



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ
CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**EVALUACIÓN DE TRES BIOESTIMULANTES EN EL
COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIEDADES DE
LECHUGA CRESPA (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*) EN EL CANTÓN LA
MANÁ**

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

AUTORES:

Cedeño Tomalá Flavio Abelardo
Sarango Pinto Mauricio Alexander

TUTOR:

Ing. Alex Salazar Saltos M.Sc

LA MANÁ-ECUADOR
FEBRERO-2024

DECLARACIÓN DE AUTORIA

Cedeño Tomalá Flavio Abelardo, con cédula de ciudadanía No. 1206892240, Sarango Pinto Mauricio Alexander, con cédula de ciudadanía No. 1900764240 declaramos ser autores del presente **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “EVALUACIÓN DE TRES BIOESTIMULANTES EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIEDADES DE LECHUGA CRESPA (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*) EN EL CANTÓN LA MANÁ**”, siendo el Ing. Alex Enrique Salazar Saltos Msc. Tutor del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

La Maná, febrero 21 del 2024


Flavio Abelardo Cedeño Tomalá
C.C: 1206892240


Mauricio Alexander Sarango Pinto
C.C: 1900764240

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En la calidad de Tutor del Proyecto de Investigación sobre el título:

“EVALUACIÓN DE TRES BIOESTIMULANTES EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIEDADES DE LECHUGA CRESPA (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*) EN EL CANTÓN LA MANÁ”, de Cedeño Tomalá Flavio Abelardo; Sarango Pinto Mauricio Alexander, de la carrera de Agronomía, considero que dicho Informe Investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas técnicas, traducción y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

La Maná, 21 de febrero del 2024



Alex Enrique Salazar Saltos

C.C.: 0910743285

TUTOR

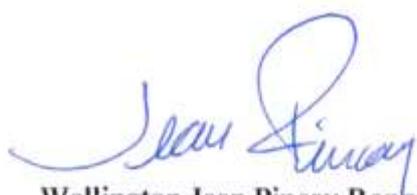
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná; por cuanto, los postulantes: Cedeño Tomalá Flavio Abelardo; Sarango Pinto Mauricio Alexander, con el título del proyecto de investigación: **“EVALUACIÓN DE TRES BIOESTIMULANTES EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIETADES DE LECHUGA CRESPA (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*) EN EL CANTÓN LA MANÁ”**, 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.

La Maná, 21 de febrero del 2024

Para constancia firman:



Wellington Jean Pincay Ronquillo
C.C: 12063845586
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Kleber Augusto Espinosa Cunuhay
C.C: 0502612740
LECTOR 2 (MIEMBRO)



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

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar un profundo agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná por habernos brindado la oportunidad de formar parte de esta prestigiosa institución como estudiantes, también agradecer a nuestros docentes por impartir sus valiosos conocimientos durante nuestro proceso de formación académica, los cuales han sido fundamentales para el desarrollo de nuestro proyecto de Titulación. Finalmente extender nuestros agradecimientos a cada uno de nuestros familiares y amigos que nos han brindado su apoyo incondicional a lo largo de este camino, para superar los desafíos y alcanzar esta meta. Estamos profundamente agradecidos por su apoyo constante y su presencia en cada paso de este proceso.

Mauricio

Flavio

DEDICATORIA

Dedico este Proyecto de investigación a Dios, así como a mis queridos padres y hermanos, quienes han sido un apoyo fundamental que me ha permitido alcanzar con éxito este valioso Proyecto de investigación, les estoy eternamente agradecido por el apoyo moral y económico incondicional que me han brindado a lo largo de mi recorrido en la carrera universitaria, su constante aliento y respaldo han sido una fuente de motivación y fortaleza en cada etapa de este trayecto, y no podría haber llegado hasta aquí sin su amor, comprensión y sacrificio que hicieron por mí.

Mauricio

DEDICATORIA

Dedico con todo mi amor a mis padres Flavio Cedeño y Gloria Tomalá, quienes han sido un pilar fundamental toda mi vida, por medio de sus enseñanzas y consejos que me llevaron a ser la persona que hoy en día soy. A través de sus palabras de aliento y apoyo a seguir adelante, atravesando los obstáculos que se presentaron a lo largo de esta experiencia académica.

Flavio

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

TITULO: “EVALUACIÓN DE TRES BIOESTIMULANTES EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIEDADES DE LECHUGA CRESPA (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*) EN EL CANTÓN LA MANÁ”

Autores:

Cedeño Tomalá Flavio Abelardo

Sarango Pinto Mauricio Alexander

RESUMEN

El trabajo investigativo se lo llevó a cabo en el Sector el Carmen, Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi, cuyo objetivo es evaluar tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*) en el Cantón La Maná, se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con arreglo factorial 4 x 2, con 8 tratamientos y tres repeticiones, conformando un total de 24 unidades experimentales. Se evaluaron variables agronómicas de gran importancia en el cultivo de lechuga: altura de planta, largo de hoja, ancho de hoja, número de hojas, diámetro ecuatorial, peso por planta, peso por parcela, rendimiento. Los resultados más relevantes se los obtuvo a los 60 días, en la altura de planta el mejor tratamiento fue T3 *Lollo bionda* + ácidos húmicos con 25,82 cm, número de hojas (T5) con 20,25 hojas, largo de hoja (T2) con 18.03 cm, ancho de hoja (T6) con 16,67 cm, diámetro ecuatorial (T4) con 22.93 mm, peso por planta (T5) con 337,08 g, peso por parcela (T5) con 2696,67 g y rendimiento T5 *Lollo bionda* + algas marinas con 84270,83 kg/ha, en el caso del análisis económico la rentabilidad más alta la obtuvo el T5 *Lollo bionda* + ALG con el 84%, siendo los bioestimulantes una alternativa fiable para la producción de hortalizas.

Palabras claves: Bioestimulantes, hortalizas, variedades, rendimiento, rentabilidad.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

TITLE:"ASSESSMENT OF THREE BIOSTIMULANTS ON THE AGRONOMIC PERFORMANCE OF TWO VARIETIES OF CRISP LETTUCE (Lollo Rosso and Lollo Bionda) IN CANTÓN LA MANÁ"

Authors:

**Cedeño Tomalá Flavio Abelardo
Sarango Pinto Mauricio Alexander**

ABSTRACT

The research work was carried out in El Carmen neighborhood, La Maná Canton, Cotopaxi Province, whose objective was to evaluate three biostimulants in the agronomic behavior of two varieties of loose-leaf lettuce (Lollo rosso and Lollo bionda), a randomized complete block design (RCBD) was used, with a 4 x 2 factorial arrangement, with 8 treatments and three replications, making up a total of 24 experimental units. Agronomic variables of great importance in this kind of lettuce cultivation were evaluated: plant height, leaf length, leaf width, number of leaves, equatorial diameter, weight per plant, weight per plot, and yield. The most relevant results were obtained after 60 days, in plant height the best treatment was T3 Lollo bionda + humic acids with 25.82 cm, number of leaves (T5) with 20.25 leaves, leaf length (T2) with 18.03 cm, leaf width (T6) with 16.67 cm, equatorial diameter (T4) with 22.93 mm, weight per plant (T5) with 337.08 g, weight per plot (T5) with 2696.67 g and yield T5 Lollo bionda + seaweed with 84270.83 kg/ha, in the case of the economic analysis the highest profitability was obtained by the T5 Lollo bionda + ALG with 84%, with biostimulants being a reliable alternative for vegetable production.

Keywords: Biostimulants, vegetables, varieties, yield, profitability.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORIA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
4.1. Beneficiarios directos	3
4.2. Beneficiarios indirectos	4
5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS	5
6.1. Objetivo general	5
6.2. Objetivos específicos.....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	7
8.1. Origen de la lechuga	7
8.2. Importancia de la lechuga.....	7
8.3. Taxonomía de la lechuga.....	8
8.4. Variedades de lechuga.....	8

8.4.1. Variedad <i>Lollo rosso</i>	8
8.4.2. Variedad <i>Lollo bionda</i>	8
8.5. Morfología de la lechuga.....	9
8.6. Fenología y desarrollo del cultivo	10
8.7. Condiciones edafoclimáticas	10
8.7.1. Luminosidad	11
8.8. Requerimientos nutricionales	11
8.9. Valor nutricional de la lechuga.....	12
8.10. Manejo agronómico del cultivo de lechuga.....	13
8.11. Bioestimulantes	15
8.11.1. Formulación de los bioestimulantes	16
8.11.2. Ácidos húmicos	16
8.11.3. Algas marinas	17
8.11.4. Aminoácidos	18
8.12. Antecedentes Investigativos	19
9. HIPOTESIS	20
10. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
10.1. Ubicación y duración del ensayo.....	21
10.2. Tipo de investigación	21
10.2.1. Experimental.....	21
10.2.2. Documental.....	21
10.2.3. De Campo	21
10.2.4. Analítica – descriptiva	21
10.3. Condiciones agrometeorológicas.....	22
10.4. Materiales y equipos.....	22
10.4.1. Características de la composición de los bioestimulantes empleados en la investigación	22
10.5. Factores en estudio	24

10.6. Diseño Experimental	24
10.7. Tratamientos en estudio.....	24
10.9. Análisis de varianza.....	25
10.10. Manejo del ensayo	26
10.10.1. Limpieza del terreno.....	26
10.10.2. Medición del terreno.....	26
10.10.3. Preparación de las camas	26
10.10.5. Riego.....	27
10.11. Variables evaluadas	27
10.11.1. Altura de planta	27
10.11.2. Largo de hoja y ancho de hoja.....	28
10.11.4. Número de hojas.....	28
10.11.5. Diámetro ecuatorial	28
10.11.6. Peso por planta	28
10.11.7. Producción por parcela.....	28
10.11.8. Rendimiento (kg/ha).....	29
10.11.9. Análisis económico.....	29
11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
11.1. Altura de planta (cm).....	31
11.1.2. Efecto simple de la altura de planta.....	31
11.1.3. Interacciones de la altura de planta.....	32
11.2. Número de hojas.....	33
11.2.2. Efecto simple en el número de hojas	33
11.2.3. Interacciones en el número de hojas.....	34
11.3. Largo de hoja (cm)	35
11.3.1. Efectos simples en el largo de hoja	35
11.3.2. Interacciones en el largo de hoja	36

11.4. Ancho de hoja (cm)	37
11.4.1. Efectos simples del ancho de hoja	37
11.4.2. Interacciones en el ancho de hoja	38
11.5. Diámetro Ecuatorial (cm)	39
11.5.1. Efectos simples en el diámetro ecuatorial	39
11.5.2. Interacciones en el diámetro ecuatorial	40
11.6. Peso por planta (g).....	41
11.6.1. Efectos simples en el peso por planta.....	41
11.6.2. Interacciones en el peso por planta.....	42
11.7. Producción por parcela (g)	43
11.7.1. Efectos simples en el peso por parcela	43
11.7.2. Interacciones del peso por parcela.....	44
11.8 Rendimiento (kg/ha).....	45
11.8.1. Efectos simples en el rendimiento (kg/ha)	45
11.8.2. Interacciones del rendimiento (kg/ha)	46
12. Análisis económico	47
13. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICOS)	47
14. PRESUPUESTO.....	48
15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
16. BIBLIOGRAFÍA	50

INDICES DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos planteados.	6
Tabla 2. Taxonomía de la lechuga crespa (<i>Lactuca sativa</i>).	8
Tabla 3. Composición nutritiva de la lechuga crespa por cada 100 gramos de parte comestible.	12
Tabla 4. Condiciones agrometeorológicas del Cantón La Maná.....	22
Tabla 5. Materiales y equipos.....	22
Tabla 6. Composición del Ácido Húmico	23
Tabla 7. Composición de las Algas marinas.....	23
Tabla 8. Composición de los Aminoácidos	23
Tabla 9. Tratamientos en estudio.....	24
Tabla 10. Esquema del experimento.....	25
Tabla 11. Análisis de varianza.....	25
Tabla 12. Insecticida aplicado en la investigación	26
Tabla 13. Dosis recomendada de la ficha técnica.....	27
Tabla 14. Altura de planta en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (<i>Lollo rosso</i> y <i>Lollo bionda</i>) en el Cantón La Maná.....	31
Tabla 15. Efectos simples de la altura de planta en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (<i>Lollo rosso</i> y <i>Lollo bionda</i>) en el Cantón La Maná.....	32
Tabla 16. Número de hojas en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (<i>Lollo rosso</i> y <i>Lollo bionda</i>) en el Cantón La Maná.....	33
Tabla 17. Efectos simples del número de hojas en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (<i>Lollo rosso</i> y <i>Lollo bionda</i>) en el Cantón La Maná.....	34
Tabla 18. Largo de hoja en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (<i>Lollo rosso</i> y <i>Lollo bionda</i>) en el Cantón La Maná.....	35
Tabla 19. Efectos simples en el largo de hoja en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (<i>Lollo rosso</i> y <i>Lollo bionda</i>) en el Cantón La Maná.....	36

