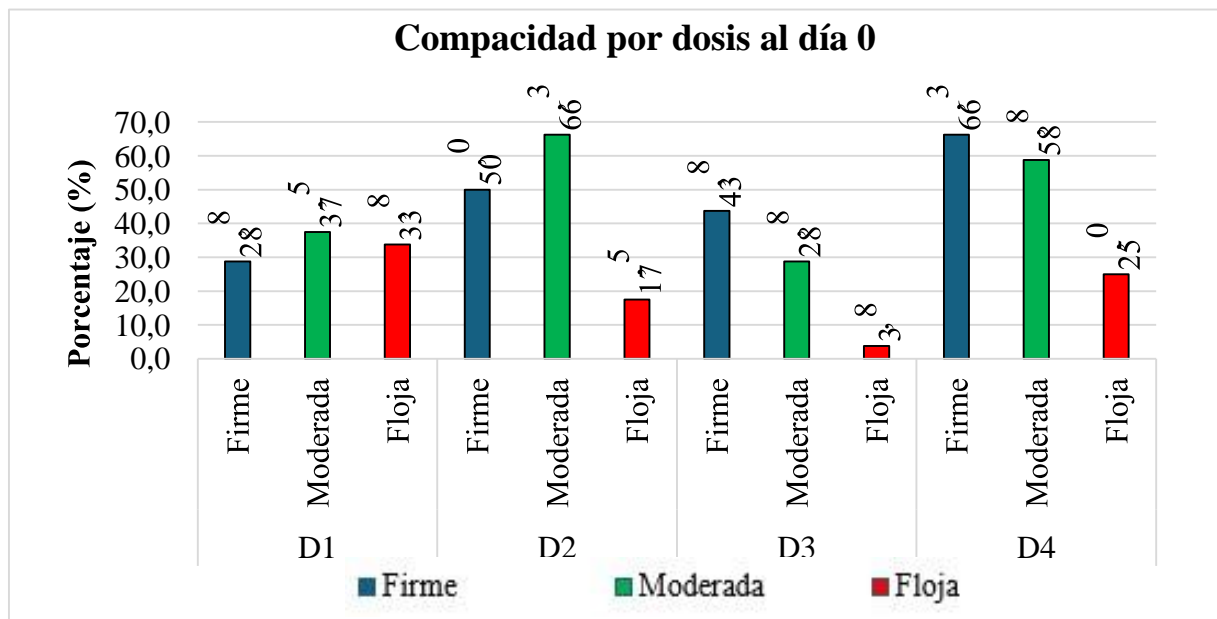
## 10.6. Compacidad

**Tabla 29.** Porcentaje promedio de categorías de compacidad por dosis durante 0 días en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Dosis	Escala	Día 0
D1	Firme	28,8
	Moderada	37,5
	Floja	33,8
D2	Firme	50,0
	Moderada	66,3
	Floja	17,5
D3	Firme	43,8
	Moderada	28,8
	Floja	3,8
D4	Firme	66,3
	Moderada	58,8
	Floja	25,0

**Elaborado por:** Rocha Liliana

**Gráfico 10.** Porcentajes de la variable compacidad al día 0 por Dosis de aplicación de Fertibacter



**Elaborado por:** Rocha Liliana

A partir de los resultados obtenidos en la (tabla 30), y los mismos representados en el gráfico 10, es evidente que, existe una relación en cuanto a la compacidad y la aplicación del biofertilizante Fertibacter. Se observó un efecto positivo en la lechuga (*Lactuca Sativa L.*), existiendo un alto porcentaje de firmeza para las dosis correspondientes a D2 y D4 (0 días), que logro alcanzar una firmeza del 66.3%, siendo esta la que obtuvo un mejor desempeño entre todas las demás.

Por otra parte, es importante conocer que el biofertilizante fertibacter, menciona que (INIAP, 2020) menciona que la absorción de nutrientes esenciales como nitrógeno y fósforo, elementos esenciales para que la hortaliza lechuga alcance una estructura firme, es por ello que se evidencia como dosis, con mayor concentración del biofertilizante aportaron en principio un porcentaje alto de estructuras firmes y moderadas, en comparación con la dosis testigo D1 la cual no incluía el biofertilizante.

**Tabla 30.** Porcentaje promedio de categorías de compacidad por dosis durante 3 días en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

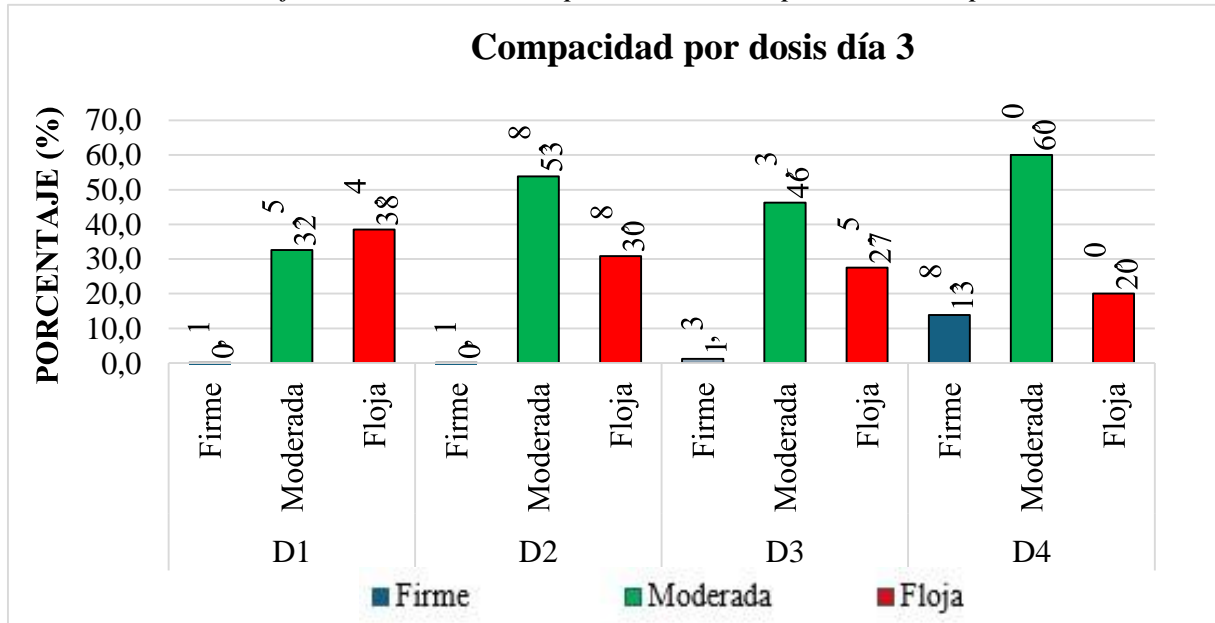
Dosis	Escala	Día 3
D1	Firme	0,1
	Moderada	32,5
	Floja	38,4
D2	Firme	0,1
	Moderada	53,8
	Floja	30,8
D3	Firme	1,3
	Moderada	46,3
	Floja	27,5
D4	Firme	13,8
	Moderada	60,0

Floja

20,0

Elaborado por: Rocha Liliana

Gráfico 11. Porcentajes de la variable compacidad al día 3 por Dosis de aplicación



Elaborado por: Rocha Liliana

Los resultados establecidos en la (Tabla 30) de compacidad correspondientes al día 3, se pudo observar una disminución drástica de la escala arbitraria firmeza, el cual las dosis que habían presentados porcentajes de estructuras firmes más altas es la dosis 4 con el 13,8 %. Por lo que se sugiere realizar correctas técnicas de conservación, durante la etapa de postcosecha como limpieza del producto, con el propósito de controlar el exceso de humedad.

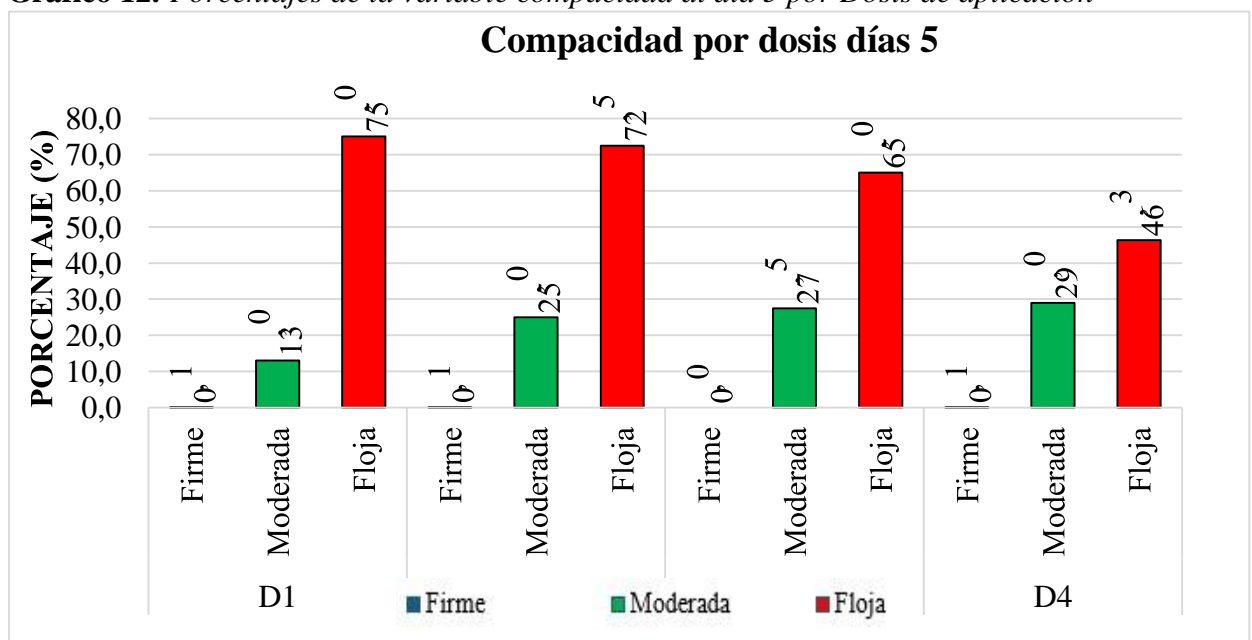
Durante la etapa de postcosecha de la lechuga, es fundamental reducir la actividad metabólica de la misma, lo que contribuye reducir el proceso de deterioración, lo cual mencionada (Tacaliti, 2024) que la pérdida de la firmeza no es causada exclusivamente por la actividad metabólica, sino también por la pérdida de agua entre la cosecha y comercialización del producto causada por la transpiración.

**Tabla 31.** Porcentaje promedio de categorías de compacidad por dosis durante 5 días en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Dosis	Escala	Día 5
D1	Firme	0,1
	Moderada	13,0
	Floja	75,0
D2	Firme	0,1
	Moderada	25,0
	Floja	72,5
D3	Firme	0,0
	Moderada	27,5
	Floja	65,0
D4	Firme	0,1
	Moderada	29,0
	Floja	46,3

Elaborado por: Rocha Liliana

**Gráfico 12.** Porcentajes de la variable compacidad al día 5 por Dosis de aplicación



Elaborado por: Rocha Liliana

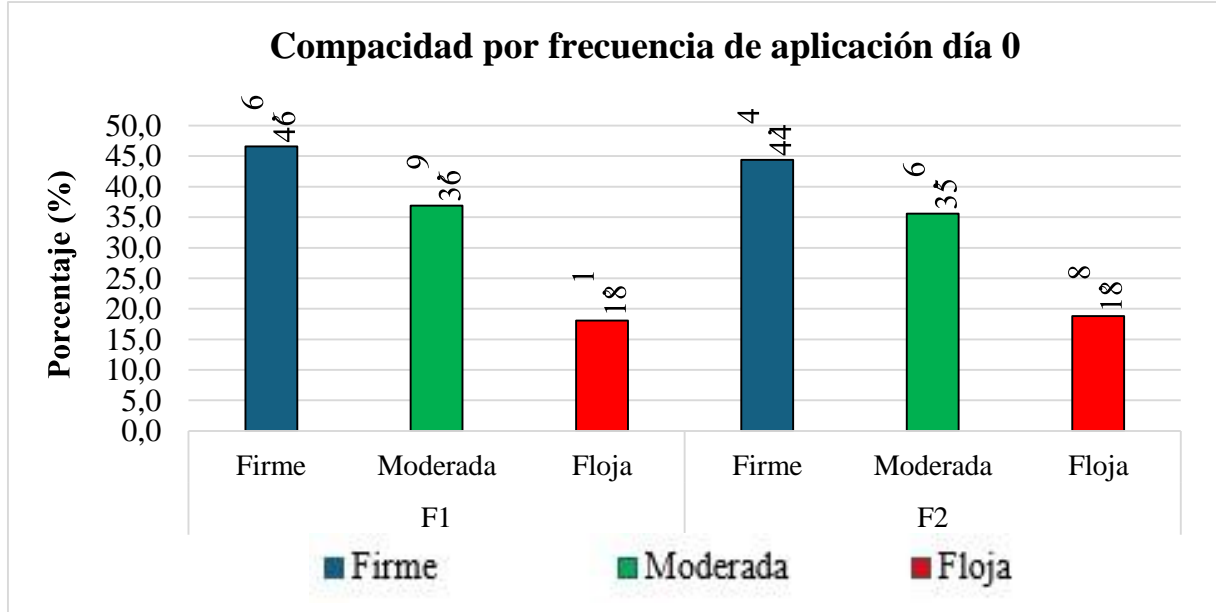
Finalmente, la pérdida de firmeza es total para el día 5, independientemente de la dosis suministrada de Fertibacter. Sin embargo, es destacable que la dosis correspondiente a D1 tiene el mayor porcentaje de estructura “floja”, recordando que la misma no se le suministro el biofertilizante, mientras tanto, la dosis correspondiente a D4, presento el menor porcentaje de estructura “floja”, en comparación con las demás dosis, recordando que para el día 0, la misma dosis se desempeñó mejor entre las demás, afianzando el papel del biofertilizante como contribuyente a efectos positivos en la lechuga (*Lactuca Sativa L.*).

**Tabla 32.** Porcentaje promedio de categorías de compacidad por frecuencia de aplicación durante 0 días en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

<b>Frecuencia de aplicación</b>	<b>Escala</b>	<b>Día 0</b>
F1	Firme	46,6
	Moderada	36,9
F2	Floja	18,1
	Firme	44,4
	Moderada	35,6
	Floja	18,8

**Elaborado por:** Rocha Liliana

**Gráfico 13.** Compacidad para el factor C (Frecuencia de aplicación de Fertibacter) a los 0 días



**Elaborado por:** Rocha Liliana

En la frecuencia de aplicación, consideramos dos casos, donde a los 7 días, correspondiente a la frecuencia F1, y la aplicación en la pilonera a los 15 días, correspondiente a la frecuencia F2 en la tabla 33 y gráfico 13, relacionamos este factor de estudio con la compacidad observada durante la etapa de postcosecha, indicando que para los factores de estudio frecuencia muestra el 46,6 % de la escala arbitraria firme.

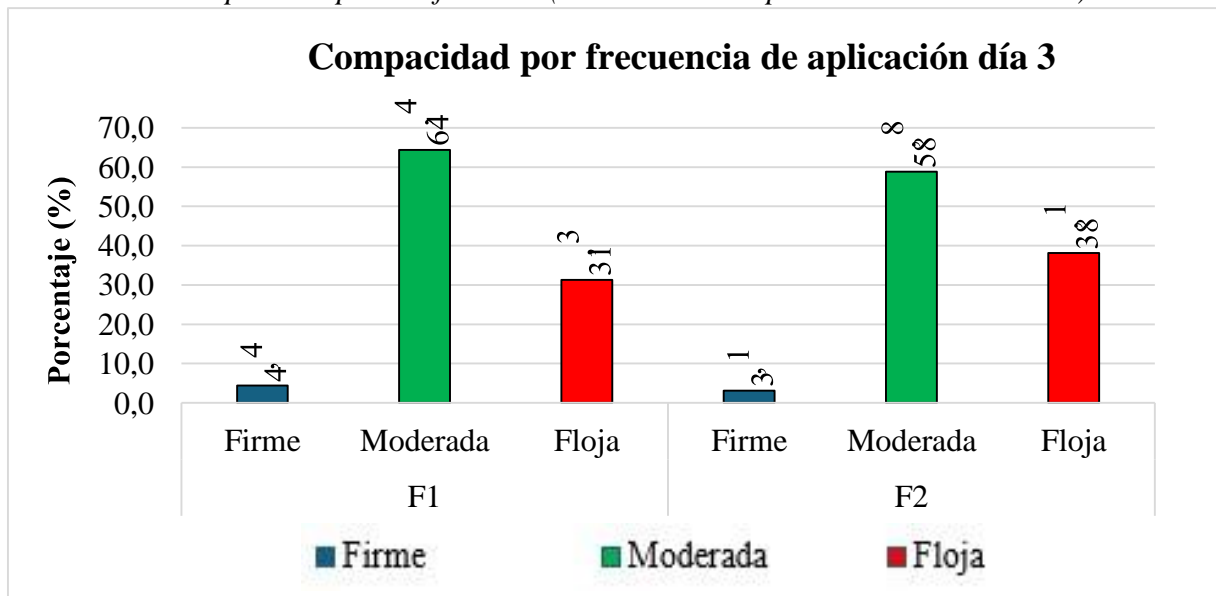
No obstante, existían variaciones considerables en la estructura de la lechuga en función de la dosis de biofertilizante suministrado, en contraste, si observamos la frecuencia tanto F1 como F2, es posible observar cómo los datos son consistentes en ambas frecuencias de aplicación, lo cual indica que fertibacter durante la etapa de crecimiento inicial de la lechuga (*Lactuca Sativa L.*), es fundamental, ya que ayuda a facilitar la absorción de nutrientes a temprana edad, contribuyendo así a estructuras “firmes” y “moderadas” durante la investigación.

**Tabla 33.** Porcentaje promedio de categorías de compacidad por frecuencia de aplicación durante 3 días en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Frecuencia de aplicación	Escala	Día 3
F1	Firme	4,4
	Moderada	64,4
	Floja	31,3
F2	Firme	3,1
	Moderada	58,8
	Floja	38,1

Elaborado por: Rocha Liliana

**Gráfico 14.** Compacidad para el factor C (Frecuencia de aplicación de Fertibacter) a los 3 días



Elaborado por: Rocha Liliana

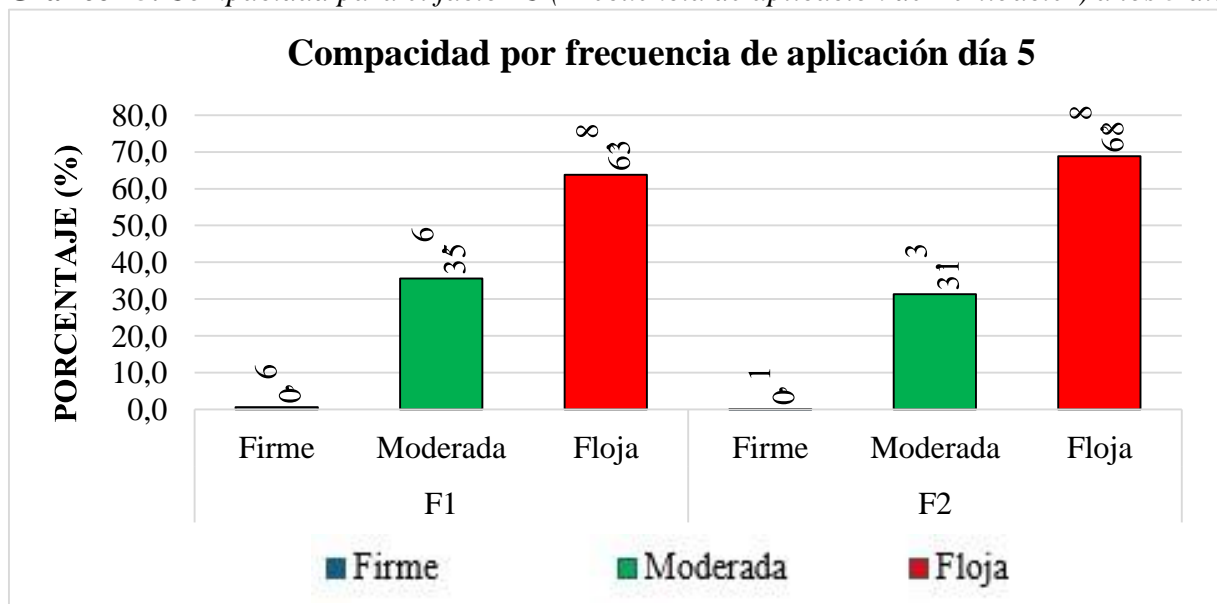
Como se ha descrito con anterioridad en la interpretación de resultados de compacidad por dosis, durante el día 3 de postcosecha la pérdida de firmeza es severa, alcanzando una reducción de la misma del 42.2% en el factor F1, y de hasta 41.3% para el factor F2. Evidenciando como la ausencia de técnicas de conservación pueden tener efectos negativos drásticos durante la etapa de postcosecha. Sin embargo, se conserva un porcentaje mayoritario de lechugas con compacidad moderada.