Tabla 20. Ancho de hoja en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (<i>Lollo rosso</i> y <i>Lollo bionda</i>) en el Cantón La Maná.....	37
Tabla 21. Efectos simples en el ancho de hoja en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (<i>Lollo rosso</i> y <i>Lollo bionda</i>) en el Cantón La Maná.....	38
Tabla 22 Diámetro ecuatorial en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (<i>Lollo rosso</i> y <i>Lollo bionda</i>) en el Cantón La Maná.....	39
Tabla 23 Efectos simples en el diámetro ecuatorial en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (<i>Lollo rosso</i> y <i>Lollo bionda</i>) en el Cantón La Maná	40
Tabla 24 Peso por planta en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (<i>Lollo rosso</i> y <i>Lollo bionda</i>) en el Cantón La Maná.....	41
Tabla 25 Efectos simples en el peso por planta en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (<i>Lollo rosso</i> y <i>Lollo bionda</i>) en el Cantón La Maná.....	42
Tabla 26 Peso por parcela en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (<i>Lollo rosso</i> y <i>Lollo bionda</i>) en el Cantón La Maná.....	43
Tabla 27 Efectos simples en el peso por parcela en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (<i>Lollo rosso</i> y <i>Lollo bionda</i>) en el Cantón La Maná.....	44
Tabla 28 Rendimiento en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (<i>Lollo rosso</i> y <i>Lollo bionda</i>) en el Cantón La Maná.....	45
Tabla 29 Efectos simples en el rendimiento (kg/ha) en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (<i>Lollo rosso</i> y <i>Lollo bionda</i>) en el Cantón La Maná	46
Tabla 30 Análisis económico de los tratamientos en estudio.....	47

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Interacción de la Altura de planta en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (Lollo rosso y Lollo bionda) en el Cantón La Maná.....	32
Gráfico 2 Interacción del número de hojas en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (<i>Lollo rosso</i> y <i>Lollo bionda</i>) en el Cantón La Maná.....	34
Gráfico 3 Interacción en el largo de hoja en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (Lollo rosso y Lollo bionda) en el Cantón La Maná.....	36
Gráfico 4 Interacción en el ancho de hoja en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (Lollo rosso y Lollo bionda) en el Cantón La Maná.....	38
Gráfico 5 Interacción del diámetro ecuatorial en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (Lollo rosso y Lollo bionda) en el Cantón La Maná.....	40
Gráfico 6 Interacción en el peso por planta en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (Lollo rosso y Lollo bionda) en el Cantón La Maná.....	42
Gráfico 7 Interacción en el peso por parcela en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (Lollo rosso y Lollo bionda) en el Cantón La Maná.....	44
Gráfico 8 Interacción en el rendimiento (kg/ha) en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (Lollo rosso y Lollo bionda) en el Cantón La Maná.....	46

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto:	Evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (<i>Lollo rosso</i> y <i>Lollo bionda</i>) en el Cantón La Maná
Fecha de inicio:	Octubre 2023
Fecha de finalización:	Febrero 2024
Lugar de ejecución:	Parroquia El Carmen, Cantón La Maná, Provincia Cotopaxi
Facultad que auspicia:	Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales
Carrera que auspicia:	Agronomía
Proyecto de investigación:	Sector agrícola
Equipo de trabajo:	Cedeño Tomalá Flavio Abelardo
Tutor:	Sarango Pinto Mauricio Alexander Ing. Salazar Saltos Alex, Tutor del proyecto
Área de conocimiento:	Agricultura, Silvicultura y Pesca
Línea de investigación:	Tecnologías agrícolas
Sublínea de investigación:	Tecnologías para la agricultura

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En el Ecuador la producción de hortalizas ha aumentado de manera considerable con 7,5 tn/ha, así como el acrecentamiento de la demanda por parte de la población es de vital importancia conocer el rendimiento del cultivo en diferentes épocas del año y zonas productora (Mera et al. 2019), El cultivo de lechuga es considerado como una de las hortalizas de hoja más importantes, ya que es consumida en su mayoría por las familias ecuatorianas, la lechuga tiene una gran diversidad de variedades, con diferentes tipos de hojas y hábitos de crecimiento (García, 2011). En Ecuador se cultivan alrededor de 1145 hectáreas de lechuga, donde el 70% de la superficie es de la variedad criolla y la superficie restante se cultivan la variedad roja, romana, la principal provincia productora de lechuga es Cotopaxi con 481 hectáreas, seguida por Tungurahua con 325 hectáreas y Carchi con 96 hectáreas (Martínez, 2019).

Los bioestimulantes son sustancias que, al ser aplicados a las plantas, tiene la capacidad de mejorar la eficacia de estas en la absorción y asimilación de nutrientes, tolerancia a estrés biótico o abiótico y mejora las características agronómicas de los cultivos (Du Jardín, 2015). El efecto que tiene los bioestimulantes en las plantas es el resultado de su influencia en el metabolismo, estimulando así las síntesis hormonales naturales, beneficiando en la absorción de nutrientes que están presentes en el suelo, también, estimula el crecimiento radicular, lo que beneficia en el aumento de la calidad y productividad de los productos, además, ayuda a que las plantas mejoren sus resistencias a las condiciones extremas que se pueden presentar (Samudio, 2020).

Por lo tanto, mediante la investigación se busca conocer el comportamiento agronómico mediante la aplicación de bioestimulante en dos variedades de lechuga cressa a través de un diseño de bloques completamente al azar con un arreglo factorial de 4 x 2, con ocho tratamientos y tres repeticiones, cabe mencionar que el empleo de los bioestimulantes constituye una opción para la producción de la lechuga cressa, esta investigación promoverá alternativas que pueden ayudar a los agricultores a incrementar su productividad, lo que beneficiara de forma positiva en la economía de cada uno de los productores, además, se evaluaron diferentes variables que son de gran importancia para el comportamiento agronómico del cultivo.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Las hortalizas son la base de la alimentación dentro de las comidas de las personas, la lechuga es un cultivo que presenta una alta demanda, por lo que los consumidores prefieren un producto de calidad, por lo que es indispensable una regulación fitosanitaria tanto nacional como internacional (Suárez, 2013). La producción hortícola en Ecuador es de suma importancia, dentro del abastecimiento de alimentos para los consumidores y para la economía del país, en este caso la lechuga es altamente adquirida en el mercado interno como externo (Álvarez & Armendáris, 2015).

Los bioestimulantes son sustancias orgánicas que son utilizadas para potenciar el desarrollo y crecimiento de las plantas, también, para que presenten una mejor resistencia a las diversas condiciones del ambiente, como altas temperaturas, estrés hídrico, exceso de humedad, toxicidad, incidencia de las plagas y enfermedades, estos productos son compatibles con sistemas agroecológicos sustentables, ya que permiten obtener un equilibrio dinámico con el ambiente (Morales, 2022). Con el uso de los bioestimulantes las plantas pueden adquirir los nutrientes esenciales para un buen desarrollo, a su vez la utilización de estos productos asegura que los agricultores obtengan un mejor retorno en sus inversiones, mejorando la calidad de los cultivos (Valverde *et al.* 2019).

Por lo tanto, este proyecto busca brindar alternativas para que los agricultores puedan producir hortalizas de hoja de una mejor manera, con la aplicación de bioestimulantes se busca producir hortalizas de una manera armónica con el medio ambiente, mejorando la calidad de los productos y reduciendo los riegos para la salud de sus consumidores.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1. Beneficiarios directos

Los beneficiarios directos son los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, mismos que mediante la investigación y en ensayo en campo, logran obtener mayor conocimiento que fortalezcan lo teórico a base de las labores realizadas.

4.2. Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos son los agricultores de la zona donde se realizó la investigación, además, son quienes podrán emplear las recomendaciones de producción de las hortalizas, conservando la productividad del suelo y evitando daños en el medio ambiente, esto se verá reflejado en la obtención del producto final, mismo que presenta menor residualidad y siendo más aceptado por los consumidores.

5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

Se estima que a nivel mundial el consumo de fertilizantes es de 181,9 millones de toneladas, siendo utilizados de manera irracional, afectado de manera negativa no solo al medio ambiente sino también a los propios consumidores, además, logrando una desestabilización en los suelos, que con el paso del tiempo llegando a obtener un suelo no apto para la producción de alimentos (Organización de las Naciones Unidas, [ONU], 2021). Los bioestimulantes juegan un papel importante dentro de la agricultura, aportando los nutrientes necesarios para una buena estimulación de las plantas.

En Ecuador, la lechuga es un cultivo de alta demanda, siendo el 83% de la producción para el consumo interno, por lo que para abastecer esa demanda los productores abusan del uso de insumos químicos, ya que los objetivos de los mismos es obtener mayores rendimientos sin contemplar los riesgos que implican el exceso de productos sintéticos, además, la falta de estudios en las distintas zonas del Ecuador sobre la utilización de productos inorgánicos, hacen que los agricultores no tengan mayores alternativas para una producción de alimentos más sanas, en el país existen alrededor de 1145 hectáreas que están dedicadas a la producción de lechuga, obteniendo una producción total aproximada de 7928 kilogramos/hectárea, en el caso de la provincia de Cotopaxi, presenta una producción de 480 hectáreas (Caballero & Muylema, 2023).

En el Cantón La Maná, es indispensable dar a conocer alternativas amigables con el medio ambiente, que brinden lo necesario para evitar el desgaste de las zonas productivas, evitando afectar la vida microbiana que se encuentra presente en el suelo y una forma de evitar daños en el suelo es la utilización de bioestimulantes, mismos que no dejan residuos en los productos cosechados y brindan una mejor seguridad alimentaria, lo cual no solo estaríamos cuidando la salud del consumidor, sino que también incentivando a los agricultores a producir esta hortaliza,

puesto que se puede convertir en un ingreso importante debido a la alta comercialización y demanda que genera dicho cultivo dentro del Cantón.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general

- ❖ Evaluar tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*) en el Cantón La Maná.

6.2. Objetivos específicos

- ❖ Analizar el efecto de los bioestimulantes en los parámetros agronómicos del cultivo de lechuga.
- ❖ Determinar el bioestimulante que presenta los mejores resultados
- ❖ Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

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

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS	MÉTODO DE VERIFICACIÓN
Analizar el efecto de los bioestimulantes en los parámetros agronómicos del cultivo de lechuga.	*Establecimiento del experimento *Aplicación de los tratamientos *Registro de las variables agronómicas, altura de planta, número de hojas, alto y largo de hojas.	*Los bioestimulantes permitirán obtener mejor producción de lechuga	Libro de campo Fotografías
Determinar el bioestimulante que presenta los mejores resultados	*Registro del peso neto de la parcela y el rendimiento, mediante el uso de la una balanza digital.	*Se determinó el mejor bioestimulante en el rendimiento de lechuga, *Peso de las hojas *Peso de la parcela	Libro de campo Fotografías
Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio	*Determinar los costos de producción del cultivo de lechuga, rentabilidad y la relación beneficio/costo.	*Relación beneficio/costo *Rendimiento *Costo de producción	Excel Análisis económico

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. Origen de la lechuga

La lechuga es un cultivo que tuvo su domesticación desde hace más de 2 500 años, el cual tuvo sus orígenes en las regiones templadas de Europa, América del Norte y Asia, es un cultivo que inicio con los egipcios, mismos que producían aceites a partir de sus semillas y a su vez fue representada como una planta sagrada, denominado Dios de la reproducción, de los egipcios el cultivo de lechuga paso a los griegos, quienes dieron a conocer a los romanos, por lo que existen registros que en el año 50 un escritor romano describió las diversas variedades de lechuga que poseían, fue tanta la importancia que el cultivo aún prevalece en la actualidad, siendo una de las hortalizas más importantes en todo el mundo (Chisaguano & Maigua, 2022).

8.2. Importancia de la lechuga

La lechuga a nivel mundial tiene una gran producción de alrededor de 27,55,195 toneladas y su superficie de 1,226,45 hectáreas, por lo que para el año 2020 el rendimiento fue de 22 tn/ha, su principal productor de esta hortaliza es China con el 51%, seguido por Estados Unidos con el 15% y por último tenemos a la India con 4%, representando una producción del 71,7 % a nivel global (Caballero & Muylema, 2023).

Este cultivo es de gran importancia debido a que es rica en vitaminas A, B y C, también, contiene carbohidratos, proteínas, calcio y hierro, además, tiene principios como un narcótico mismo que es utilizado en la medicina, por lo que sirve para la restauración de los nervios que se encuentran desgastados y beneficia a los órganos respiratorios (Salinas, 2013).

El cultivo de lechuga es de ciclo anual por lo que su producción se encuentra entre los 35 y 120 días, esto dependerá de la variedad utilizada, por lo que la lechuga cressa tiene un crecimiento corto, por lo que puede ser empleado tanto en campo, en invernadero o en sistemas hidropónicos, por lo que cuando se realiza una producción bajo condiciones controladas se puede obtener un producto con mucha mayor calidad para el consumidor, la lechuga es un cultivo que tiende a desarrollarse mejor en los climas templados con temperaturas de 13 y 18 °C mensuales, el pH óptimo para este cultivo es de 6 a 7, ya que es una hortaliza que puede soportar altos niveles de sales en el suelo, aunque se pueden desarrollar en ese tipo de suelo, tiene efectos negativos ya que aumenta la sensibilidad a las altas temperaturas, lo que provoca daños al momento de la producción (Agüero, 2011).

8.3. Taxonomía de la lechuga

Tabla 2. Taxonomía de la lechuga crespa (*Lactuca sativa*).

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Dicotiledónea
Orden:	Asterales
Familia:	Asteráceas
Género:	Lactuca
Especie:	sativa

Fuente: (Caballero & Muylema, 2023)

8.4. Variedades de lechuga

8.4.1. Variedad *Lollo rosso*

Esta variedad tiene su origen en Italia, es una planta propia de verano, aunque puede ser cultivada en otros meses siempre y cuando sea en invernadero, el aspecto principal de esta variedad son sus hojas, ya que presentan un verde en su interior con sus bordes rojizos y de color rojo y morado, la presencia de antocianinas es lo que le da el color particular en sus hojas, su método de recolección puede ser entera o a medida que esta va creciendo, su tallo es aéreo, herbáceo, se siembra en febrero hasta abril ya sea en semillero o de forma directa, para su germinación las semillas no deben estar totalmente cubiertas, porque necesitan luz para que puedan emerger, esta variedad se la trasplanta a una distancia de 25 a 30 cm, su riego debe ser constante cuando hace mucha calor (Reinoso, 2019).