**Tabla 34.** Porcentaje promedio de categorías de compacidad por frecuencia de aplicación durante 5 días en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Frecuencia de aplicación	Escala	Día 5
F1	Firme	0,6
	Moderada	35,6
	Floja	63,8
F2	Firme	0,1
	Moderada	31,3
	Floja	68,8

Elaborado por: Rocha Liliana

**Gráfico 15.** Compacidad para el factor C (Frecuencia de aplicación de Fertibacter) a los 5 días



Elaborado por: Rocha Liliana

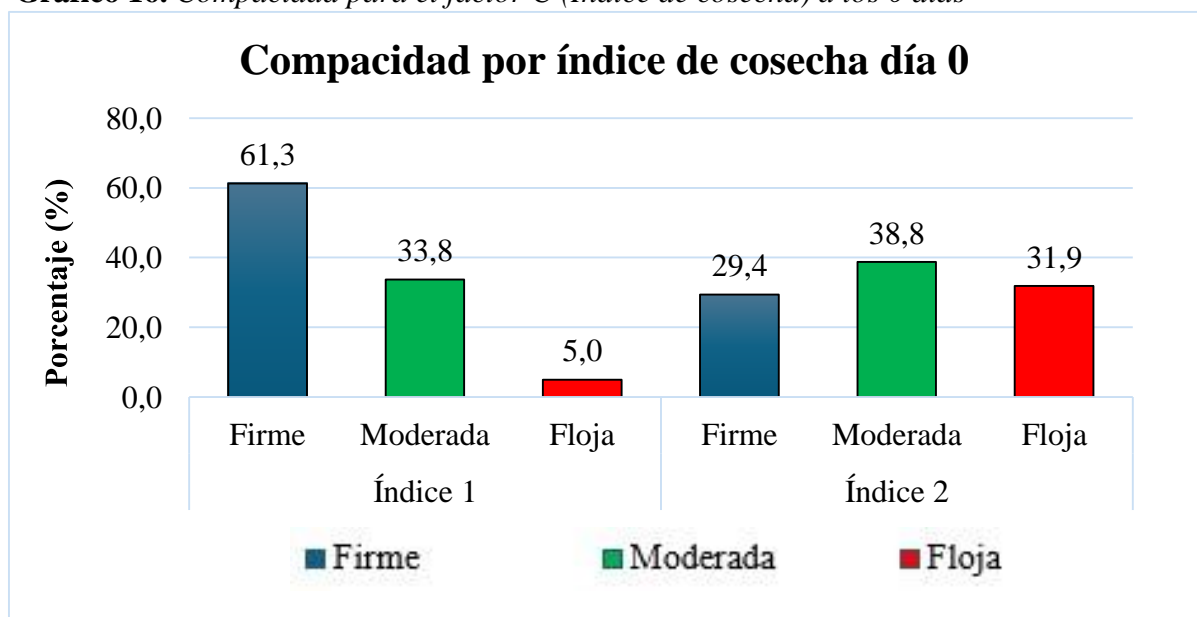
Para el registro de datos a los 5 días, se observa como la compacidad de la lechuga es mayoritariamente floja, evidenciando como en el rango de tiempo de 0 a 5 días, existe una disminución absoluta de la escala arbitraria firmeza en la lechuga (*Lactuca Sativa L.*), reflejando lo indispensable que es implementar técnicas de conservación durante la etapa de postcosecha para reducir principalmente la actividad metabólica y transpiración de la lechuga.

**Tabla 35.** Porcentaje promedio de categoría de compacidad por índice durante 0 días en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Índice de cosecha	Escala	Día 0
Índice 1	Firme	61,25
	Moderada	33,75
	Floja	5,00
Índice 2	Firme	29,38
	Moderada	38,75
	Floja	31,88

**Elaborado por:** Rocha Liliana

**Gráfico 16.** Compacidad para el factor C (Índice de cosecha) a los 0 días



**Elaborado por:** Rocha Liliana

Se entiende por índice de cosecha como el momento en el cual se recolecta el cultivo, en este contexto, para la discusión de resultados se tienen como factor de estudio el índice de cosecha

I1, el cual corresponde a 60 días, y el índice de cosecha I2, el cual corresponde a 65 días. Analizando los resultados obtenidos en la tabla 37, y el gráfico 33, podemos establecer que el índice de cosecha I1 presento una clara ventaja sobre el índice I2, señalando que el mejor momento para realizar la cosecha es a los 60 días, en base a los resultados obtenidos para el (día 0).

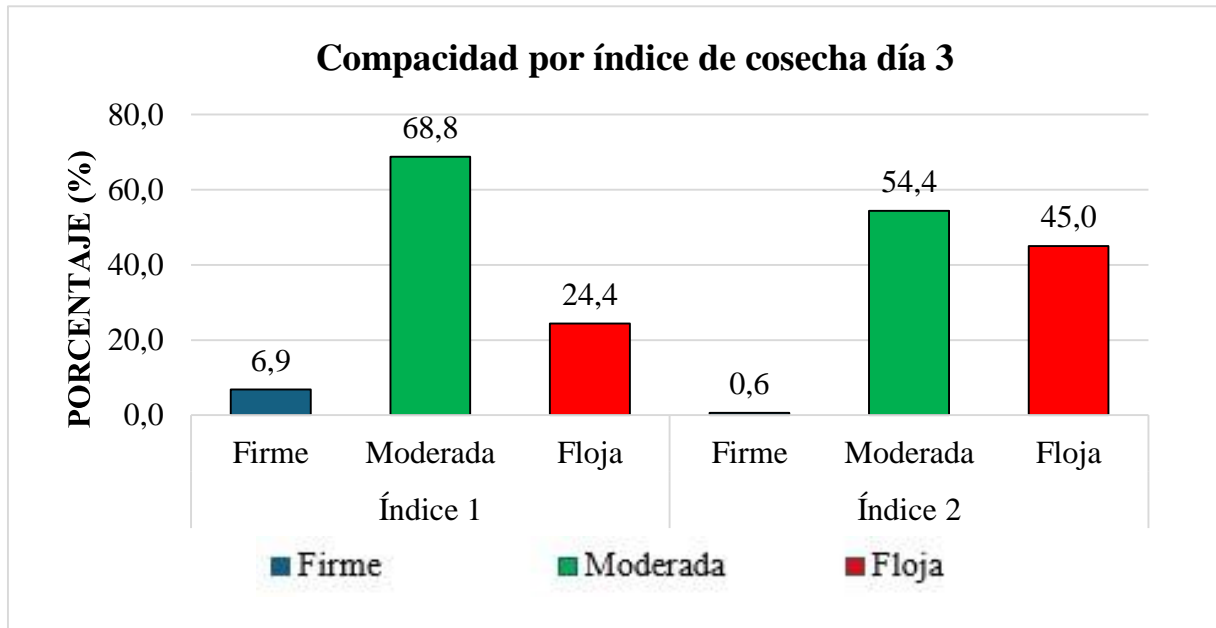
Realizar la cosecha a los 60 días demostró un porcentaje más alto de firmeza en la lechuga, representando el doble del porcentaje de firmeza ofrecida por el índice I2, este comportamiento lo podemos justificar a partir del estudio realizado por Martínez et al. (2022), los cuales estudiaron los cambios en las propiedades nutricionales en la etapa de postcosecha de las variaciones comerciales de lechuga, en donde los mismos destacan que, los productos con madurez avanzada suelen tener tasas altas de respiración, lo que se traduce directamente en un aumento de la tasa de deshidratación, contribuyendo así a pérdida de firmeza en la lechuga.

**Tabla 36.** Porcentaje promedio de categoría de compacidad por índice durante 3 días en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Índice de cosecha	Escala	Día 3
Índice 1	Firme	6,88
	Moderada	68,75
	Floja	24,38
Índice 2	Firme	0,63
	Moderada	54,38
	Floja	45,00

**Elaborado por:** Rocha Liliana

**Gráfico 17.** Compacidad para el factor C (Índice de cosecha) a los 3 días



**Elaborado por:** Rocha Liliana

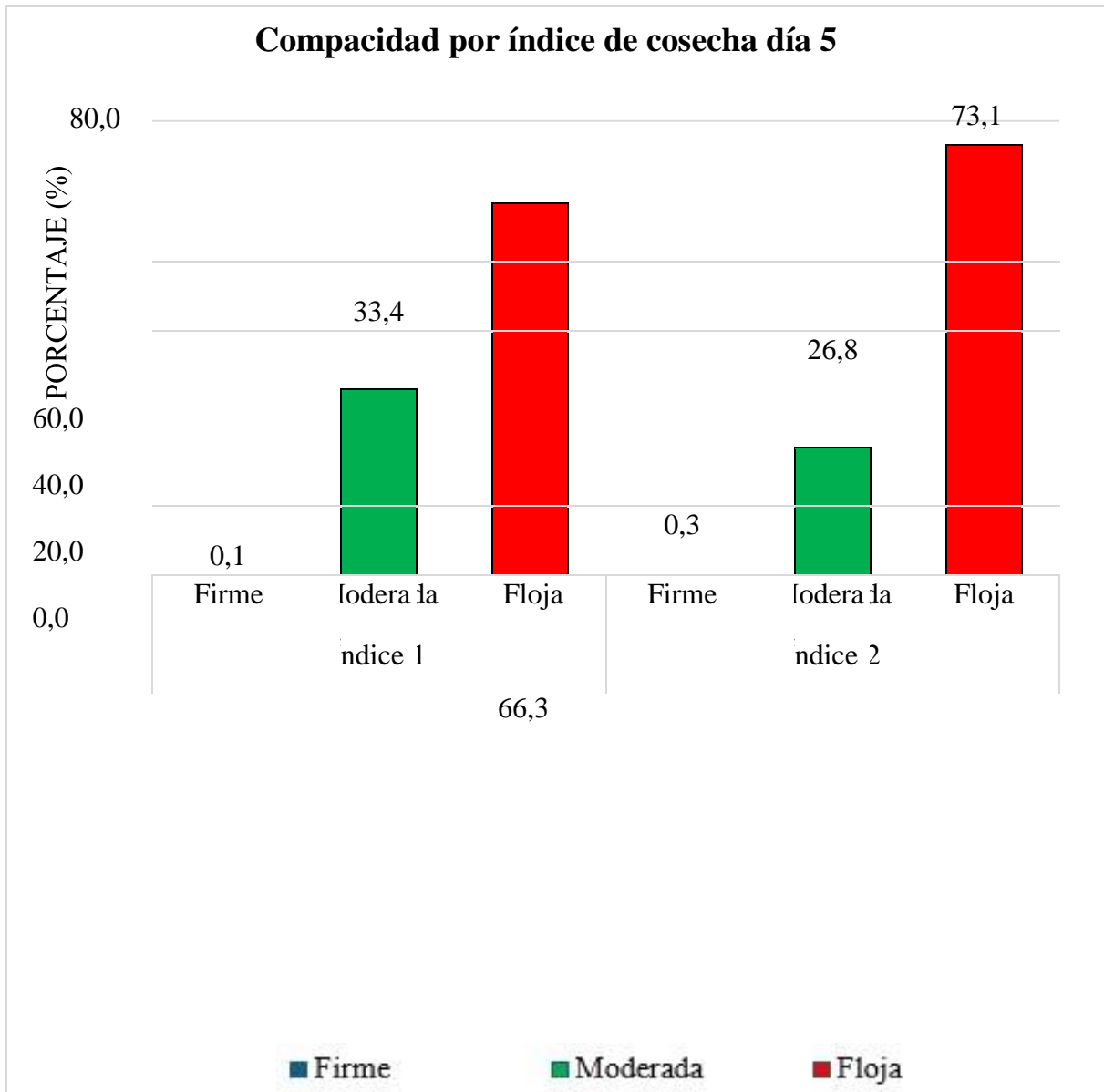
Como se puede observar a lo largo del análisis de resultados, días posteriores a la cosecha, ocurre una pérdida severa de firmeza en la lechuga. No obstante, existen variables que se desempeñan mejor en la pérdida de firmeza de la misma, como destacamos anteriormente, los ejemplares menos maduros representaron una menor pérdida de firmeza y una conservación de compacidad moderada para el día 3, en comparación el índice de cosecha I2, resaltando la ventaja de un índice sobre otro.

**Tabla 37.** Porcentaje promedio de categoría de compacidad por índice durante 5 días en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Índice de cosecha	Escala	Día 5
Índice 1	Firme	0,10
	Moderada	33,44
	Floja	66,25
Índice 2	Firme	0,31
	Moderada	26,80
	Floja	73,13

**Elaborado por:** Rocha Liliana

**Gráfico 18.** Compacidad para el factor C (Índice de cosecha) a los 5 días



**Elaborado por:** Rocha Liliana

Para el día 5, se evidenció en los demás factores de estudio, es inexistente la firmeza en los ejemplares, mostrando altos porcentajes de compacidad floja, y leves en moderada, dando a entender que el índice de cosecha óptimo corresponde a los 60 días (I1), el cual no garantiza una conservación total de la firmeza, pero combinado con correctas técnicas de conservación, puede influir significativamente en el desempeño de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) en la etapa de postcosecha.

### 10.6 Incidencia de plagas

En el ADEVA (Tabla 39) al día 0, se observó alta significancia estadística para el factor índice y ninguna significancia estadística para el resto de los factores e interacciones. Al día 3, se observó alta significancia estadística para los factores índice y frecuencia; y ninguna

significancia para el resto de los factores e interacciones, cabe indicar que para los 5 días se observó alta significancia estadística para repeticiones y significancia estadística para la interacción índice por dosis por frecuencia. Cabe indicar que el ADEVA trabajado se lo realizó con datos transformados con el artificio de raíz de  $\sqrt{x + 1}$  (Cano, 2023). El promedio general transformado del experimento al día 1 fue 3,04 %, al día 3 fue de 3,67% y al día 5 fue 5,80 %, con coeficientes de variación entre 13,19 a 24,25%; que resultan aceptables para esta variable y tipo de investigación.

**Tabla 38.** ADEVA para incidencia de plagas en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Fuentes de variabilidad	Grados de Libertad	0 días			3 días			5 días		
		Cuadrados Medios	p-valor		Cuadrados Medios	p-valor		Cuadrados Medios	p-valor	
Total	63									
Repeticiones	3	0,19	0,195	n.s.	0,8	0,11	n.s.	0,05	0,402	n.s.
Dosis (D)	3	0,47	0,013	*	4,54	<0,0001	**	0,05	0,402	n.s.
Frecuencia (F)	1	0,05	0,508	n.s.	3,2	0,01	**	0,05	0,323	n.s.
Índice (I)	1	225,08	<0,0001	**	3,2	0,01	**	0,05	0,323	n.s.
I x D	3	0,47	0,013	*	1,6	0,01	**	0,05	0,402	n.s.
I x F	1	0,05	0,508	n.s.	0,8	0,15	n.s.	0,05	0,323	n.s.
D x F	3	0,05	0,722	n.s.	5,87	<0,0001	**	0,05	0,402	n.s.
I x D x F	3	0,05	0,722	n.s.	2,4	0	**	0,05	0,402	n.s.
Error	45	0,12			0,37			0,05		
Promedios (%)			2,88		4,24			4,61		
CV (%)		11,85			14,4			4,94		

**Elaborado por:** Rocha Liliana

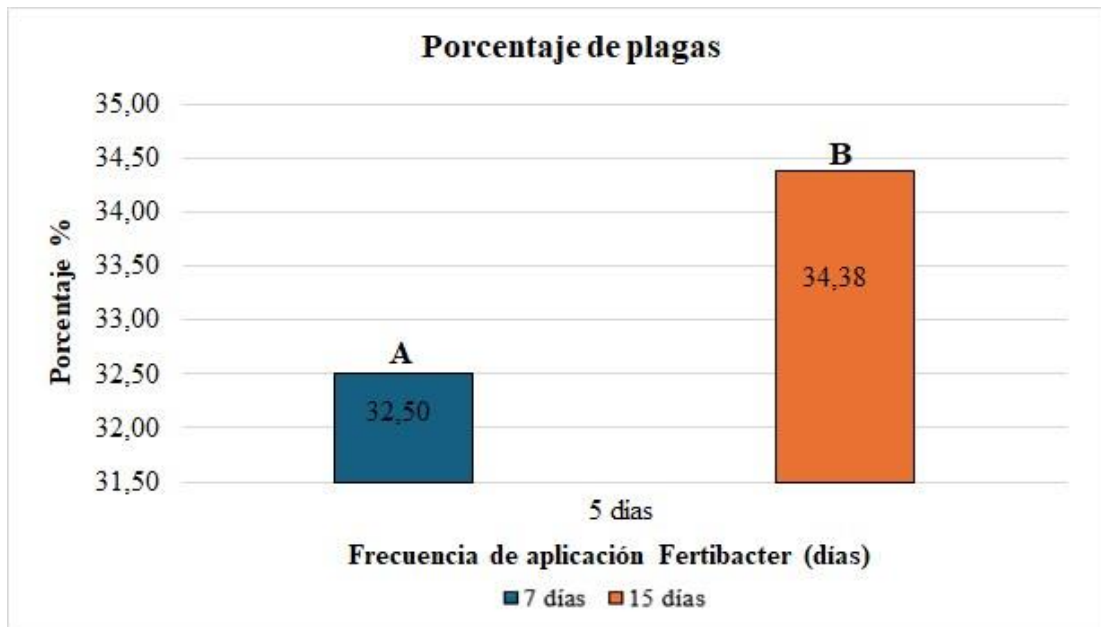
En el ADEVA, se observó alta significancia estadística para el factor índice al (día 0), mientras que dosis, frecuencia e interacciones no presentaron diferencias significativas; al (día 3), se registró alta significancia para los factores índice y frecuencia, y al (día 5), se evidenció alta significancia para repeticiones y significancia para la interacción índice por dosis por frecuencia, con promedios generales transformados de 3,04 % (día 1), 3,67 % (día 3) y 5,80 % (día 5), y coeficientes de variación entre 13,19 % y 24,25 %, considerados aceptables.

**Tabla 39.** Prueba de DMS al 5% para el factor frecuencia en la incidencia de plagas en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Frecuencia	5 días	
	% Plaga	Rangos de significación
7	32,50	A
15	34,38	B

Elaborado por: Rocha Liliana

**Gráfico 19.** Porcentaje de plagas para el factor C (Frecuencia de aplicación de Fertibacter) a los días 1, 3 y 5.



Elaborado por: Rocha Liliana

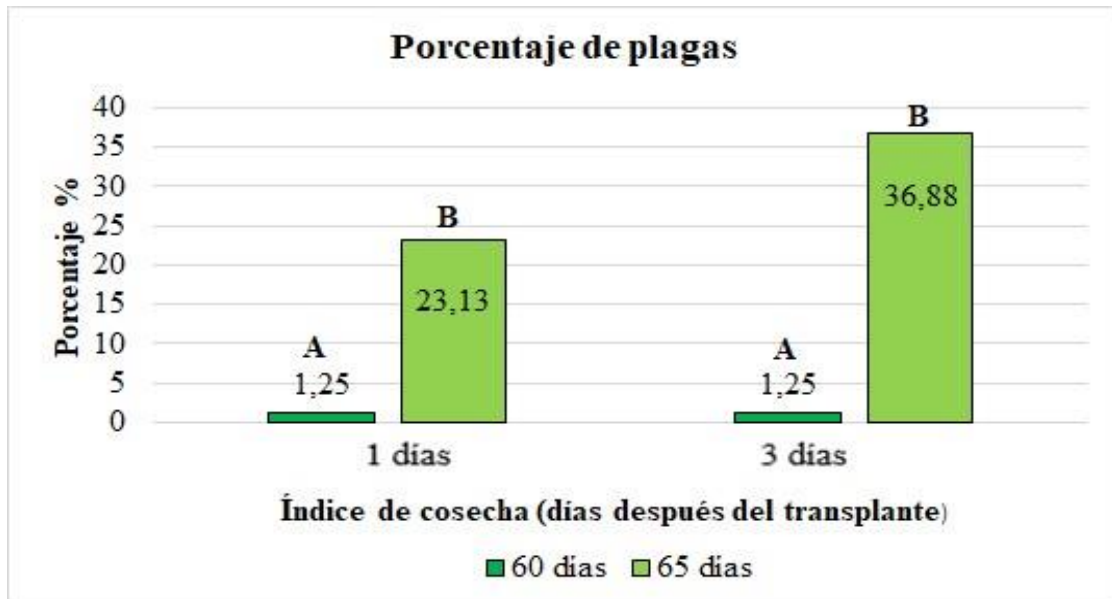
En la prueba de DMS al 5% para frecuencias a los 3 días (Tabla 39), detectó dos rangos de significación estadística, en la cual la frecuencia 2 (15 días) presentó el menor porcentaje de plagas. A pesar de la no significancia estadística, a los días 1 y 5, se observó una variación en el porcentaje de plagas en el factor frecuencia, siendo menor en la frecuencia 2 (15 días) al día 1 y en la frecuencia 1 (7 días) en el día 5 (Gráfico 19). Los resultados obtenidos concuerdan con lo que menciona (Beltrán 2018), que en su investigación en cebada la aplicación de estos microorganismos, permiten desarrollar autodefensas hacia el ataque o presencia de plagas durante el desarrollo o procesamiento del producto.