8.4.2. Variedad *Lollo bionda*

Esta lechuga presenta unas hojas verdes limón, con una textura delicada y un sabor suave, este cultivar es de fácil manejo ya que es resistente para las plagas y enfermedades y no necesita mucha temperatura para su germinación, esta planta siempre necesita de suelos húmedos, que se encuentren con altos niveles de nutrientes, su tallo es aéreo, su crecimiento es erecto, su ciclo de vida es de 86 días, 30 en semillero y 56 días entre el trasplante y la cosecha, esta variedad se debe sembrar a una distancia recomendada de 40 cm entre surcos y 30 cm entre plantas, además, presenta un rendimiento comercial de 18 toneladas por hectárea (Muñoz *et al.* 2017).

8.4.3. Crisp Head

Este tipo de lechuga se caracteriza por una cabeza cerrada, misma que presenta una mayor resistencia a los daños mecánicos, las hojas forman un cogollo apretado o a su vez una cabeza robusta, sus hojas que están en el exterior son abiertas, gruesas, sus bordes son rizados que sirven como un tipo de envoltura, las cuales protegen al cogollo (Toapaxi, 2023).

8.4.4. Grandes lagos 118

Esta variedad se da muy bien en zonas que tiene épocas con mucho calor, en épocas en donde la temperatura es muy bajas y por ende pasa nublado, por lo que tiende a formar una cabeza suelta, el tiempo de cosecha es de 55 a 60 días, presenta un promedio de 600 a 700 gramos, esta variedad es resistente a las distintas enfermedades (Semval, 2021).

8.5. Morfología de la lechuga

La lechuga es una planta herbácea, sus hojas son su principal órgano de consumo, es una hortaliza que se consume principalmente en fresco, dependiendo de la variedad que se utilice, su ciclo tendrá una duración de 50 a 60 días en las variedades tempranas y 70 a 80 días en las variedades tardías (González & Zepeda, 2013).

La lechuga tiene una raíz pivotante, mismo que puede llegar a medir alrededor de 30 centímetros, esta hortaliza presenta un sistema radicular muy bien desarrollado, esto también dependerá del tipo de suelo en que se encuentre el cultivo, por lo que un suelo suelto el sistema radicular será muy denso y profundo (Martínez, 2019).

Sus hojas son de forma redonda, mismas que se encuentran en forma de roseta, en algunas ocasiones mantiene la forma de sus hojas durante todo su desarrollo vegetativo, en ocasiones pueden acogollar, sus limbos son un poco lisos, esto dependerá de la variedad que se vaya a utilizar, también, dependerá de la variedad su coloración verde amarillenta (Caballero & Muylema, 2023).

Su tallo es corto, cuando llega a la floración se puede alargar hasta un metro de altura se pueden desarrollar un capítulo de 15 a 25 flores de un color amarillo, son pequeñas, mismas que se encuentran reunidas en anchas cimas con numerosas bractéolas, además, en los tallos de todas

las variedades de lechuga se encuentra una especie de savia lechosa, mismo que le da el nombre al género *Lactuca*, el cual viene del latín *lac*, a lo que se refiere a dicha savia (Martínez, 2019).

8.6. Fenología y desarrollo del cultivo

Las principales etapas del cultivo son las siguientes:

En esta fase emergen los cotiledones, cuando comienza el crecimiento radicular en profundidad, aparecen las primeras hojas verdaderas (Reinoso, 2019).

Inicia con la aparición de las nuevas hojas, disminuyendo la relación largo y ancho de los folíolos, acortando los peciolo, representando un aspecto de roseta con alrededor de 12 a 14 hojas, la duración de este ciclo dependerá del cultivar que se está utilizando y la época que se siembra, por lo que se estima que la presente fase tiene una duración de 60 a 70 días (Enríquez, 2014).

En la presente fase las hojas son más anchas que largas, tienen una curva por eje de la nervadura central y como consecuencia de esto las hojas que están saliendo se quedan envueltas por las hojas que ya estaban establecidas anteriormente (Reinoso, 2019).

Cuando de lechuga alcanza esta fase, la cabeza pierde calidad, por lo que esta fase se produce una serie de cambios químicos en la planta y hojas, volviendo amargas al gusto, tomando una forma alargada, apareciendo un tallo floral que puede llegar a medir de entre 80 cm a 1 metro de altura, con una inflorescencia en capítulos de 15 a 25 flores cada uno, este periodo o fase tiene una duración de 35 a 50 días (Vásquez, 2015).

Las semillas de lechuga comienzan su maduración entre 11 a 13 días después que se haya dado la floración y continúa madurando hasta que las flores mueren, para evitar esto las semillas deben ser recolectadas antes que la planta alcance su madurez completa, este periodo tiene una duración de 12 a 21 días (Reinoso, 2019).

8.7. Condiciones edafoclimáticas

Los suelos que presentan una gran cantidad de materia orgánica son ideales para esta hortaliza, esto se debe que el sistema radicular de la lechuga no es muy larga, por eso los suelos que retienen la humedad y también que presentan un buen drenaje son los más apropiados para la

lechuga, los terrenos que presenten sustancias como el fósforo y el potasio, hacen que las lechugas no repollen de la mejor manera, provocando que la cabeza no tenga una estabilidad y no presente la fuerza necesaria para la apertura de las hojas (Cásseres, 2000).

La temperatura de germinación en las semillas es de entre 20 a 24 °C, durante las fases de crecimiento el cultivo de lechuga requiere una temperatura de 14 a 18 °C con máximas de 24 °C y mínimo 7 °C, esto se debe a que la lechuga necesita que exista una diferencia entre la temperatura del día y la noche, en el caso que dicha temperatura este debajo de los 7 °C en un periodo de 10 a 30 días, existe una emisión precoz de los tallos, en el caso de las altas temperaturas superiores a los 24 °C el desarrollo del tallo se acelera y como consecuencia la calidad de la hortaliza se ve afectada, debido a la acumulación de látex en los tejidos (Lobo, 2003).

El sistema radicular de las plantas de lechuga es muy reducido, por lo que es un cultivo sensible a la falta de humedad, por lo que no puede soportar pequeños periodos de sequía, por lo que una buena humedad relativa es esencial para la lechuga siendo esta del 60 al 80%, si existe una alta humedad ayuda al ataque de enfermedades como es el caso del moho blanco y el mildiu vellosa (Infoagro, 2023).

8.7.1. Luminosidad

La luz es una gran fuente de energía para poder realizar la fotosíntesis, por lo que es de gran importancia para el crecimiento del cultivo, la intensidad de la luz es necesaria para los diferentes procesos del vegetal por lo que necesario para llevar a cabo la producción de las fases, la duración está determinada por el tiempo que transcurrió entre la salida y la puesta del sol, la duración de los crepúsculos aumenta cuando la latitud es mayor, en el caso del cultivo de lechuga exige una alta luminosidad, con esto mejora el desarrollo del follaje en volumen y peso, ya que si no tiene una buena iluminación las hojas serán más delgadas, por lo que no se recomienda sembrar en épocas de invierno, ya que la radiación solar es muy baja (Gastiazord, 2017).

8.8. Requerimientos nutricionales

El cultivo de lechuga extrae aproximadamente 45 toneladas por hectárea, en el caso del nitrógeno extrae 100 kilogramos por hectárea, fósforo 50 kilogramos por hectárea, potasio 250

kilogramos por hectárea, calcio 51 kilogramos por hectárea y magnesio 22 kilogramos por hectárea, por lo que es necesario equilibrar dichas carencias que se pueden presentar en el cultivo, por lo que estos elementos son necesarios para que la planta puede desarrollarse, además, la materia orgánica es otro factor muy importante, ya que, contienen los macronutrientes mismos que también son primordiales para que la lechuga alcance su óptimo desarrollo (Guangasig, 2022).

8.9. Valor nutricional de la lechuga

La lechuga es una hortaliza fresca que se ha convertido en el principal condimento en las ensaladas, es una hortaliza que posee gran cantidad de agua alrededor del 95%, también, aporta hidratos de carbono y proteínas, es una fuente rica en fibra, siendo en su mayoría celulosa, por lo que la hace ideal para las dietas, además, contiene provitaminas que es un antioxidante mismo que puede reducir los ataques cardíacos, aumentado la eficiencia al sistema inmunitario, el contenido de vitamina C ayuda a evitar el envejecimiento prematuro, en cuanto a los minerales la lechuga contiene pequeñas cantidades de potasio y hierro, contiene aminoácidos, mismo que son primordiales en la formación de proteínas (Roca M. , 2017).

Tabla 3. Composición nutritiva de la lechuga crespa por cada 100 gramos de parte comestible.

Compuesto	Cantidad
Calorías	18 kcal
Agua	94 g
Proteína	1,30 mg
Grasas	0,30 mg
Cenizas	0,90 mg
Carbohidratos	3,50 mg
Fibra	1,9 mg
Calcio	68 mg
Hierro	1,40 mg
Fósforo	25 mg
Vitamina C	18 mg

8.10. Manejo agronómico del cultivo de lechuga

El suelo debe ser preparado antes de realizar el trasplante, por ello se debe realizar una remoción de las capas superficiales e incorporar materia orgánica, con el fin de mejorar las propiedades físicas del suelo, con esto se busca lograr un buen desarrollo radicular, seguido se debe realizar los surcos y como último la realización de camas, otra forma de preparar el suelo para sembrar es la utilización de acolchado de cubiertas orgánicas, esto se puede realizar con la finalidad de mantener un buen control de la maleza, además, esto ayuda a que el suelo mantenga una buena humedad (Vásquez, 2015).

Para Noguera (2004), la utilización de almácigos es una tecnología utilizada frecuentemente en plantaciones pequeñas, ya que es una práctica que tiene una alta demanda de mano de obra, por lo que tiene un elevado precio en grandes plantaciones, para la preparación de los almácigos se recomienda el uso de bandejas germinadoras de 300 alveolos, en el cual se debe sembrar una semilla a una profundidad de 5 mm, cuando hayan pasado alrededor de 30 días las plántulas de lechuga ya estarán listas para ser llevadas a campo, para ese momento las lechugas deben contar con 5 a 6 hojas verdaderas y una altura aproximada de 8 cm.

Cuando las plántulas hayan alcanzado una altura de 8 a 10 cm deben ser trasplantadas, por lo que se debe humedecer la tierra o el sustrato, con la finalidad de lograr que se desprenda la tierra, con esto se busca separar las plántulas sin dañar su sistema radicular (Torres, 2003).

El tipo de siembra más utilizado es el caballote o surcos, ya que se pueden plantar en ambos lados, sin embargo, en huertos el método más utilizado es la plantación en tablón, las distancias de siembras utilizadas en caballotes son de 60 a 65 cm entre plantas y entre surcos, en el caso de tablones son de 1,5 a 2 metros, en los cuales se deben marcar una línea de 25 a 30 cm de distancia, donde las plantas quedarán a una distancia de 15 a 25 cm entre ellas (Imbaquingo, 2013).

La lechuga al ser un cultivo que no puede soportar la sequía, si existe un exceso de humedad en el suelo esto puede provocar la aparición de enfermedades en el cuello de las plantas, dentro de los distintos sistemas de riego que se puede realizar el sistema por goteo y las cintas de exudación automatizadas con programadores son las mejores para obtener una mayor eficiencia, la intensidad de riego varía según las condiciones climáticas que se presente en el lugar y las etapas fenológicas del cultivo, por lo tanto, los riegos a la lechuga deben ser diarios

en las primeras semanas, de acuerdo al estado del suelo se puede regar de tres a 4 veces por semana, la cantidad de agua dependerá de las condiciones climáticas que se presenten en el lugar donde está establecido el cultivo y las condiciones del suelo, la cantidad de agua utilizada debe ser la adecuada tanto que la planta no sufra un déficit hídrico, evitando siempre el encharcamiento, ya que, la lechuga no soporta estas condiciones (Noguera, 2004).

La lechuga es un cultivo que tiene variaciones en los requerimientos nutricionales, dependerá también de la variedad que se vaya a utilizar, esta hortaliza es de ciclo corto porque requiere de una fertilización antes de haber realizado el trasplante y posterior a eso una fertilización complementaria como un fertirriego en drench o foliar, dicha fertilización será basada en el análisis de suelo, el clima del lugar donde se sembrara las lechugas, el ciclo del cultivo, las características de la variedad utilizada, para ello el 70 a 80% del requerimiento debe ser incorporado al suelo cuando lo estén preparando y una fertilización adicional en las primeras tres semanas después del haber realizado el trasplante, además, otro factor que se debe tener en cuenta es la preparación del suelo, ya que puede presentarse suelos ácidos, por lo que es necesario la aplicación de enmiendas con la finalidad de mejorar la absorción de los nutrientes por parte del cultivo de lechuga, en ocasiones los elementos como el zinc, boro y cobre están presentes en el suelo en bajos contenidos por lo que se debe incorporar en las primeras dos a tres semanas después del trasplante (Vallejo & Estrada, 2004).

Al momento de realizar la cosecha los principales índices de madurez son el tamaño del producto, la compactación de la cabeza o el grado de arpeollamiento y el tiempo que trascurrió el trasplante, en el caso del tiempo trascurrido varía de acuerdo a la variedad utilizada y a los factores climáticos, en el caso del grado de compactación se debe presionar con la mano la lechuga y cuando se requiera una fuerza moderada es porque ya está lista para ser cosechada, para ello se debe realizar un corte con un cuchillo filoso al ras del suelo, se debe eliminar las hojas que se encuentren sucias o que hayan sido quemadas por el sol y que presenten cualquier daño, además, se debe considerar el tiempo trascurrido el mismo que debe ser de 90 a 100 días, como máximo 2 meses antes que aparezcan las flores y la producción se vuelva amarga por la presencia del látex (Cerde & Montero, 2021).