**Tabla 40.** Prueba de DMS al 5% para incidencia de plagas en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Índice	0 días		3 días	
	% Plaga	Rangos de significación	% Plagas	Rangos de significación
60	1,25	A	1,25	A
65	23,13	B	36,88	B

**Elaborado por:** Rocha Liliana

**Gráfico 20.** Porcentaje de plagas para el factor A (Índice de cosecha) a los días 1, 3 y 5 días.



**Elaborado por:** Rocha Liliana

Para la prueba DMS al 5% para índice a los 1 y 3 días (Tabla 40), detectó dos rangos de significación estadística, ubicándose en el primer rango el índice 1 (60 días) con valores de 1,25%, mientras que el índice 2 (65 días) presentó valores entre 23,13 a 36,88 %. A los 5 días, a pesar no de existir, diferencias estadísticas, se observó el menor porcentaje de plaga para el índice 2 (65 días) con 11,49 % (Gráfico 20). Los resultados obtenidos concuerdan con lo que menciona Guano (2025) que el índice de cosecha a los 60 días, presentan los valores más bajos de incidencia de plagas ,donde (Beltrán, 2022),afirman que los biofertilizantes mejoran la solubilización de nutrientes y la producción de fitohormonas, fortaleciendo la planta frente al estrés biótico donde la rizosfera mejora la sanidad vegetal y reduce la incidencia de plagas en sistemas sostenibles.

**Tabla 41.** Promedios para la interacción índice por dosis por frecuencia en la incidencia de plagas en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Índice	Dosis	Frecuencia	0 días			3 días			5 días		
			% Plaga			Rangos de significación					
60	0ml	15	0,00	0,00	40,00	A					
60	2ml	7	0,00	5,00	35,00	A					
60	2ml	15	0,00	0,00	25,00	A					
60	3ml	15	0,00	0,00	40,00	A					
60	6ml	7	0,00	0,00	35,00	A					

60	6ml	15	0,00	0,00	35,00	A
60	0ml	7	5,00	5,00	30,00	A
60	4ml	7	5,00	0,00	30,00	A
65	0ml	15	20,00	30,00	30,00	A
65	2ml	7	20,00	40,00	30,00	A
65	2ml	15	20,00	40,00	35,00	A
65	4ml	7	20,00	40,00	25,00	A
65	4ml	15	20,00	30,00	35,00	A
65	0ml	7	25,00	40,00	40,00	A
65	6ml	7	25,00	40,00	35,00	A
65	6ml	15	35,00	35,00	35,00	A

---

**Elaborado por:** Rocha Liliana

Para la interacción índice por dosis por frecuencia (Tabla 41) a los días 1 y 3, se observó que los menores porcentajes se presentaron en el índice 1 (60 días) con las dosis 1 (0 ml) y dosis 2 (2 ml) con las dos frecuencias: 1 (7 días) y 2 (15 días). Al día 5, se observó que los valores de porcentaje son muy similares entre las diferentes interacciones,,, evidenciando que dosis moderadas y menor frecuencia aplicada en cosechas tempranas favorecen la acción del biofertilizante; esto se debe a que esas condiciones permiten una colonización estable de microorganismos benéficos sin sobrecarga biológica, como señalan (Velasco-Jiménez et al. 2020), que destacan la efectividad de *Paenibacillus* en esquemas dosificados, y (Beltrán-Pineda et al. 2022) que advierten que sobredosificaciones alteran el microbioma, reduciendo la protección fitosanitaria.

### 10.7 Incidencia de enfermedades

En el ADEVA (Tabla 43) se observó a los días, 3 y 5 se observó alta significancia estadística para índice al día 1, y ninguna significancia estadística para los factores y sus interacciones en todos los días. Lo que nos indica que los factores no influyen en la incidencia de enfermedades. Cabe indicar que el ADEVA trabajado se lo realizó con datos transformados con el artificio de raíz de  $\sqrt{x + 1}$  (Cano, 2023). El promedio general del experimento al día 1 fue 3,02%, a los 3 días fue 5,55% y a los 5 días fue de 5,97 %, con coeficientes de 26,78%, 16,54% y 12,91%, respectivamente.

**Tabla 42.** ADEVA para incidencia de enfermedades en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Fuentes de variabilidad	Grados de Libertad	0 días			3 días			5 días		
		Cuadrados Medios	p-valor		Cuadrados Medios	p-valor		Cuadrados Medios	p-valor	
Total	63									
Repeticiones	3	0,54	0,484	n.s.	1,73	0,12	n.s.	0,74	0,304	n.s.
Dosis (D)	3	0,14	0,883	n.s.	1,31	0,213	n.s.	0,33	0,65	n.s.
Frecuencia (F)	1	0,21	0,57	n.s.	0,21	0,622	n.s.	0,05	0,769	n.s.
Índice (I)	1	260,74	<0,0001	**	0,83	0,327	n.s.	1,29	0,147	n.s.
I x D	3	0,14	0,883	n.s.	0,55	0,584	n.s.	0,19	0,812	n.s.
I x F	1	0,21	0,57	n.s.	0,83	0,327	n.s.	0,05	0,769	n.s.
D x F	3	1,16	0,166	n.s.	0,21	0,864	n.s.	1,16	0,136	n.s.
I x D x F	3	1,16	0,166	n.s.	0,55	0,584	n.s.	0,88	0,233	n.s.
<u>Error</u>	<u>45</u>	<u>0,65</u>			<u>0,84</u>			<u>0,59</u>		
Promedios (%)		3,02			5,55			5,97		
CV (%)		26,78			16,54			12,91		

**Elaborado por:** Rocha Liliana

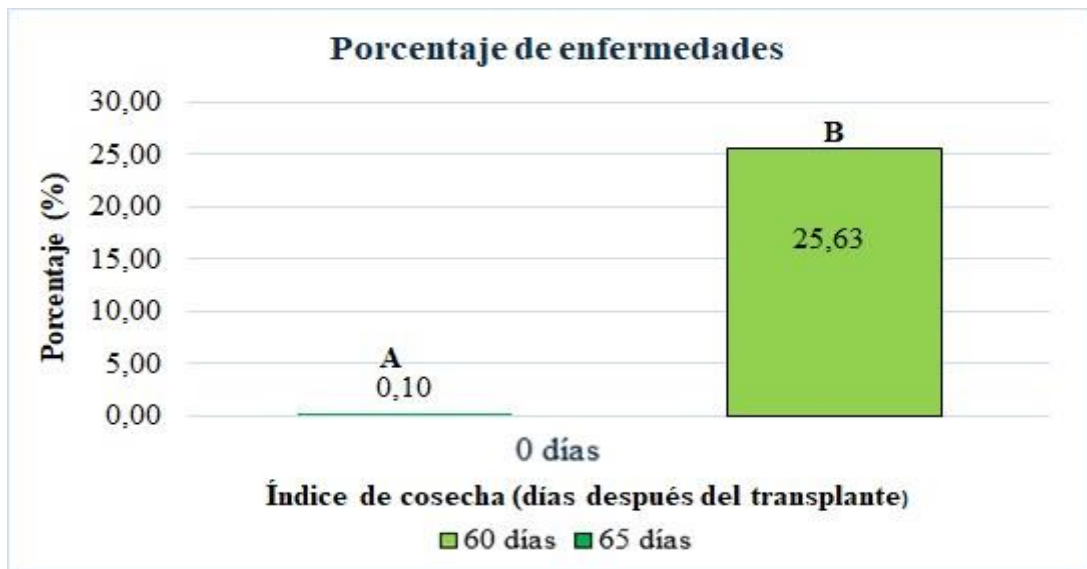
En la análisis ADEVA indica que ninguna de las variables evaluadas, índice, dosis, frecuencia ni sus interacciones, tuvo diferencias estadísticas significativas en la incidencia de enfermedades en lechuga durante la poscosecha en los tres tiempos evaluados (0, 3 y 5 días), lo que sugiere que los tratamientos aplicados con Fertibacter no generaron variaciones relevantes en la respuesta fitosanitaria del cultivo, como afirma (Silva & Paredes 2020), quienes concluyeron que la presencia de microorganismos bioactivos como *Pseudomonas fluorescens* activa mecanismos de resistencia sistémica inducida sin depender de la cantidad aplicada, lo que sugiere que en condiciones poscosecha

**Tabla 43.** Prueba DMS al 5% para índice en el porcentaje de enfermedades en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Índice	0 días	
	% Enfermedades	Rangos de significación
60	0,10	A
65	25,63	B

**Elaborado por:** Rocha Liliana

**Gráfico 21.** Porcentaje de enfermedad para el factor A (Índice de cosecha) a los días 0, 3 y 5 días.



Elaborado por: Rocha Liliana

En la prueba de DMS al 5% para índice al día 1 (Tabla 43), detectó dos rangos de significación estadística, ubicándose en el primer rango el índice 1 (60 días) con valores de 0,00 %, mientras que el índice 2 (65 días) presentó 26,63 % de porcentaje de enfermedad. A los 3 y 5 días, los valores fueron similares entre los dos índices (Gráfica 21). Estos resultados coinciden con los obtenidos por (Beltrán 2018), que menciona que la menor incidencia de enfermedades se presentó en el índice de cosecha a los 60 días también menciona que la aplicación de microorganismos, suprimen las condiciones favorables para el ataque de enfermedades de la planta.

### 10.8 Incidencia de fisiopatías

En el ADEVA (Tabla 45) se observó que a los días 0 y 3, existen diferencias significativas y altamente significativas para índice, dosis y para su interacción, adicionalmente en el día 3 se observó diferencias altamente significativas para frecuencia; el resto de las interacciones y factores no presentaron significancia estadística. Al día 5, no se observó ninguna significancia estadística para los factores e interacciones en estudio, lo que nos indica que no influyen en la respuesta de la incidencia de fisiopatías. Cabe indicar que el ADEVA trabajado se lo realizó con datos transformados con el artificio de raíz de  $\sqrt{x + 1}$  (Cano, 2023) El promedio general transformado del experimento al día 1 fue de 2,88 %, a los 3 días de 4,24 % y al día 5 de 4,61 %, con un coeficiente de variación de 11,855 para el día 1, 14,4% para el día 3 y de 4,94 % para el día 5; que resulta ser bueno para este tipo de investigación.