8.11. Bioestimulantes

Los bioestimulantes son productos naturales o sintéticos, mismo que pueden ser aplicados o mezclados con fertilizantes, contribuyendo al mejoramiento en el crecimiento de las plantas, además, el uso de los bioestimulantes puede contrarrestar el daño por el uso de productos químicos, favoreciendo al rendimiento de los diferentes cultivos, ya que los bioestimulantes ayudan a la absorción y asimilación de los diferentes micronutrientes, en algunos casos la utilización de estos productos ayuda a que las plantas puedan mejorar la resistencia al estrés abiótico, mejorando las características agronómicas del cultivo de lechuga (Edmeades, 2016).

Según Samudio (2020), los bioestimulantes tienen un efecto positivo, dando como resultado la influencia en su metabolismo, estimulando la síntesis de las hormonas naturales, aumentando la actividad y facilitando la absorción de los distintos nutrientes que se encuentran en el suelo, ayudando al crecimiento radicular, además, ayuda a que las plantas sobrevivan a las condiciones extremas, como la sequía y la contaminación mediante metales pesados, estos productos también contienen macro y micronutrientes en concentraciones reguladas para brindar lo necesario para un buen desarrollo del cultivo.

Los bioestimulantes son sustancias que ayudan a promover el crecimiento y desarrollo de las distintas plantas, también, ayudan a mejorar el metabolismo, el mismo que permiten a que las plantas sean más resistentes a las diferentes condiciones adversas como lo son las sequías y diferentes plagas, el contenido nutricional de los bioestimulantes ayuda a que las plantas se desarrollen de una mejor manera, ya que mediante la estimulación se beneficia el aprovechamiento de los diferentes nutrientes a las plantas (Intagri, 2015).

Los bioestimulantes ayudan al incremento de las metabólicas y fisiológicas de las plantas, ayudando al desarrollo de la raíz, tallos, flores, hojas y los frutos, además, ayudan al incremento de la fotosíntesis, ayudando a la disminución de los daños que son causados por los factores climáticos, también, ayudan a mejorar el estado nutricional de las plantas, manteniendo un equilibrio entre las hormonas, lo que llega a favorecer en la síntesis de las giberelinas, auxinas y citoquininas (Lozada, 2017).

8.11.1. Formulación de los bioestimulantes

Para Samudio (2020), existen diferentes bioestimulantes, en algunos casos son definidos como los compuestos por aminoácidos, polisacáridos o polipéptidos y en otro caso hay grupos de bioestimulantes más complejos en cuanto su composición química, como son las algas marinas, y los ácidos húmicos, también pueden contener macro y micronutrientes, en concentraciones balanceadas.

Los bioestimulantes son formulaciones que tiene como base varios compuestos químicos, vitaminas, enzimas y otros elementos, además, sus concentraciones hormonales en baja, así como las demás formulaciones, por lo que se recomienda para la aplicación de bioestimulantes que se maneje un volumen de 0,5 a 1 litro de la formulación por unidad de superficie (Sembralia, 2021).

Los bioestimulantes ayudan a la fijación de nitrógeno con la ayuda de cepas microbianas, donde ayudan a los constituyentes de materia orgánica, los cuales son clasificados según los pesos moleculares, como ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, compuestos que por lo general proviene de la materia orgánica humificada, además, ayudan a aumentar la capacidad de intercambio catiónico de los suelos, permitiendo mejorar la absorción de macro y micronutrientes (Quintero & Rouillet, 2023).

8.11.2. Ácidos húmicos

Los ácidos húmicos son compuestos de sustancias húmicas y a su vez contienen compuestos orgánicos del humus, su composición química de los ácidos es muy compleja y esta varía de acuerdo con la materia prima que se usa para su extracción, los ácidos húmicos forman humatos, son capaces de fijar los nutrientes que son aplicados como fertilizantes, con esto se disminuye las pérdidas por lixiviación, ayudan al incremento de la capacidad catiónica del suelo y por la retención de la humedad, además, ayuda a la estimulación de la raíz, lo que ayuda a la absorción de los nutrientes (Molina, 2002).

Los ácidos húmicos son moléculas complejas, que están formadas por la descomposición de la materia orgánica, misma que influye en la fertilidad del suelo, ayudando al crecimiento de las plantas (Atiyeh *et al.* 2002), por lo que la aplicación foliar ayuda a la corrección de las

deficiencias nutricionales en las diferentes plantas, lo que beneficia al aumento del volumen de las raíces, aumentando los pelos absorbentes (Singh, 2002).

Las sustancias húmicas se las puede utilizar como un protector contra los efectos fitotóxicos que son causados por la utilización de herbicidas para el control de las malezas, por lo que las moléculas humificadas se pueden asociar con otros componentes orgánicos como son los aminoácidos, mejorando la tolerancia de las plantas a las diferentes condiciones que se pueden presentar en el cultivo (Santos *et al.* 2007).

Los ácidos húmicos se los pueden encontrar en diferentes concentraciones en todos los suelos, esto se debe como consecuencia directa de la descomposición de los vegetales, por lo que su proporción en el suelo varía, ya que dependerá de las características del mismo, siendo de gran importancia en suelos que carezcan de retención de agua, evitando la pérdida de los distintos nutrientes por lixiviación (Ojisa, 2018).

8.11.3. Algas marinas

Las algas marinas tienen altos niveles de sustancias bioestimulantes presentes en las células, actualmente se puede encontrar diversos tipos de algas marinas las cuales contienen bioestimulantes, entre ellas podemos encontrar especies como *Ascophyllum*, *Sargassum* y *Macrocystis*, los efectos positivos que tiene el uso de las algas marinas incluye en la mejora en la germinación de las plántulas, desarrollo de las raíces, mayor vigor a las plantas, las algas marinas son muy utilizadas como bioestimulantes, por lo que pueden incentivar a la planta en la producción de su propia hormona, el uso de este producto ha presentado buenos resultados, donde se ha incrementado hasta en un 50% el rendimiento de los cultivos, logrando así un mayor beneficio económico para los agricultores (Rathore *et al.* 2009).

Las algas marinas tienen la capacidad de retener la humedad en el suelo, presentan un alto contenido de fibra, también, ayudan a la reducción de la degradación del suelo, que ha sido afecto por los productos químicos, además, actúan como estimulantes en el crecimiento y el desarrollo de las estructuras de las plantas, esto se debe a su mayoría a la gran concentración de citoquininas que poseen las algas marinas (Pérez, 2022).

8.11.4. Aminoácidos

Los aminoácidos son moléculas que contienen péptidos y proteínas que son de gran importancia, puesto que son producidos por las plantas, los aminoácidos son sintetizados de manera normal siempre y cuando cumplan diversas funciones en las plantas, una de las funciones que desarrollan es mejorar la absorción del nitrógeno, por lo que actualmente el uso de los bioestimulantes está dirigido a la ayuda de la mitigación del estrés biótico y abiótico, los aminoácidos son sustancias seguras que están libres de toxicidad o fitotoxicidad, por lo cual presentan beneficios directos e indirectos en las plantas (Intagri, 2018).

Las sustancias aminoácidos tienen efectos en las propiedades físicas, químicas y biológicas en los suelos, así como el crecimiento y desarrollo vegetal, además reduce los riegos en la planta, ya que evita que sufra una deficiencia del hierro y así evitar también que desarrolle síntomas de clorosis férrica (Sánchez, 2003).

Los aminoácidos son muy utilizados en la agricultura, esto se debe a sus numerosos beneficios, como resistencia al estrés, fotosíntesis, polinización y otros factores de crecimiento, ayuda al equilibrio de la flora que se encuentra en los suelos, una vez que los aminoácidos ingresan a la planta estimulan el crecimiento de la clorofila y a su vez ayuda a la producción de vitaminas (Castillo, 2022).

Torres & Hernández (2014), mencionan que los aminoácidos, además de tener una participación en las síntesis proteicas, también, hacen la síntesis de hormonas, los aminoácidos están involucrados en la producción de enzimas antioxidantes, para mitigar el daño que es causado por las especies de oxígeno reactivas (ROS), mismas que son producidas bajo situaciones de estrés.

Existen varias formas de obtener aminoácidos, puede ser por hidrólisis enzimática e hidrólisis químico, con esto el tipo de aminoácido y la cantidad varía de acuerdo a la proteína, por lo que el proceso para su obtención es esencial, ya que de ello dependerán las estructuras (Roca & Mroginski, 2015).

Las plantas pueden asimilar aminoácidos que están presentes en el suelo, sin embargo, la absorción de aminoácidos es poca entendida, estudios han demostrado que los aminoácidos son

la fuente primaria, estando estos distribuidos de manera uniforme, en algunos casos los aminoácidos suelen presentarse en concentraciones altas (Serralta, 2014).

8.12. Antecedentes Investigativos

En la provincia de Cotopaxi, se probó el efecto de la evaluación de tres bioestimulantes en la producción de acelga, en la investigación se estableció un diseño de bloques completamente al azar, se evaluaron algas marinas, aminoácidos y ácidos húmicos, dando como resultado el mejor tratamiento fue aminoácidos + variedad Fordhook giant, quien obtuvo mejores resultados en cada una de las variables agronómicas evaluadas, además, presentó un costo beneficio positivo (Herrera & Ormaza, 2023).

Otra investigación relevante fue realizada en la Amazonia Ecuatoriana, donde se evaluaron dos variedades de lechuga *lollo rosso* y *lollo bionda*, y diferentes distancias de plantaciones, en la investigación utilizaron un diseño de bloques al azar, dando como resultado que mientras mayor distancia tenga la plantación mejor será su desarrollo fisiológico, en cuanto al rendimiento se obtuvo mejores resultados en la plantación donde la distancia fue menor, lo que permitió conocer de la mejor manera las variedades estudiadas (Reinoso, 2019).

En la provincia del Guayas, donde se evaluó dos variedades de lechuga y la aplicación de tres dosis de bioestimulantes, durante la investigación se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 2 x 4, dando como resultado que la aplicación de los bioestimulantes tuvo un efecto positivo en las variedades de lechuga, en el caso del rendimiento la variedad great lakes fue la que obtuvo mayores resultados, dando a entender que la aplicación de los bioestimulantes es una alternativa para la producción de cualquier variedad de lechuga (Loor, 2016).

La presente investigación fue realizada en el barrio Santa Fe de la Parroquia Atahualpa en el Cantón Ambato, el objetivo de la investigación es conocer las características agronómicas de diferentes variedades de lechuga, en el trabajo se empleó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con seis tratamientos y tres repeticiones, donde la variedad Hm I (V1) obtuvo los mejores resultados en cada una de las variables evaluadas, por lo que la producción de lechuga es una alternativa fiable para los diferentes productores del país (Salinas, 2013).

El presente estudio fue realizado en las comunidades de Bolinda y Santa Fe, en el departamento de La Paz, Bolivia, los cultivares utilizados fueron Grand Rapid, Grand Rapid Bonanza y Waldmann's, el objetivo de la investigación fue la evaluación de las variables agronómicas de los cultivares de lechuga, en el ensayo se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con dos repeticiones, dando como resultado el buen rendimiento de los distintos cultivares, es decir, que en las dos zonas evaluadas el cultivo de lechuga tiene un buen desarrollo, logrando buenos rendimientos (Intipampa, 2014).

La presente investigación fue realizada en el sector de Quinsaloma en la Parroquia de Izambo, Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua, se empleó un diseño de bloques completamente al azar, con seis tratamientos y cuatro repeticiones, donde se evaluó diferentes productos orgánicos, obteniendo los mejores resultados al aplicar bioestimulantes, ya que influyó en el crecimiento y desarrollo de las hojas de lechuga, en el caso del análisis económico presentaron una relación beneficio/costo de \$0,57, desde el punto de vista económico presentaron buenos porcentajes de rentabilidad (Jiménez, 2012).

9. HIPOTESIS

Ho: Ningún bioestimulante influirá en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*)

Ha: Al menos un bioestimulante influirá en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*)

10. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

10.1. Ubicación y duración del ensayo

La presente investigación se desarrolló en la parroquia el Carmen perteneciente al Cantón La Maná, cuya ubicación UTM: E697736 N9896488 zona 17 S, con una altitud de 223 msnm, esta actividad se realizó de octubre a febrero.

10.2. Tipo de investigación

10.2.1. Experimental

La presente investigación es de tipo experimental porque los datos obtenidos de la experimentación y comparación de las variables, con el fin de determinar las causas de los fenómenos que se presentan en la investigación, por lo que esta investigación permite modificar variables, con lo que evalúa los resultados obtenidos.

10.2.2. Documental

Esta investigación es de tipo documental debido que se recopiló información bibliográfica de tesis de grados, artículos científicos e investigación referente al tema, con la finalidad que permita comparar y discutir los resultados obtenidos al finalizar el proyecto.

10.2.3. De Campo

Los resultados obtenidos fueron evaluados directamente del desarrollo del cultivo de lechuga, con la aplicación de los bioestimulantes, mediante la observación y la respectiva toma de datos de cada unidad experimental.

10.2.4. Analítica – descriptiva

Por lo ya mencionado, la investigación permitió poner en práctica el pensamiento crítico y la habilidad de razonar, para aceptar o rechazar la hipótesis, lo que lo hace una investigación de tipo analítica – descriptiva.

10.3. Condiciones agrometeorológicas

Tabla 4. Condiciones agrometeorológicas del Cantón La Maná

Parámetros	Promedios
Temperatura mínima	19,20 °C
Temperatura máxima	27,2 °C
Humedad	85 - 86 %
Viento	0,8 – 0,9 m/s
Insolación	1,3 horas
Rad	11,2 – 11,4 MJ/m ² /día
ETo	2,43 – 2,46 mm/día

Fuente: (Tayupanda & Tumbaco, 2022)

Elaborado por: Cedeño & Sarango (2024)

10.4. Materiales y equipos

Tabla 5. Materiales y equipos

Materiales y equipos	Cantidad
Machete	2
Pala	1
Flexómetro	1
Ácidos húmicos	1 Litro
Algas marinas	1 Litro
Aminoácidos	1 Litro
Piola	2 rollos
Regadora de agua	1
Balanza	1
Libro de campo	1

Elaborado por: Cedeño & Sarango (2023)

10.4.1. Características de la composición de los bioestimulantes empleados en la investigación

10.4.1.1. Ácidos húmicos

En la tabla 6 se encuentra la composición de los ácidos húmicos utilizados en la presente investigación:

Tabla 6. Composición del Ácido Húmico

Composición	Cantidad
Ácidos húmicos	21.0 % p/v
Ácidos fúlvicos	3.70 % p/v
Potasio (K ₂ O)	4.60 % p/v

Elaborado por: Cedeño & Sarango (2023)

Fuente: (Novagro, 2023)

10.4.1.2. Algas marinas

En la tabla 7 se encuentra la composición de las algas marinas utilizados en la presente investigación:

Tabla 7. Composición de las Algas marinas

Composición	Cantidad
Aminoácidos	1,40 % p/v
Polisacáridos	0,31 % p/v
Manitol	0,0507 % p/v
Auxinas	4,65 ppm
Citoquininas	0,29 ppm

Elaborado por: Cedeño & Sarango (2023)

Fuente: (Agroactivo, 2023)

10.4.1.3. Aminoácidos

En la tabla 8 se encuentra la composición de los aminoácidos utilizados en la presente investigación:

Tabla 8. Composición de los Aminoácidos

Composición	Cantidad (ppm)
Aminoácidos	16,92
Leucina	0,59
Glicina	3,52
Valina	0,57
Ácido aspártico	0,91
Arginina	0,08
Alanina	1,72
Fenil alanina	0,42

Elaborado por: Cedeño & Sarango (2023)

Fuente: (GVM, 2020)

10.5. Factores en estudio

Esta investigación estuvo conformada por Factores A y B

Factor A: Bioestimulantes

- **a1:** Agua
- **a2:** Ácidos húmicos
- **a3:** Algas marinas
- **a4:** Aminoácidos

Factor B: Variedades de lechuga crespa

- **b1:** *Lollo bionda*
- **b2:** *Lollo rosso*

10.6. Diseño Experimental

En la presente investigación se empleó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con arreglo factorial de (4 x 2) donde el factor A representa a los bioestimulantes y el factor B a las variedades de lechuga, con 8 tratamientos y tres repeticiones, conformando un total de 24 unidades experimentales.

10.7. Tratamientos en estudio

Los tratamientos empleados en la investigación se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 9. Tratamientos en estudio

Tratamientos	Descripción
T1	Variedad <i>Lollo rosso</i> sin bioestimulante
T2	Variedad <i>Lollo bionda</i> sin bioestimulante
T3	<i>Lollo rosso</i> + Ácidos húmicos
T4	<i>Lollo bionda</i> + Ácidos húmicos
T5	<i>Lollo rosso</i> + Algas marinas
T6	<i>Lollo bionda</i> + Algas marinas
T7	<i>Lollo rosso</i> + Aminoácidos
T8	<i>Lollo bionda</i> + Aminoácidos

Elaborado por: Cedeño & Sarango (2023)

10.8. Esquema del experimento

Basado en las variables dependientes e independientes se muestra a continuación los tratamientos presentes en la investigación.

Tabla 10. Esquema del experimento

Tratamiento	Repeticiones	Plantas/ Unidad experimental	Total
T1 Variedad <i>Lollo rosso</i>	3	24	72
T2 Variedad <i>Lollo bionda</i>	3	24	72
T3 <i>Lollo rosso</i> + Ácidos húmicos	3	24	72
T4 <i>Lollo bionda</i> + Ácidos húmicos	3	24	72
T5 <i>Lollo rosso</i> + Algas marinas	3	24	72
T6 <i>Lollo bionda</i> + Algas marinas	3	24	72
T7 <i>Lollo rosso</i> + Aminoácidos	3	24	72
T8 <i>Lollo bionda</i> + Aminoácidos	3	24	72
Total			576

Elaborado por: Cedeño & Sarango (2023)

10.9. Análisis de varianza

Los resultados de las variables estudiadas fueron sometidos a un análisis de varianza, representando las fuentes de variación con sus respectivos grados de libertad, como se detalla a continuación:

Tabla 11. Análisis de varianza

Fuente de variación		Grados de libertad
Bloques	(r-1)	2
Factor A	(a-1)	3
Factor B	(b-1)	1
Factor A * B	(a-1) (b-1)	3
Error experimental	(r-1) (t-1)	14
Total	(r.t-1)	23

Elaborado por: Cedeño & Sarango (2023)

10.10. Manejo del ensayo

10.10.1. Limpieza del terreno

Se inició con la eliminación de la maleza que se encontraba en el área de estudio, esto se lo realizo con la ayuda de herramientas como machete.

10.10.2. Medición del terreno

Para ello se utilizó una cinta métrica y se colocó estacas en las esquinas, donde será el área del experimento es de 7 metros de ancho por 18 metros de largo, con 0,50 cm de camino, dándonos un área total de 126 m² en lo que respecta al terreno ocupado en la investigación.

10.10.3. Preparación de las camas

La preparación de las camas se inició delimitando cada una de las unidades experimentales con la ayuda de piola, esto se realizó días antes de realizar el trasplanta, con lo cual sus medidas son de 1,80 m de ancho por 1,80 metros de largo, dando un total de 3,24 m² de medida por cada parcela.

10.10.4. Control de maleza y plagas

El control de malezas se lo realizo de forma manual, para lo cual se procedió a la limpieza de cada unidad experimental, esta actividad se la realizo cada que existía presencia de maleza en la plantación, para controlar la plaga de grillo topo (*Gryllotalpa gryllotalpa*) que se presentó en la plantación se aplicó un insecticida cada 15 días con una dosis de 2 ml/L.

Tabla 12. Insecticida aplicado en la investigación

Ingrediente activo	Presentación	Acción fitosanitaria	enfoque	Control para:	Dosis	N° Aplicación
Thiamethoxam + Lambda-cyhalothrin	Envase plástico / 250 cc	Insecticida	Conto	Grillo topo (<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>)	2 ml/L	2

Elaborado por: Cedeño & Sarango (2023)

10.10.5. Riego

Se realizó un riego manual con la ayuda de una regadera, lo cual se procedió hacer todos los días, dependiendo del estado en el que se encuentre el suelo, debido a la época invernal muchas veces el suelo se mantenía húmedo, por lo cual no necesitaba de un riego diario.

10.10.6. Aplicación de bioestimulantes y toma de datos

La aplicación de productos inicio al momento de haber realizado el trasplante, a las 24 unidades experimentales, los bioestimulantes utilizados fueron ácidos húmicos, algas marinas y aminoácidos, la aplicación se realizó 4 aplicaciones con un intervalo de 15 días, siendo la primera aplicación el día del trasplante y la última aplicación 45 días después del trasplante, para aquello se utilizó las dosis recomendadas en la ficha técnica de los productos, en la cual se aplicó una regla de tres siendo en el tratamiento de algas marinas la recomendación de 1000 ml en 200 litros de agua, al dividir nos da como resultado 5 ml/L, el mismo procedimiento se realizó para los otros productos.

Tabla 13. Dosis recomendada de la ficha técnica

Bioestimulantes	Dosis recomendada	Dosis usadas
Ácidos Húmicos	40000 mililitros/ 200 litros de agua	200 ml/litro
Algas marinas	1000 mililitros/200 litros de agua	5 ml/litros
Aminoácidos	1000 mililitros/200 litros de agua	5 ml/litros

Elaborado por: Cedeño & Sarango (2023)

Los datos fueron tomados cada 15 días, a 8 plantas por unidad experimental, siendo las plantas centrales respetando así el efecto borde, siendo evaluadas las variables como: altura de planta (cm), largo de hoja (cm), ancho de hoja (cm), número de hojas (unidad), diámetro ecuatorial (mm), peso por planta (g), peso por parcela (kg) y rendimiento (kg).

10.11. Variables evaluadas

10.11.1. Altura de planta

Esta variable fue tomada a los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante a las 8 plantas teniendo en cuenta el efecto borde, para esto se utilizó un flexómetro y se midió desde la base hasta el

ápice de la hoja más alta de la planta para lo cual se estiro la hoja, los datos fueron expresados en cm.

10.11.2. Largo de hoja y ancho de hoja

Esta variable fue evaluada a los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante, para lo cual se procedió a seleccionar la hoja más desarrollada de cada planta, para la toma de esta variable se utilizó una cinta métrica y los datos fueron expresados en cm.

10.11.4. Número de hojas

Esta variable se la tomo a los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante a las 8 plantas teniendo en cuenta el efecto borde, se contabilizo las hojas presentes en cada una de las plantas en estudio. Este enfoque permite analizar la evolución del crecimiento de las plantas a lo largo del tiempo, considerando la posible variabilidad en función de la ubicación en el experimento.

10.11.5. Diámetro ecuatorial

Esta variable se la tomo a los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante, se utilizó un pie de rey el cual se ubicó en la mitad de la planta haciendo presión de las hojas hacia arriba y de esa forma se tomó los datos a las 8 plantas evaluadas de cada tratamiento, datos que fueron expresados en mm y posteriormente convertidos a cm

10.11.6. Peso por planta

Para esta variable se realizó mediante el peso de las 8 plantas cosechadas, se utilizó una balanza para obtener los datos, mismos que fueron expresados en gramos. Esta metodología proporciona información cuantitativa sobre la masa total de las plantas, lo que puede ser crucial para comprender el rendimiento y desarrollo general de las plantas en el contexto del experimento. Este enfoque de medición del peso ofrece una perspectiva cuantitativa precisa que complementa la evaluación cualitativa del número de hojas, brindando una visión más completa de la respuesta de las plantas al trasplante.

10.11.7. Producción por parcela

Los datos fueron obtenidos mediante el peso de la cosecha de la biomasa total por tratamientos con la ayuda de una balanza, mismos datos que fueron expresados en gramos. Este enfoque de

medición de la biomasa total ofrece una evaluación integral del impacto de las condiciones o tratamientos en el crecimiento y desarrollo de las plantas, proporcionando información valiosa sobre la productividad y el rendimiento en términos de masa vegetal.

10.11.8. Rendimiento (kg/ha)

Para el rendimiento se tomó los datos del peso de cada tratamiento conforme a la producción de cada uno, mismo que conforman tres metros y veinticinco centímetros de área cultivada por parcela, por lo que se estableció cual obtuvo un mejor rendimiento general a partir de los datos obtenidos.

$$\text{Rendimiento} \left(\frac{Kg}{Ha} \right) = \frac{\text{Peso en campo (Kg)}}{\text{Area de estudio (m}^2\text{)}} * \frac{10000m^2}{1Ha}$$

10.11.9. Análisis económico

Para establecer los ingresos y beneficios obtenidos de cada uno de los tratamientos en estudio se consideró el precio actual que tiene la lechuga en el mercado, por lo cual se estimó los siguientes rubros: ingreso bruto por tratamiento, el rubro se debe multiplicar por la producción obtenida y por el valor comercial de la misma venta, para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$\mathbf{IB = Y * PY}$$

Donde:

IB: Ingreso bruto

Y: Producto

PY: Precio del producto

Costos totales por tratamiento (CT)

Para el cálculo de los costos totales se debe considerar cada uno de los valores invertidos para el desarrollo de las diferentes actividades e insumos que fueron empleados en la presente investigación, mismos que serán identificados y sumados por cada uno de los tratamientos.

Beneficio neto (B/N)

Se establece mediante la diferencia entre los ingresos brutos y los costos totales de cada tratamiento, esto se realiza con la siguiente fórmula:

$$\mathbf{BN = IB-CT}$$

Donde:

BN: Beneficio neto

IB: Ingreso bruto

CT: Costos totales

Un Beneficio Neto positivo sugiere que los ingresos superan los costos, lo que indica una rentabilidad favorable, mientras que un Beneficio Neto negativo indica una situación menos rentable en la que los costos son mayores que los ingresos. La consideración del Beneficio Neto es esencial para comprender la viabilidad económica y la eficacia financiera de cada tratamiento.

Relación costo beneficio (C/B)

Se estableció la rentabilidad de los tratamientos mediante la división de los beneficios netos por el costo de producción de tratamientos, empleando la siguiente fórmula:

$$\mathbf{C/B=BN/CT}$$

Donde:

BN: Beneficio neto

CT: Costos totales

11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

11.1. Altura de planta (cm)

En la tabla 14, se puede observar que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, siendo el mejor resultado a los 60 días el tratamiento T4 *Lollo bionda* + ácidos húmicos y T6 *Lollo bionda* + algas marinas, quienes obtuvieron los promedios más altos, con un valor de 25,82 y 25,55 cm manteniendo esta constante de crecimiento durante todos los periodos evaluados en la investigación.