**Tabla 44.** ADEVA para incidencia de fisiopatías en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Fuentes de variabilidad	Grados de Libertad	0 días		3 días		5 días	
		Cuadrados Medios	p-valor	Cuadrados Medios	p-valor	Cuadrados Medios	p-valor
Total	63						
Repeticiones	3	0,19	0,195 n.s.	0,8	0,11 n.s.	0,05	0,402 n.s.
Dosis (D)	3	0,47	0,013 *	4,54	<0,0001 **	0,05	0,402 n.s.
Frecuencia (F)	1	0,05	0,508 n.s.	3,2	0,01 **	0,05	0,323 n.s.
Índice (I)	1	225,08	<0,0001 **	3,2	0,01 **	0,05	0,323 n.s.
I x D	3	0,47	0,013 *	1,6	0,01 **	0,05	0,402 n.s.
I x F	1	0,05	0,508 n.s.	0,8	0,15 n.s.	0,05	0,323 n.s.
D x F	3	0,05	0,722 n.s.	5,87	<0,0001 **	0,05	0,402 n.s.
I x D x F	3	0,05	0,722 n.s.	2,4	0 **	0,05	0,402 n.s.
Error	45	0,12		0,37		0,05	
Promedios (%)		2,88		4,24		4,61	
CV (%)		11,85		14,4		4,94	

**Elaborado por:** Rocha Liliana

En la prueba del ADEVA acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza sobre la eficiencia a fisiopatías se observó que el índice de cosecha y la frecuencia de aplicación sí influyeron a los 3 días, mientras que otras variables no mostraron efectos significativos;

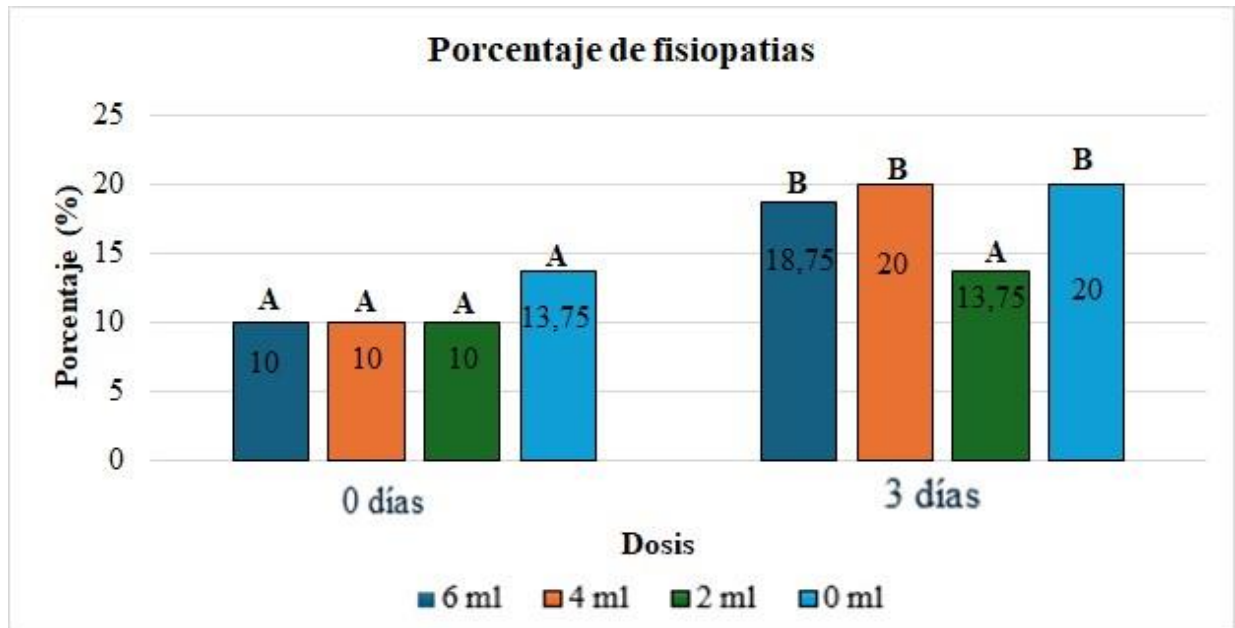
mientras en el índice y en frecuencia, lo que indica que la etapa de cosecha y el intervalo de aplicación del biofertilizante Fertibacter afectan directamente la contradicción fisiológica del cultivo, posiblemente por variaciones en la transpiración y metabolismo postcosecha; esto concuerda con (ALBERTO, BARRENO , 2019), quien dice en su investigación los biofertilizantes como Fertibacter inciden principalmente en los primeros días de poscosecha, modulando la sanidad foliar y la incidencia de fisiopatías en lo cual observo las diferencias significativas en variables como peso foliar, volumen radicular y diámetro ecuatorial, especialmente en los primeros días de evaluación, lo que sugiere una respuesta fisiológica activa durante las etapas iniciales del cultivo

**Tabla 45.** En la prueba de Tukey al 5% y para el factor dosis en la incidencia de fisiopatías en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Dosis	0 días		3 días	
	% Fisiopatías	Rangos de significación	% Fisiopatías	Rangos de significación
0ml	10,00	A	18,75	B
2ml	10,00	A	20,00	B
4ml	10,00	A	13,75	A
6ml	13,75	B	20,00	B

**Elaborado por:** Rocha Liliana

**Gráfico 22.** Porcentaje de fisiopatías para el factor B (Dosis de Fertibacter) a los días 1, 3 y 5.



**Elaborado por:** Rocha Liliana

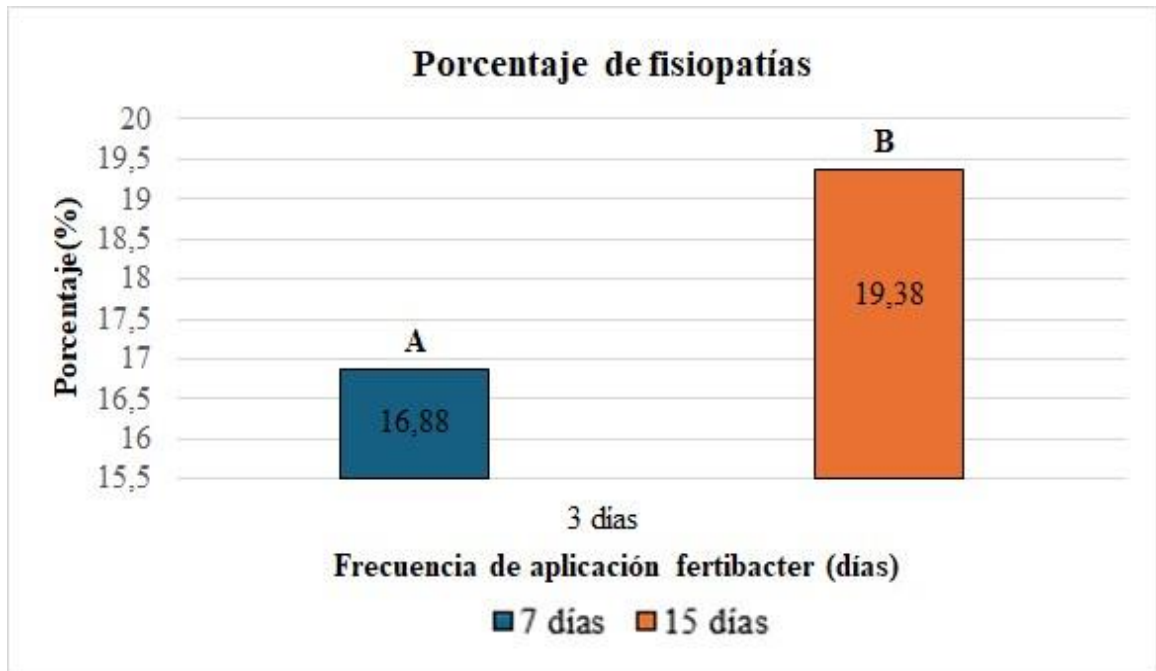
En la prueba de Tukey al 5% para dosis a los días 1 y 3 (Tabla 45), detectó dos rangos de significación estadística, ubicándose en el primer rango la dosis 3 (4 ml), mientras que, la dosis 4 (6 ml) presentó la mayor incidencia de fisiopatías. A los 5 días, estadísticamente las dosis fueron iguales, con valores entre 20,00 a 21,25 % (Gráfico 22). Estos resultados concuerdan con lo que menciona *Chávez-Díaz et al. (2020)*, quienes destacan que dosis equilibradas de biofertilizantes favorecen la regulación metabólica sin inducir alteraciones fisiológicas

**Tabla 46.** Promedios para el factor frecuencia en la incidencia de fisiopatías en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Frecuencia	3 días	
	% Fisiopatías	Rangos de significación
7	16,88	A
15	19,38	B

**Elaborado por:** Rocha Liliana

**Gráfico 23.** Porcentaje de enfermedad para el factor C (Frecuencia de aplicación de Fertibacter) a los días 1, 3 y 5.



**Elaborado por:** Rocha Liliana

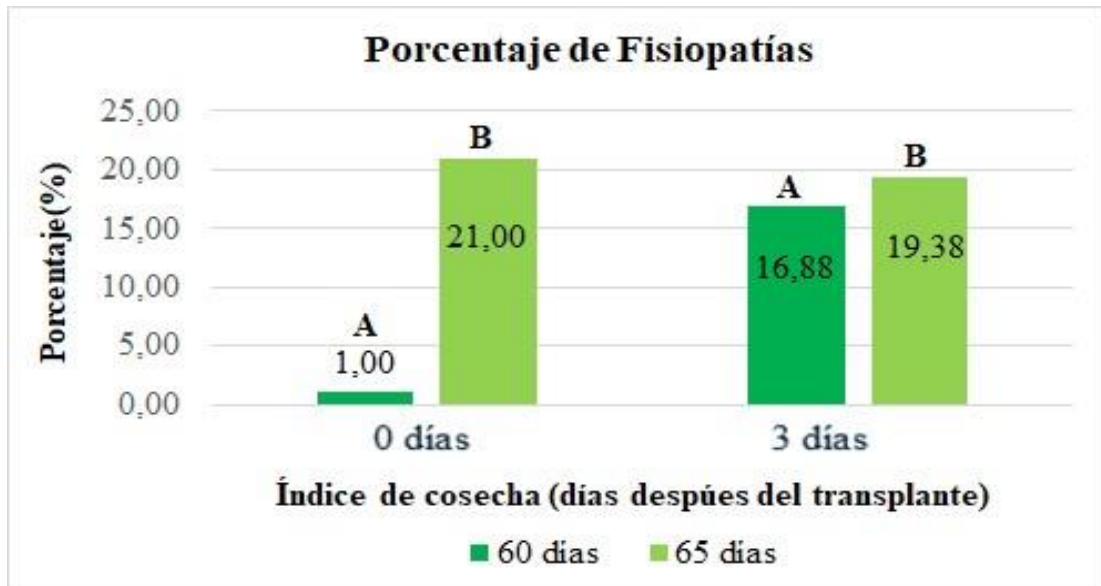
En la prueba DMS al 5% para frecuencias a los 3 días (Tabla 46), indica que, a los tres días de evaluación poscosecha, la frecuencia de aplicación de Fertibacter cada 7 días mostró una incidencia de fisiopatías del 16,88%, mientras que la frecuencia cada 15 días alcanzó el 19,38%. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas, con rangos de letras A y B respectivamente. Esto demuestra que aplicar Fertibacter con mayor frecuencia reduce los daños en el follaje de lechuga variedad Botiola después de la cosecha, posiblemente al mantener activa la acción microbiana sobre el tejido vegetal y preservar su sanidad fisiológica estos resultados con cuerda con, (ALBERTO, BARRENO, 2019), quien en su investigación comprueba que sobre manejo poscosecha en lechuga encontró que aplicaciones más frecuentes de biofertilizantes microbianos disminuyen la ocurrencia de lesiones fisiológicas durante el proceso de poscosecha.