Tabla 14. Altura de planta en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*) en el Cantón La Maná

Tratamientos	Altura de planta (cm)			
	15 días	30 días	45 días	60 días
T1 Variedad <i>Lollo rosso</i> + Agua	5,38 b	8,88 c	16,92 b	20,75 b
T2 Variedad <i>Lollo bionda</i> + Agua	6,67 b	9,02 c	16,98 b	21,65 b
T3 <i>Lollo rosso</i> + Ácidos húmicos	7,69 a	10,85 ab	10,01 ab	24,91 a
T4 <i>Lollo bionda</i> + Ácidos húmicos	7,33 a	11,43 a	19,93 a	25,82 a
T5 <i>Lollo rosso</i> + Algas marinas	6,82 ab	10,32 abc	18,79 ab	24,73 a
T6 <i>Lollo bionda</i> + Algas marinas	7,80 a	11,30 a	19,93 a	25,55 a
T7 <i>Lollo rosso</i> + Aminoácidos	6,04 b	9,17 bc	17,15 b	22,36 b
T8 <i>Lollo bionda</i> + Aminoácidos	6,64 ab	10,06 abc	18,01 ab	22,47 b
CV	27,58	19,52	15,69	9,20

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Cedeño & Sarango (2024)

11.1.2. Efecto simple de la altura de planta

Al analizar los efectos simples se observa que existen diferencias estadísticas significativas ya sea para el factor bioestimulantes como el factor de variedades de lechuga. Sin embargo, el mejor bioestimulante fue ácidos húmicos con la variedad *Lollo bionda*, obteniendo los mejores resultados en la altura de planta.

Tabla 15. Efectos simples de la altura de planta en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*) en el Cantón La Maná

Factor A: Bioestimulantes		Factor B: Variedades de lechuga	
a1. Agua	21,20 c	b1. <i>Lollo rosso</i>	22,62 b
a2. Ácidos Húmicos	25,36 a	b2. <i>Lollo bionda</i>	24,44 a
a3. Algas Marinas	24,01 b		
a4. Aminoácidos	23,55 b		

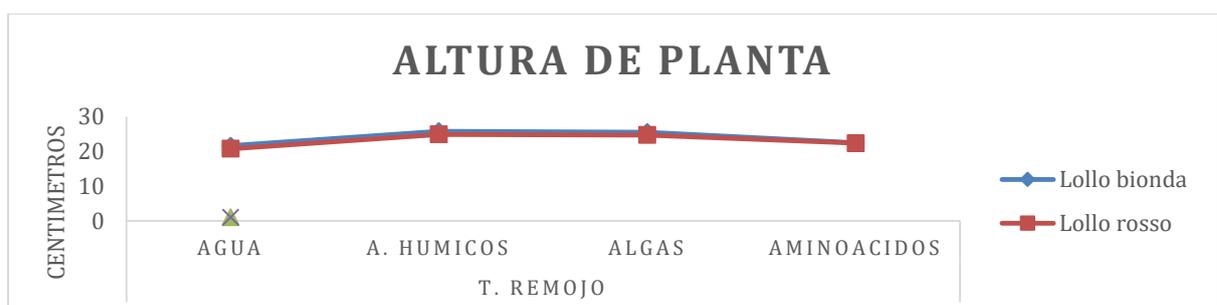
CV: 9,36

Elaborado por: Cedeño & Sarango (2024)

11.1.3. Interacciones de la altura de planta

En el gráfico 1, se observa la interacción de los factores A bioestimulante y b variedades de lechuga, en la variable de altura de planta se observa que no hubo diferencias significativas entre los bioestimulantes, sin embargo, las interacciones con ácidos húmicos en las dos variedades de lechuga presentaron los promedios más alto para esta variable, determinando que el ácido húmico son efectivos en el cultivo de lechuga. Resultados similares a los notificados por Vega (2014), este autor evaluó diferentes bioestimulantes entre ellos los ácidos húmicos, el cual demostró que son efectivos en el desarrollo del cultivo de lechuga, los cuales brindan los nutrientes necesarios para que la lechuga obtenga resultados positivos en la altura de planta. Así, Loor (2016), informó que al aplicar bioestimulantes en la variedad Great Lakes y Salinas obtuvo valores positivos en la altura de planta, demostrando así la efectividad que tienen los bioestimulantes independientemente de los cultivares utilizados.

Gráfico 1 Interacción de la Altura de planta en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*) en el Cantón La Maná



Elaborado por: Cedeño & Sarango (2024)

11.2. Número de hojas

En la tabla 16, se muestra que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados en los periodos de evaluación de 45 días y 60 días, dándonos a entender que a partir de los 45 días es donde podemos observar los efectos que genera cada bioestimulante en la variable, siendo el mejor tratamiento el tratamiento 6 *Lollo bionda* + algas marinas con promedio de 20,25 hojas, seguido por el tratamiento 8 *Lollo bionda* + aminoácidos con 20,13 hojas.

Tabla 16. Número de hojas en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*) en el Cantón La Maná

Tratamientos	Número de hojas			
	15 días	30 días	45 días	60 días
T1 Variedad <i>Lollo rosso</i> + Agua	2,21 a	4,13 a	7,04 b	14,00 d
T2 Variedad <i>Lollo bionda</i> + Agua	2,25 a	4,25 a	7,50 ab	15,92 cd
T3 <i>Lollo rosso</i> + Ácidos húmicos	2,29 a	4,29 a	7,67 ab	16,00 cd
T4 <i>Lollo bionda</i> + Ácidos húmicos	2,50 a	4,50 a	8,63 a	19,71 abc
T5 <i>Lollo rosso</i> + Algas marinas	2,50 a	4,50 a	8,58 a	18,04 abc
T6 <i>Lollo bionda</i> + Algas marinas	2,63 a	4,63 a	9,96 a	20,25 a
T7 <i>Lollo rosso</i> + Aminoácidos	2,42 a	4,42 a	8,00 ab	17,25 bc
T8 <i>Lollo bionda</i> + Aminoácidos	2,50 a	4,63 a	8,68 a	20,13 ab
CV	32,42	18,97	21,29	17,09

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Cedeño & Sarango (2024)

11.2.2. Efecto simple en el número de hojas

Las medias del número de hojas, demuestran que no existen diferencias estadísticas significativas entre los bioestimulantes, siendo el que presento una mayor media algas marinas, por lo contrario, el factor B existen diferencias estadísticas siendo la variedad *Lollo bionda* la que presento un mayor valor.

Tabla 17. Efectos simples del número de hojas en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*) en el Cantón La Maná

Factor A: Bioestimulantes		Factor B: Variedades de lechuga	
a1. Agua	14,96 b	b1. <i>Lollo rosso</i>	16,32 b
a2. Ácidos Húmicos	18,06 a	b2. <i>Lollo bionda</i>	19,00 a
a3. Algas Marinas	19,15 a		
a4. Aminoácidos	18,48 a		

CV: 17,13

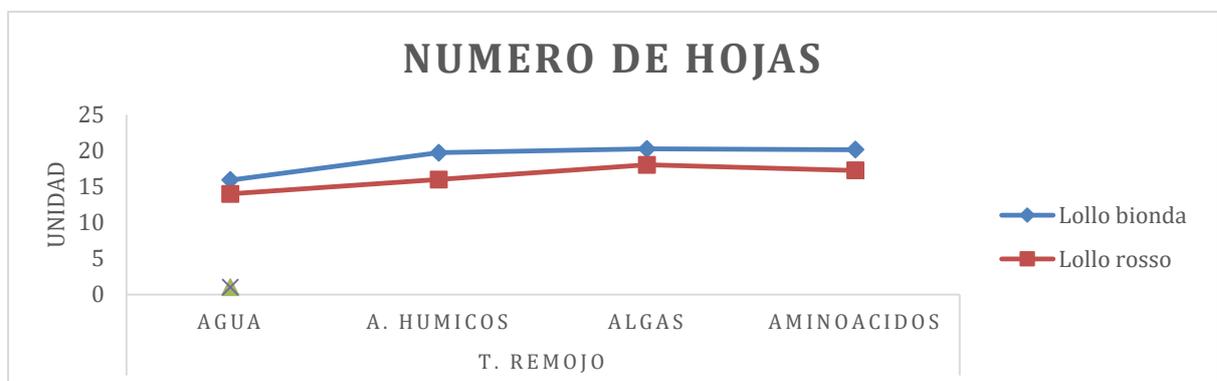
Elaborado por: Cedeño & Sarango (2024)

11.2.3. Interacciones en el número de hojas

En la gráfica 2, se observa que existen diferencias significativas entre los bioestimulantes y las variedades de lechuga en el número de hojas, siendo ácidos húmicos el que dio mejor resultado con la variedad *Lollo bionda*, Un estudio reportado por Sepúlveda (2021), al evaluar un fertilizante organomineral, presento un inferior número de hojas, debido a que la absorción de los nutrientes es menor, interfiriendo la temperatura en la absorción de los nutrientes.

Por su parte, Campos (2012), menciona que el uso de bioestimulante de algas marinas se obtiene valores positivos en el número de hojas, demostrando que las algas marinas presentaron un efecto positivo en la lechuga, debido a que brindan al cultivo una mejor movilización de los nutrientes.

Gráfico 2 Interacción del número de hojas en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*) en el Cantón La Maná



Elaborado por: Cedeño & Sarango (2024)

11.3. Largo de hoja (cm)

En la tabla 18, en los periodos de 15 y 30 días de evaluación existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos, a partir de los periodos de 45 y 60 días no existieron diferencias estadísticas, por lo cual demuestra que todos los bioestimulantes tienen un efecto positivo y similar en el largo de hoja, siendo el T3 *Lollo rosso* + Ácidos húmicos el de mayor media de largo de hoja con 18,03 seguido por el T6 *Lollo bionda* + Algas marinas con 17,97.

Tabla 18. Largo de hoja en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*) en el Cantón La Maná

Tratamientos	Largo de hoja			
	15 días	30 días	45 días	60 días
T1 Variedad <i>Lollo rosso</i> + Agua	5,63 bc	7,93 bc	13,69 a	17,19 a
T2 Variedad <i>Lollo bionda</i> + Agua	4,79 c	7,01 c	13,54 a	17,00 a
T3 <i>Lollo rosso</i> + Ácidos húmicos	7,27 a	9,57 a	15,20 a	18,03 a
T4 <i>Lollo bionda</i> + Ácidos húmicos	6,50 ab	8,80 ab	14,23 a	17,67 a
T5 <i>Lollo rosso</i> + Algas marinas	5,85 abc	8,29 abc	13,76 a	17,35 a
T6 <i>Lollo bionda</i> + Algas marinas	7,26 a	9,56 a	14,88 a	17,97 a
T7 <i>Lollo rosso</i> + Aminoácidos	6,52 ab	8,82 ab	14,63 a	17,88 a
T8 <i>Lollo bionda</i> + Aminoácidos	6,33 abc	8,63 ab	14,16 a	17,60 a
CV	28,77	21,22	14,67	8,59

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Cedeño & Sarango (2024)

11.3.1. Efectos simples en el largo de hoja

El análisis del efecto simple del largo de hoja revela que no hay diferencias estadísticamente significativas entre el factor A (Bioestimulantes) y el factor B (Variedades de lechuga). Sin embargo, destaca que el bioestimulante de algas marinas, especialmente en combinación con la variedad *Lollo bionda*, mostró el valor más alto, sugiriendo de manera concluyente que los bioestimulantes tienen un impacto positivo en el largo de hoja. Estos hallazgos respaldan la idea de que ciertas combinaciones específicas, como el uso de algas marinas con la variedad *Lollo bionda*, pueden potenciar de manera significativa el desarrollo de las hojas en comparación con otras combinaciones.

Tabla 19. Efectos simples en el largo de hoja en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*) en el Cantón La Maná

Factor A: Bioestimulantes		Factor B: Variedades de lechuga	
a1. Agua	17,10 a	b1. <i>Lollo rosso</i>	17,48 a
a2. Ácidos Húmicos	17,74 a	b2. <i>Lollo bionda</i>	17,69 a
a3. Algas Marinas	17,82 a		
a4. Aminoácidos	17,69 a		

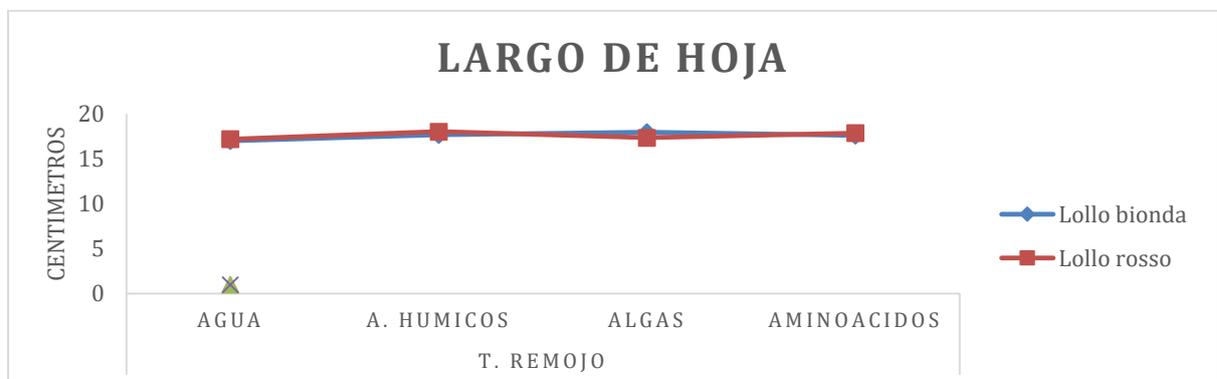
CV: 8,58

Elaborado por: Cedeño & Sarango (2024)

11.3.2. Interacciones en el largo de hoja

En el gráfico 3, se observa que no hubo diferencias significativas entre los bioestimulantes en el largo de hoja siendo la que dio mejor resultado ácidos húmicos con la variedad *Lollo rosso*, logrando determinar que los ácidos húmicos brindan una mayor cantidad de nutrientes para el desarrollo del cultivo. De acuerdo con Holguín (2018), al aplicar biofertilizantes se llega a obtener menor largo de hoja, esto se debe a que los bioestimulantes utilizados en la investigación, brindan al cultivo los nutrientes necesarios para que las plantas lleguen a obtener mayores resultados. Así, Lema (2018), menciona que al probar bioestimulante de microalgas, causa un efecto positivo en el largo de hoja, por lo que los efectos de los bioestimulantes aún pueden estimular el crecimiento vegetal.