**Tabla 47.** Prueba DMS al 5% para incidencia de fisiopatías en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Índice	0 días		3 días	
	% Fisiopatías	Rangos de significación	% Fisiopatías	Rangos de significación
1	0,00	A	16,88	A
2	21,00	B	19,38	B

**Elaborado por:** Rocha Liliana

**Gráfico 24.** Porcentaje de fisiopatías para el factor A (Índice de cosecha) a los días 1, 3 y 5 días.



**Elaborado por:** Rocha Liliana

En la prueba de DMS al 5% para índice a los días 1 y 3 (Tabla 47), (Gráfico 24). detectó dos rangos de significación estadística, ubicándose en el primer rango el índice 1 (60 días) con valores de 0,00 % y 16,88 %,20,00% respectivamente, y en el segundo rango se ubicó el índice de cosecha 2(65 días) con valores de 21,00%,19,38%, 20,63%, respectivamente. El índice de cosecha a los (60 días) presenta menos incidencia de fisiopatías a diferencia de los (65 días) al estar en contacto más tiempo a las condiciones ambientales o edafoclimáticos afectaron negativamente en sus características físicas. Beltrán (2018),

**Tabla 48.** Prueba de Tukey al 5% para la interacción índice por dosis en la incidencia de fisiopatías en la evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Botiola con la aplicación de Fertibacter en Salache, Latacunga. 2025.

Índice	Dosis	0 días		3 días	
		% Fisiopatías	Rangos de significación	% Fisiopatías	Rangos de significación
60	0ml	0,00	A	17,50	B
60	2ml	0,00	A	20,00	B
60	4ml	0,00	A	10,00	A
60	6ml	0,00	A	20,00	B
65	0ml	20,00	B	20,00	B
65	2ml	20,00	B	20,00	B

65	4ml	20,00	B	17,50	B
65	6ml	27,50	C	20,00	B

---

**Elaborado por:** Rocha Liliana

En la prueba de Tukey al 5% para la interacción índice por dosis (Tabla 48) se observa que a los (0 día)s el índice 1 con dosis 1, 2 y 3,4 presentó 0,00% de fisiopatías ubicándose en el primer rango, mientras en índice 2 con la dosis 1,2,3 y 4 alcanzando hasta el 27,50% ubicándose en el segundo y tercer rango, demostrando que cosechas tempranas con dosis bajas y moderadas favorecen la sanidad fisiológica del cultivo; esto se debe a que dichas condiciones evitan sobreestimulación metabólica en poscosecha y permiten un entorno estable para el microbioma vegetal, como señalan *Chávez-Díaz et al. (2020)*, quienes destacan que dosis ajustadas promueven equilibrio celular sin alterar la homeostasis, y *Restrepo-Correa et al. (2017)*, que advierten que dosis excesivas pueden generar alteraciones hormonales y osmóticas, aumentando la incidencia de fisiopatías durante almacenamiento.

## 11. IMPACTOS

### 11.1 Impacto Técnico

La aplicación del biofertilizante Fertibacter en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad botiola en Salache-Latacunga presenta varios impactos técnicos positivos, donde el uso del mismo puede suministrar microorganismos benéficos para el suelo que ayuden a minimizar la pérdida de peso del producto durante el proceso de almacenamiento y transporte, minimizando las pérdidas postcosecha. Teniendo en cuenta que la implementación de estas prácticas técnicas, los agricultores puedan mejorar la producción ecológica y sostenible en contribuir una mayor eficiencia en la cadena de suministro y rentabilidad del producto final.

### 11.2 Impacto Social

El estudio aporta la adopción de prácticas agrícolas sostenibles y el uso del biofertilizante fertibacter de tal manera que pueden mejorar la percepción de los productos locales entre los diferentes consumidores, fomentando a los agricultores en consumo de productos saludables y libres de químicos. Lo cual la implementación de este biofertilizante hacia el acceso del de los compradores podríamos generar iniciativas de cuidado de sus cultivos e incentivación de mejorar la calidad de vida de la comunidad local Salache.

### 11.3 Impacto Ambiental

La presente evaluación contribuye a la conservación del medio ambiente, fomentando la salud del ecosistema y de esa manera proteger la biodiversidad local, para de esa manera reducir la contaminación por el uso de componentes químicos donde el suelo no presente efectos de sustancias tóxicas, mejorando la retención de agua en el suelo y la presencia de emisiones de gases, promoviendo la sostenibilidad a largo plazo de la agricultura local.

## 12. PRESUPUESTO

El costo de implementación del presente proyecto de investigación es determinante, por lo que se gastó lo siguiente:

**Tabla 49.** Presupuesto de la investigación

<b>Materiales/Insumos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Total</b>
Alcohol	2 lts	3,85 \$
Guantes	5	2 \$
Balanza	1	15 \$
Gavetas	50	230 \$
Etiquetas	280	35 \$
Tijeras	2	0,8 \$
Cuchillos	2	5 \$
Cinta métrica	2	3,5 \$
Franelas	2	2 \$
<b>Total</b>		<b>274,15 \$</b>

**Elaborado por:** Rocha Liliana

## 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 13.1. Conclusiones

La mejor dosis de aplicación del biofertilizante Fertibacter en el comportamiento de la lechuga durante el proceso de poscosecha fue la D4 (6 ml) ante la variable variación de peso, perímetro ecuatorial, altura del repollo, mayor compacidad foliar e incidencia de plagas enfermedades fisiopatías, siendo altamente significativo ubicándose en un rango A, Sin embargo, para la variable color la dosis que resalto mostrando un verde intenso fue la dosis 3 (4ml) con el código munsell 5GY 5/10.

La mejor etapa de aplicación del biofertilizante fue la aplicación temprana a los 7 días, siendo altamente significativo, generando características apreciables de la lechuga variedad botiola en todas las variables analizadas, colocándose en un rango A.

El mejor índice de cosecha cronológico del cultivo de lechuga fue a los 60 días (II), lo cual mostro resultados altamente significativos en todas las variables de evaluación, colocándose en un rango A, obteniendo lechugas con mejor conformación estructural y menor deterioro durante el comportamiento en poscosecha asegurando que el producto contenga características apreciadas para el consumidor.

### **13.2. Recomendaciones**

Se recomienda a los grandes y pequeños agricultores aplicar el biofertilizante fertibacter en dosis de 6 ml, lo cual se obtuvo excelentes resultados en mantener la calidad y vida útil, minimizando la pérdida de peso del producto, incitando así que llegue en buenas condiciones al consumidor final.

Efectuar la aplicación del biofertilizante fertibacter en la etapa de aplicación inicial a los 7 días, en tanto, se obtiene un mejor comportamiento de la lechuga durante el proceso de poscosecha y representa una alternativa viable para pequeños y medianos productores que buscan eficiencia con bajo impacto ecológico contribuyendo una mayor eficiencia en la cadena de suministro y rentabilidad del producto final.

Realizar el proceso de cosecha a los 60 días, para obtener una mayor rentabilidad durante el almacenamiento, lo cual, según los resultados obtenidos, los repollos alcanzan un estado con características apreciables como de calidad y frescura deseadas en términos de calidad y frescura.

Finalmente se recomienda a futuros investigadores que mediante este análisis efectúen la implementación de otros cultivos en el caso de hortalizas con el biofertilizante fertibacter

evaluando el comportamiento en poscosecha evaluando por más registro de datos e incluso obteniendo con un manejo de temperatura desde la fase cosecha y poscosecha.

#### 14. REFERENCIAS

- Adriana, C. (2020). Obtenido de <https://geologiaweb.com/ingenieria-geologica/ensayo-spt/agroes.es>. (2024). *Lechuga, taxonomía, y descripciones botánicas, morfológicas, fisiológicas y ciclo biológico*. Obtenido de <https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivoshuerta-horticultura/lechuga/402-lechugas-descripcion-morfologia-y-ciclo>
- Aker, C. (2019). *Producción de lechuga con buenas prácticas agrícolas*. Rikolto. Obtenido de [https://assets.rikolto.org/paragraph/attachments/guia\\_de\\_lechuga.pdf](https://assets.rikolto.org/paragraph/attachments/guia_de_lechuga.pdf)
- Alberto,barreno . (2019). “evaluacion del biosol generado en la producción de. Ambato.
- Argyrous, G. (Enero de 2020). Estadísticas para la investigación. Obtenido de [ttps://uk.sagepub.com/en-gb/eur/statistics-for-research/book234621](https://uk.sagepub.com/en-gb/eur/statistics-for-research/book234621)
- Asmal, J. (2024). Efecto de tres bioestimulantes en el rendimiento de col repollo (*Brassica oleracea* var. *Capitata*) como suplemento a la fertilización mineral, orgánica y prevención de la Hernia de la col (*Plasmodiophora brassicae*), en San Joaquín. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Trabajo-de-Titulaci%C3%B3n.pdf>
- Bioagro. (2020). *Lechuga botiola*. Obtenido de <https://www.bioagro.ec/wpcontent/uploads/2020/07/Lechuga-BOTIOLA.pdf>
- Biotech, A. (2025). *Gusano gris*. Obtenido de <https://probelte.com/es/plagas/gusanogris/#:~:text=El%20gusano%20gris%20es%20un%2Csiguiente%20para%20continuar%20cortando%20m%C3%A1s.>
- Bonilla, D. (2010). Evaluación de dos índices de cosecha y tipos de empaque del fruto de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.). Obtenido de

<https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/4970c079-2d80-4466-983fe51aba52a2aa/content>

Calviño, F. (02 de Agosto de 2023). *Incidencia y Severidad en Cultivos: Claves para Estimar Pérdidas de Rendimiento*. Obtenido de <https://blog.sima.ag/2023/incidencia-y-severidad-en-cultivos/>

Canna. (13 de octubre de 2010). *Oidio y moho*. Obtenido de <https://www.cannauk.com/articles/oidium-and-mildew>

Cano, E. (19 de Abril de 2023). *Estadística Aplicada a las Ciencias y la Ingeniería*. Obtenido de <https://emilopezcano.github.io/estadistica-ciencias-ingenieria/doe.html>

Catagña, J. (2024). *Análisis de las técnicas de conservación de la lechuga (Lactuca sativa) para mejorar la comercialización en los productores agrícolas del cantón Chambo*. Universidad Nacional de Chimborazo. Obtenido de [http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/13272/1/Catag%20Jaime%202024%29\\_An%20lisis%20de%20las%20t%C3%A9cnicas%20de%20conservaci%C3%B3n%20de%20la%20lechuga%20Lactuca%20sativa%20%281%29.pdf](http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/13272/1/Catag%20Jaime%202024%29_An%20lisis%20de%20las%20t%C3%A9cnicas%20de%20conservaci%C3%B3n%20de%20la%20lechuga%20Lactuca%20sativa%20%281%29.pdf)

Chiluisa, C. (2024). *Universidad Técnica de Cotopaxi*. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/items/fb2e47d1-3e62-4b1a-9495-d0e913342b66>

Chinacalle, B. (2014). *Evaluación de dosis de biofertilizantes en el desarrollo agronomico de lechuga (Lactuca Sativa.L) variedad crespa*. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/f535ac23-d40b-4687-ba9b819f7b7b8dea/content>

Chisaguano, É. (2023). *“Evaluación agronómica de dos variedades de papa “evaluación agronómica de dos variedades de papa bajo tres sistemas de almacenamiento en la universidad tecnica de cotopaxi, campus salache. Universidad Técnica de Cotopaxi*. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/519e2ddd-5e3745e4-abe9-7560d82f7250/content>

Congreso Nacional. (8 de Febrero de 2007). *LEY DEL SISTEMA ECUATORIANO DE LA CALIDAD*. 22. Obtenido de [https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_sistema.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_sistema.pdf)

- Criollo, G. (2023). Análisis de los cambios morfológicos y nutricionales de las lechugas *Lactuca sativa* L. variedades longifolia y capitata, debido a la influencia de la luz led, en un huero urbano hidropónico en condiciones controladas. Universidad Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/26484/1/UPSCT010995.pdf>
- Eos Data. (18 de agosto de 2024). Cultivo De Lechuga: *Pasos De La Siembra A La Cosecha*. Obtenido de <https://eos.com/es/blog/cultivo-de-lechuga/>
- Erazo, C. (2023). Fertilización orgánica en la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en la finca Doña Nely, barrio San Antonio de Mira, provincia del Carchi. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/1208bfd6-6967-4fa7-830c5e785b8fcef2/content>
- FAO. (2020). *Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas - Las frutas y hortalizas frescas como productos perecibles*. Obtenido de <https://www.fao.org/4/x5055s/x5055S02.htm>
- FAO. (2022). Análisis de la pérdida y desperdicio de la agricultura 2022. Obtenido de <https://opsaa.iica.int/resource-1785-seguimiento-del-progreso-en-los-indicadores-delos-ods-relacionados-con-la-alimentacion-y-la-agricultura-2022>
- Galicia, I. (05 de Noviembre de 2018). Obtenido de <https://iluminet.com/sistema-colormunsell/>
- Gómez, C. (Julio de 2021). Reporte de Coyuntura del sector Agropecuario. Obtenido de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc202101.pdf?form=MG0AV3&form=MG0AV3>
- Gualan. (Marzo de 2021). Evaluación de la aplicación pre y pos cosecha de etileno en cebolla de bulbo (*Allium Cepa* L.) híbrido burguesa en la provincia de Cotopaxi 2021. Universidad Técnica de Chimborazo. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/items/f9740f1d-2251-4982-a92f-c364a4605232>
- Guano, E. (2025). En "*Evaluación del comportamiento en poscosecha de lechuga (Lactuca sativa L.) variedad botiola*" (pág. 135).
- Gutiérrez, D. (2019). *Análisis de la pérdida y desperdicio de lechuga durante la cadena de producción en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

- Heraldo. (18 de julio de 2021). ¿Qué pasa si me encuentro un gusano en la lechuga? ¿Si la lavo puedo comérmela? Obtenido de [https://www.heraldo.es/noticias/salud/2021/07/18/quepasa-si-me-encuentro-gusano-lechuga-si-lavo-puedo-comermela-1507076.html#:~:text=En%20estos%20casos%2C%20el%20vegetal,Alimentaria%20y%20Nutrici%C3%B3n%20\(AECOSAN\).](https://www.heraldo.es/noticias/salud/2021/07/18/quepasa-si-me-encuentro-gusano-lechuga-si-lavo-puedo-comermela-1507076.html#:~:text=En%20estos%20casos%2C%20el%20vegetal,Alimentaria%20y%20Nutrici%C3%B3n%20(AECOSAN).)
- Infoagro. (2021). *El Cultivo de lechuga.* Obtenido de <https://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>
- Iza, D. (2025). Evaluación de Agronomía del maíz (*Zea mays* L.) con diferentes estrategias de fertilización San José. Ibarra. Obtenido de [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Iza%20D%C3%A1maris\\_Tesis%20Fertibacter%20\(1\)%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Iza%20D%C3%A1maris_Tesis%20Fertibacter%20(1)%20(1).pdf)
- Japón, J. (1977). *La lechuga.* Ministerio de Agricultura. Obtenido de [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1977\\_10.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1977_10.pdf)
- Lescano, I. (2011). Producción de lechuga (*Lactuca sativa*) CON. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/74f2629f-053e-4a45-b64252bc803e21e3/content>
- Llanos, M. (1998). Puntas Quemadas (tipburn) Puntas Quemadas (tipburn). *Vida Rural*, 44-45. Obtenido de [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_vrural%20Vrural\\_1998\\_68\\_44\\_45.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_vrural%20Vrural_1998_68_44_45.pdf)
- Lutuala, W. (2024). Evaluación del efecto del biofertilizante fertibacter con diferentes dosis de aplicación en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L), variedad botiola siembra y trasplante campus Salache UTC 2024. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/items/2109a980-1d5b-4c18-a578-aba891496693>
- Mantilla, M. (2022). Evaluación de la calidad de plántulas de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) en invernadero bajo diferente fertilización e intensidad lumínica. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/a4fe31e5-617e-4730-94674bfb8e6020c6/content>

- Marco, A. (05 de enero de 2024). La lechuga: almacenaje, transporte y conservación. Obtenido de <https://antoniomarco.com/news/la-lechuga-almacenaje-transporte-y-conservacion/>
- Marquéz, A. (2024). La Lechuga: Almacenaje, Transporte y Conservación. Obtenido de <https://antoniomarco.com/news/la-lechuga-almacenaje-transporte-y-conservacion/?form=MG0AV3&form=MG0AV3>
- Martínez, E., Calatayud, Á., Marsal, J., Basile, F., Cannata, C., Abdelkhalik, A., . . . Martínez, M.-R. (2022). Postharvest Changes in the Nutritional Properties of Commercial and Traditional Lettuce Varieties in Relation with Overall Visual Quality. *Agronomy*, 12(403). doi:<https://doi.org/10.3390/agronomy12020403>
- Masabanda, E. (2023). “Evaluación de un biofertilizante a base de *Bacillus subtilis* + *Pseudomonas fluorescens* en maíz. Obtenido de [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/PC-002784%20Masabanda\\_trigo.pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/PC-002784%20Masabanda_trigo.pdf)
- Morales, C. d. (Enero de 2011). Calidad Postcosecha en Lechuga Romana. Obtenido de <https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/3900/Catalina%20del%20Pilar%20Morales%20Moreno.pdf;jsessionid=58455694D4B685B7A462AD0D2D9FBF57?sequence=1>
- Muñoz, A. (2018). Identificación morfológica de los hongos causantes de la pudrición radicular en lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el Valle de Tumbaco. Universidad Central del Ecuador.
- Muzo, W. P. (2020). Efecto de un abono organomineral en el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ae4a4775-4099-4a28-8cf01a1861e1063f/content>
- Nieto, V. (2010). Estudio sobre el comportamiento poscosecha del fruto uvilla (*Physalis peruviana*), en el cantón cevallos de la provincia de Tungurahua. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/5a62db8b-2ab9-4fd7-b6a2ab7cb0f89935/content>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura . (FAO, 2022). *Análisis de la pérdida y desperdicio de la agricultura 2022*. Obtenido de <https://opsaa.iica.int/resource-1785-seguimiento-del-progreso-en-los-indicadores-delos-ods-relacionados-con-la-alimentacion-y-la-agricultura-2022>

- Ortiz, P. (2024). Análisis de las técnicas de conservación de la lechuga (*Lactuca sativa*). *Universidad Nacional de Chimborazo*. Obtenido de En la Tabla 41, se observa que los datos obtenidos, no presentan diferencia en cada toma de datos. Por lo que el mejor tratamiento es N°2 con la etapa de aplicación de fertibacter a los 7 días junto con el índice de cosecha a los 60 días, del abono orgáni
- Portal Syngenta. (2025). *Alternaria - Antracnosis - Oídio - Roya de la lechuga - Septoria*. Obtenido de <https://www.syngenta.es/enfermedades/alternaria-antracnosis-oidio-royade-la-lechuga-septoria>
- postharvest.ucdavis.edu. (2023). *Recomendaciones para mantener la calidad poscosecha*. Obtenido de <https://postharvest.ucdavis.edu/es/produce-facts-sheets/lechuga>
- Proyecto COV-AID. (2021). Cultivo de lechuga. Obtenido de <https://www.uv.mx/hab/files/2021/10/Cultivo-de-Lechuga.pdf>
- Ramos, C. (2021). Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica*, 10(1), 1-7. Obtenido de file:///C:/Users/anamo/Downloads/Dialnet-Editorial-7890336%20(4).pdf
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de México. (2019). *¿Qué es la poscosecha y por qué es importante?* Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/que-es-laposcosecha-y-por-que-es-importante>
- Serdas, M. (2010). Diagnostico de manejo de Poscosecha de lechuga *Lactuca Sativa*.L. . Obtenido de <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a50-6907-II-p103.pdf>
- Suarez, J. (2020). “Análisis de cultivos hortícolas como alternativa en la producción agrícola en Ecuador. Obtenido de <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8429/E-utbfaciag-ing%20agron-000275.pdf?sequence=1&form=MG0AV3&form=MG0AV3>
- Tacaliti, M. (2024). Evaluación del aceite esencial de *Lippia alba* para el control del pulgón de la papa (Hemiptera) en el cultivo de lechuga. *Revista De La Facultad De Agronomía*, 123(1), 137. doi:<https://doi.org/10.24215/16699513e137>
- Tierra, M. (2023). Análisis de pérdidas Pos-Cposecha en diferentes tipos de hortalizas. Obtenido de <https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/c60c5f752a50-414c-97cd-6fa8e3f56f0f/content>
- Toro, J. (2020). *EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE TRES VARIEDADES DE LECHUGA (Lactuca sativa) A LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA EN EL CANTÓN*

*SAN MIGUEL PROVINCIA BOLÍVAR*. Universidad Estatal de Bolívar. Obtenido de <https://dspace.ueb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/2e5d8e04-fd91-4bef-a146a38c80f4aacd/content>

Zolezzi, M. (2017). Manual de producción de lechuga . Obtenido de afirma que cuando el producto recolectado pierde de un 5 a un 10% de su peso original, este tiende a secarse y como consecuencia es inutilizable.