Gráfico 3 Interacción en el largo de hoja en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*) en el Cantón La Maná



Elaborado por: Cedeño & Sarango (2024)

11.4. Ancho de hoja (cm)

En la tabla 20, en todos los periodos de evaluación existen diferencias significativas entre los tratamientos, manteniendo una tenencia en todos los periodos de evaluación como mayor media el tratamiento 7 *Lollo rosso* + Aminoácidos con un valor de 16,67 seguido por el tratamiento 6 *Lollo bionda* + Algas marinas con 16,22 a los 60 días de evaluación.

Tabla 20. Ancho de hoja en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*) en el Cantón La Maná

Tratamientos	Ancho de hoja			
	15 días	30 días	45 días	60 días
T1 Variedad <i>Lollo rosso</i> +Agua	4,10 c	6,12 b	11,16 b	14,31 d
T2 Variedad <i>Lollo bionda</i> + Agua	4,10 c	6,20 b	12,68 ab	14,70 d
T3 <i>Lollo rosso</i> + ácidos húmicos	5,17 abc	7,20 ab	12,81 ab	15,34 abc
T4 <i>Lollo bionda</i> + ácidos húmicos	4,40 bc	6,20 b	12,79 ab	14,76 cd
T5 <i>Lollo rosso</i> + Algas marinas	5,55 ab	7,65 a	13,61 a	16,10 abc
T6 <i>Lollo bionda</i> + Algas marinas	5,75 ab	7,85 a	13,75 a	16,22 ab
T7 <i>Lollo rosso</i> + Aminoácidos	5,87 a	7,97 a	13,83 a	16,67 a
T8 <i>Lollo bionda</i> + Aminoácidos	4,70 abc	6,81 ab	12,79 ab	15,06 bcd
CV	31,74	22,93	16,37	10,28

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Cedeño & Sarango (2024)

11.4.1. Efectos simples del ancho de hoja

El efecto simple en el ancho de hoja, deja expuesto que no existen diferencias significativas entre los bioestimulantes sin embargo se observaron mejores resultados con la aplicación de algas marinas con ancho de hoja de 16, en el caso de las variedades de lechugas si existieron diferencias significativas, siendo la variedad *Lollo bionda* la que presento un mayor ancho de hoja Con 15.92.

Tabla 21. Efectos simples en el ancho de hoja en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*) en el Cantón La Maná

Factor A: Bioestimulantes		Factor B: Variedades de lechuga	
a1. Agua	14,50 b	b1. <i>Lollo rosso</i>	14,87 b
a2. Ácidos Húmicos	15,64 a	b2. <i>Lollo bionda</i>	15,92 a
a3. Algas Marinas	16,00 a		
a4. Aminoácidos	15,43 a		

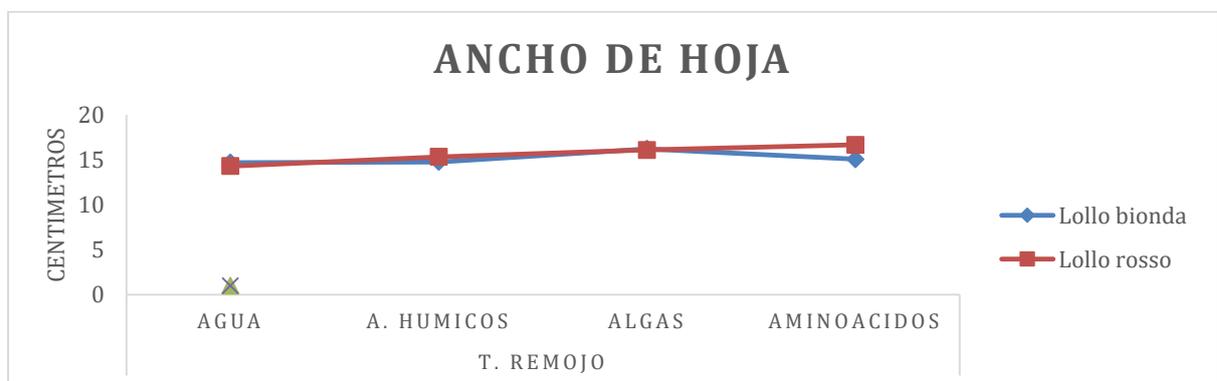
CV: 10,27

Elaborado por: Cedeño & Sarango (2024)

11.4.2. Interacciones en el ancho de hoja

Mediante la gráfica 4, en el ancho de hoja se puede observar que existen diferencias significativas entre los bioestimulantes, siendo el que mayor valor presento aminoácidos con la variedad *Lollo rosso*. Estos valores concuerdan con Alvario (2018), donde muestra que al usar bioestimulantes se logra obtener valores positivos en el ancho de hoja, brindando al cultivo una mejor absorción radicular, logrando una mejor eficiencia de los nutrientes en la planta. Por su parte, Cabrera (2021), menciona que al evaluar diferentes cultivares de lechuga en diferentes zonas geográficas, afectan de manera negativa el ancho de la hoja, por lo que los biofertilizantes son una alternativa en la influencia el desarrollo vegetativo del cultivo de lechuga.

Gráfico 4 Interacción en el ancho de hoja en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*) en el Cantón La Maná



Elaborado por: Cedeño & Sarango (2024)

11.5. Diámetro Ecuatorial (cm)

En la tabla 22, se muestra que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos y en todos los periodos de evaluación, siendo los tratamientos que mayor valor obtuvieron T5 Lollo rosso + algas marinas y T7 Lollo rosso + aminoácidos con los valores de 22,93 y 22,85 cm, cabe mencionar que estos tratamientos desde el inicio del periodo de evaluación a los 15 días hasta el último periodo a los 60 días mantuvieron la tendencia en ser los tratamientos con mayor respuesta, mientras que el tratamiento con los resultados más bajos se los obtuvieron con el tratamiento T1 Variedad *Lollo rosso* + Agua con un valor de 19.66 cm.

Tabla 22 Diámetro ecuatorial en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*) en el Cantón La Maná

Tratamientos	Diámetro ecuatorial			
	15 días	30 días	45 días	60 días
T1 Variedad <i>Lollo rosso</i> + Agua	3,52 b	5,32 a	9,17 d	19,66 c
T2 Variedad <i>Lollo bionda</i> + Agua	3,99 ab	5,53 a	10,72 bcd	20,05 abc
T3 <i>Lollo rosso</i> + ácidos húmicos	4,52 ab	6,22 a	12,99 ab	22,34 ab
T4 <i>Lollo bionda</i> + ácidos húmicos	4,52 ab	6,12 a	12,49 abc	21,30 abc
T5 <i>Lollo rosso</i> + Algas marinas	4,90 a	6,60 a	13,93 a	22,93 a
T6 <i>Lollo bionda</i> + Algas marinas	4,35 ab	6,05 a	11,21 bcd	21,11 abc
T7 <i>Lollo rosso</i> + Aminoácidos	4,87 a	6,57 a	13,71 a	22,85 a
T8 <i>Lollo bionda</i> + Aminoácidos	3,62 ab	5,69 a	11,142 cd	20,79 bc
CV	34,48	27,52	20,55	12,36

Elaborado por: Cedeño & Sarango (2024)

11.5.1. Efectos simples en el diámetro ecuatorial

Para el caso del diámetro ecuatorial, no existen diferencias significativas entre los bioestimulantes, pero los mejores resultados se obtuvieron con el bioestimulante a base de Algas marinas con un diámetro ecuatorial de 21.98 cm, mientras que en las variedades de lechuga si existieron diferencias significativas, siendo la mejor la variedad *Lollo bionda* con 21.94 cm.

Tabla 23 Efectos simples en el diámetro ecuatorial en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*) en el Cantón La Maná

Factor A: Bioestimulantes		Factor B: Variedades de lechuga	
a1. Agua	19,86 b	b1. <i>Lollo rosso</i>	20,81 b
a2. Ácidos Húmicos	21,82 a	b2. <i>Lollo bionda</i>	21,94 a
a3. Algas Marinas	21,98 a		
a4. Aminoácidos	21,86 a		

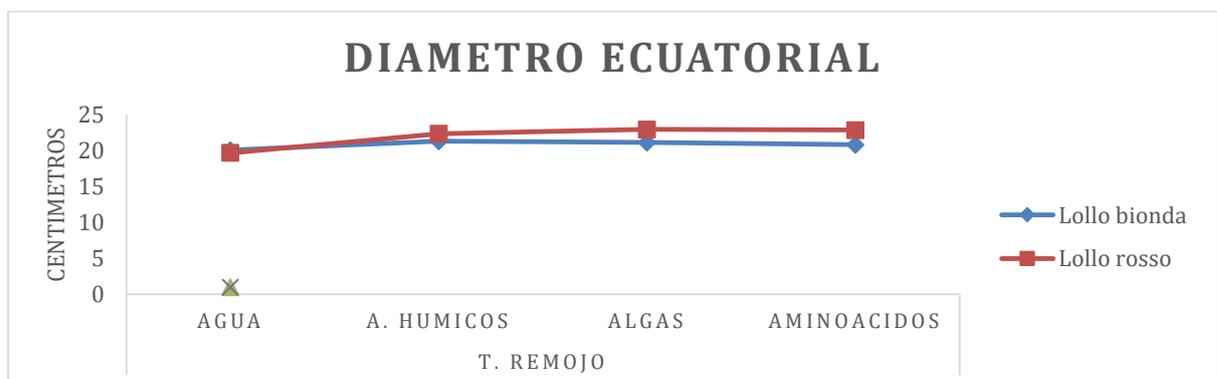
CV: 12,47

Elaborado por: Cedeño & Sarango (2024)

11.5.2. Interacciones en el diámetro ecuatorial

Mediante la gráfica 5, se puede observar que existen diferencias significativas entre los bioestimulantes, siendo aminoácidos los que presentó un mayor diámetro ecuatorial con la variedad *Lollo rosso*, demostrando que el efecto de los bioestimulantes es positivo en el diámetro ecuatorial. De acuerdo a lo reportado por Pérez (2021), se obtiene valores positivos al aplicar macronutrientes en lechuga, demostrando que los bioestimulantes pueden ofrecer los nutrientes necesarios para un óptimo desarrollo en la lechuga. Oviedo (2013), menciona que con la utilización de abonos orgánicos se puede obtener un menor diámetro ecuatorial, demostrando así que los bioestimulantes proporcionan a las plantas los nutrientes de una manera más rápida y eficaz, llegando a obtener resultados en tiempos más cortos.

Gráfico 5 Interacción del diámetro ecuatorial en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*) en el Cantón La Maná



Elaborado por: Cedeño & Sarango (2024)

11.6. Peso por planta (g)

En la tabla 24, se observa que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, siendo el que mayor peso por planta presento T6 Lollo bionda + algas marinas con un peso de 337,08 g, seguido por el T7 Lollo rosso + aminoácidos con un valor de 282,92 g, por el contrario el tratamiento 1 Variedad *Lollo rosso* + Agua y el tratamiento T2 Variedad *Lollo bionda* + Agua obtuvieron los valores más bajos con 115 g y 139 g demostrando así la importancia de la aplicación de bioestimulantes.

Tabla 24 Peso por planta en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*) en el Cantón La Maná

Tratamientos	Peso por Planta
T1 Variedad <i>Lollo rosso</i> + Agua	139,00 d
T2 Variedad <i>Lollo bionda</i> + Agua	152,50 cd
T3 <i>Lollo rosso</i> + Ácidos húmicos	259,50 b
T4 <i>Lollo bionda</i> + Ácidos húmicos	174,58 cd
T5 <i>Lollo rosso</i> + Algas marinas	337,08 a
T6 <i>Lollo bionda</i> + Algas marinas	282,92 ab
T7 <i>Lollo rosso</i> + Aminoácidos	216,46 bc
T8 <i>Lollo bionda</i> + Aminoácidos	19,24
CV	115,00 d

Elaborado por: Cedeño & Sarango (2024)

11.6.1. Efectos simples en el peso por planta

Según el efecto simple existen diferencias significativas entre los bioestimulantes, siendo algas marinas la que presento un mayor peso por planta con un valor de 255,83 g, en lo que respecta a las variedades si se obtuvieron diferencias estadísticas, siendo la variedad *Lollo bionda*, la que presento un mayor resultado con 238.01g, Este resultado sugiere de manera concluyente la efectividad particular de las algas marinas como bioestimulante, evidenciando un impacto significativo en el desarrollo y peso de las plantas en comparación con otras opciones evaluadas.

Tabla 25 Efectos simples en el peso por planta en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga cresa (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*) en el Cantón La Maná

Factor A: Bioestimulantes		Factor B: Variedades de lechuga	
a1. Agua	127,00 c	b1. <i>Lollo rosso</i>	181,25 b
a2. Ácidos Húmicos	206,00 b	b2. <i>Lollo bionda</i>	238,01 a
a3. Algas Marinas	255,83 a		
a4. Aminoácidos	249,69 ab		

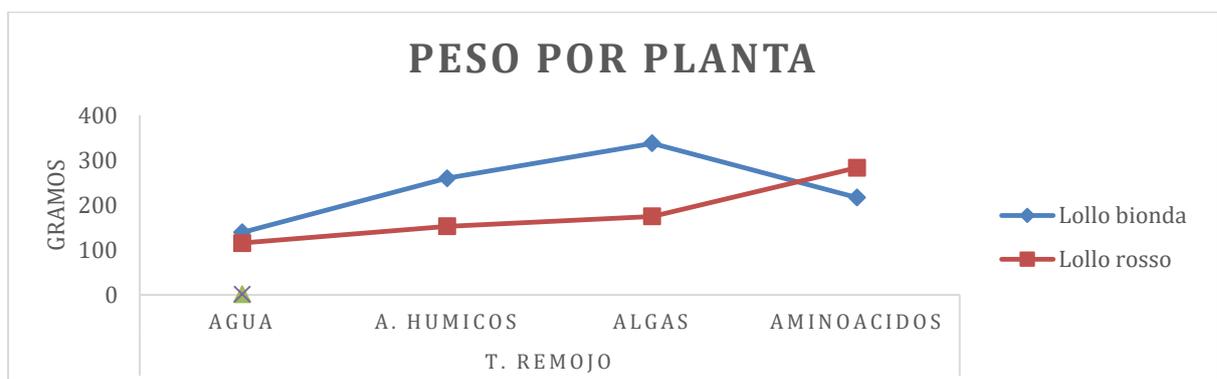
CV: 14,44

Elaborado por: Cedeño & Sarango (2024)

116.2. Interacciones en el peso por planta

Mediante la gráfica 6, se observa que existen diferencias significativas entre los bioestimulantes, siendo algas marinas quien presento el promedio más alto en el peso por planta, con la variedad *Lollo bionda*, demostrando la efectividad de los productos empleados en la investigación. Según Mundaca (2020), al aplicar fertilizantes orgánicos granulados, se llega a obtener un mejor peso por planta, debido a que los bioestimulantes son productos de rápida absorción, es decir, proporcionan al cultivo los nutrientes esenciales logrando así buenos resultados en el peso de la lechuga. Según los resultados reportados por Caballero & Muylema (2023), nos dicen que al aplicar biorreguladores no se logra obtener valores positivos en el peso de la lechuga, esto se debe a que fue utilizado un cultivar diferente, por lo tanto, los bioestimulantes son productos fiables para la producción de lechuga, consiguiendo resultados altos en sus rendimientos.

Gráfico 6 Interacción en el peso por planta en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga cresa (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*) en el Cantón La Maná



Elaborado por: Cedeño & Sarango (2024)

11.7. Producción por parcela (g)

En la tabla 26, se puede observar que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, obteniendo los mejores con el tratamiento T6 Lollo bionda + algas marinas, seguido T7 Lollo rosso + aminoácidos con un peso de 2696,67 y 2263,33 g/parcela. Los tratamientos con aplicación solo de agua obtuvieron los menores resultados en ambas variedades con 920,00g en la *Lollo rosso* y con 1112,00g en la *Lollo bionda*.

Tabla 26 Peso por parcela en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (Lollo rosso y Lollo bionda) en el Cantón La Maná

Tratamientos	Producción por Parcela
T1 Variedad Lollo rosso + Agua	920,00 c
T2 Variedad Lollo bionda + Agua	1112,00 bc
T3 Lollo rosso + Ácidos húmicos	1220,00 bc
T4 Lollo bionda + Ácidos húmicos	2076,00 abc
T5 Lollo rosso + Algas marinas	1396,67 bc
T6 Lollo bionda + Algas marinas	2696,67 a
T7 Lollo rosso + Aminoácidos	2263,33 ab
T8 Lollo bionda + Aminoácidos	1731,67 abc
CV	15,34

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Cedeño & Sarango (2024)

11.7.1. Efectos simples en el peso por parcela

Según el efecto simple se puede observar que existen diferencias significativas entre los bioestimulantes, siendo los que presentaron un mayor peso por parcela algas marinas y aminoácidos, en lo que respecta las variedades de lechuga no existieron diferencias significativas siendo Lollo rosso la que presentó un mayor valor, demostrando que la efectividad de las algas marinas es independiente de la variedad utilizada, Estos hallazgos proporcionan perspectivas valiosas para la selección de bioestimulantes en prácticas agrícolas, destacando la versatilidad de ciertos bioestimulantes en diferentes variedades de lechuga.

Tabla 27 Efectos simples en el peso por parcela en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*) en el Cantón La Maná

Factor A: Bioestimulantes		Factor B: Variedades de lechuga	
a1. Agua	1016,00 b	b1. <i>Lollo rosso</i>	1904,08 a
a2. Ácidos Húmicos	1648,00 ab	b2. <i>Lollo bionda</i>	1450,00 a
a3. Algas Marinas	2046,67 a		
a4. Aminoácidos	1997,50 a		

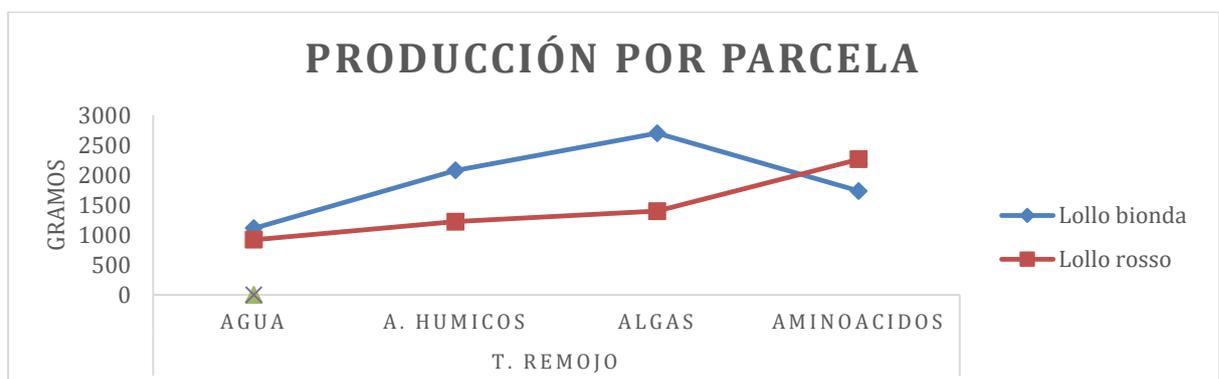
CV: 14,44

Elaborado por: Cedeño & Sarango (2024)

11.7.2. Interacciones del peso por parcela

Mediante la gráfica 7, se observa que existen diferencias entre los bioestimulantes, siendo algas marinas quien obtuvo los promedios más altos con la variedad *Lollo bionda*, demostrando que los bioestimulantes actúan de manera positiva en la variedad de lechuga. Estos valores concuerdan con los reportados por Herrera & Ormaza (2023), donde evaluaron diferentes bioestimulantes entre ellos las algas marinas, en hortalizas de hoja, demostrando que obtuvieron resultados positivos en el peso por parcela, indicando que los bioestimulantes ayudan a mejorar el metabolismo de las plantas, logrando un mejor crecimiento y desarrollo. De acuerdo con Terán (2015), con la aplicación de abonos orgánicos se logra resultados inferiores, debido a que los nutrientes están disponibles en periodo más largo, lo que diferencia a los bioestimulantes quienes son de una rápida asimilación y absorción, logrando resultados positivos en tiempos más cortos.

Gráfico 7 Interacción en el peso por parcela en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*) en el Cantón La Maná



Elaborado por: Cedeño & Sarango (2024)

11.8 Rendimiento (kg/ha)

En la tabla 28, se muestra que existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, siendo el que mayor resultado dio, el T6 *Lollo bionda* + algas marinas con un rendimiento de 84270,83 (kg/ha), seguido por T7 *Lollo rosso* + aminoácidos con valor de 70729,17 (kg/ha). Lo que demuestra que los bioestimulantes son de gran ayuda para aumentar la producción puesto que a comparación de los tratamientos con agua existe una diferencia muy marcada entre ellos, afirmando que los bioestimulantes estimulan de gran manera los procesos metabólicos de las plantas mejorando así la absorción y asimilación de nutrientes.

Tabla 28 Rendimiento en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*) en el Cantón La Maná

Tratamientos	Rendimiento (Kg/ha)
T1 Variedad <i>Lollo rosso</i> + Agua	28750,00 h
T2 Variedad <i>Lollo bionda</i> + Agua	34750,00 g
T3 <i>Lollo rosso</i> + Ácidos húmicos	38125,00 f
T4 <i>Lollo bionda</i> + Ácidos húmicos	64875,00 c
T5 <i>Lollo rosso</i> + Algas marinas	43645,83 e
T6 <i>Lollo bionda</i> + Algas marinas	84270,83 a
T7 <i>Lollo rosso</i> + Aminoácidos	70729,17 b
T8 <i>Lollo bionda</i> + Aminoácidos	54114,58 d
CV	9,47

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Cedeño & Sarango (2024)

11.8.1. Efectos simples en el rendimiento (kg/ha)

Según el efecto simple se puede apreciar que no existen diferencias significativas entre los bioestimulantes y las variedades de lechuga, obteniendo los mejores resultados con el bioestimulante algas marinas con la variedad *Lollo bionda*, demostrando que los bioestimulantes tienen efectos positivos independientemente de la variedad utilizada, aunque no haya diferencias estadísticas entre los tratamientos en general, ciertas combinaciones, como la mencionada, pueden maximizar los beneficios, indicando que los bioestimulantes tienen efectos positivos que pueden manifestarse de manera independiente de la variedad de lechuga

Tabla 29 Efectos simples en el rendimiento (kg/ha) en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga cresa (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*) en el Cantón La Maná

Factor A: Bioestimulantes		Factor B: Variedades de lechuga	
a1. Agua	31750,00 a	b1. <i>Lollo rosso</i>	45312,50 a
a2. Ácidos Húmicos	51500,00 a	b2. <i>Lollo bionda</i>	59502,60 a
a3. Algas Marinas	63598,33 a		
a4. Aminoácidos	62421,88 a		

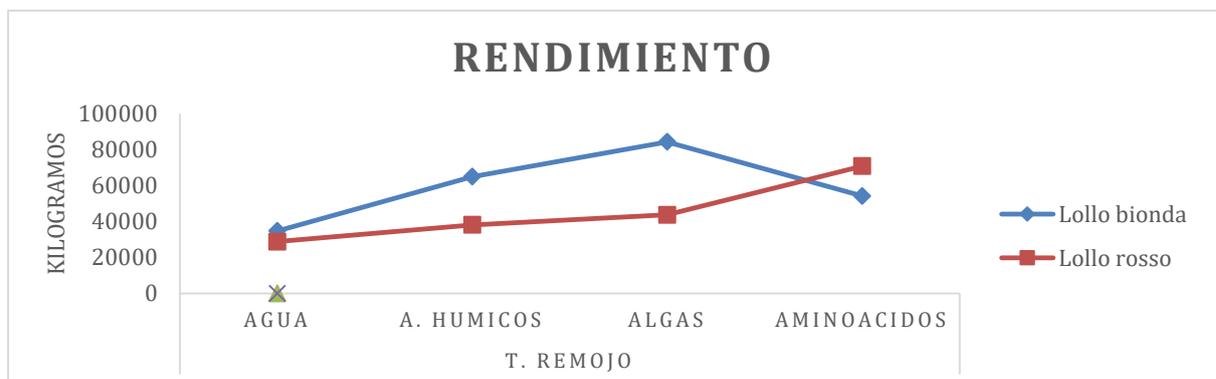
CV: 13,71

Elaborado por: Cedeño & Sarango (2024)

11.8.2. Interacciones del rendimiento (kg/ha)

Mediante la gráfica 8, se puede observar que hubo diferencias estadísticas significativas entre los bioestimulantes, siendo el producto de algas marinas con la variedad *Lollo bionda*, quien obtuvo los mejores rendimientos, indicando la importancia de los bioestimulantes en la producción de esta hortaliza. Según Telenchana (2017), al probar enraizantes obtuvo valores negativos, debido a que la principal función del enraizantes es mejorar la estructura y flora del suelo, en comparación a los bioestimulantes, los cuales aportando los nutrientes necesarios para un mejor rendimiento. Un estudio de Guamán (2010), reportó que al aplicar fertilizantes orgánicos se puede obtener valores positivos en lo que respecta al rendimiento, demostrando que los bioestimulantes cumplen con su función la cual es mejorar los rendimientos de los cultivos, mejorando su capacidad de absorción.

Gráfico 8 Interacción en el rendimiento (kg/ha) en la evaluación de tres bioestimulantes en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga cresa (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*) en el Cantón La Maná



Elaborado por: Cedeño & Sarango (2024)

12. Análisis económico

En la tabla 30, se muestra el respectivo análisis económico de cada uno de los tratamientos de la investigación, lo que respecta a los ingresos brutos el mejor tratamiento fue el T5 *Lollo bionda* + ALG con un ingreso de \$15,29, seguido por el tratamiento T6 *Lollo rosso* + AMI con \$11,67, en el caso de rentabilidad el mejor tratamiento fue el T5 *Lollo bionda* + ALG con un beneficio neto de \$6,98, la cual corresponde a una rentabilidad de 84%, lo cual demuestra que los bioestimulantes son una gran alternativa para reducir los costos en la producción de hortalizas, El precio del producto, el cual fue fijado por el (Sistema de Información Pública Agropecuaria, 2023) con un valor de \$1,72 por cada kilogramo.

Tabla 30 Análisis económico de los tratamientos en estudio

Tratamientos	Kg/ m ²	Precio kg \$	IB \$	CT	BN \$	C/B	Rentabilid ad (%)
T1 Variedad <i>Lollo rosso</i>	2,56	1,72	4,40	2,81	1,59	0,56	56
T2 Variedad <i>Lollo bionda</i>	2,83	1,72	4,86	2,81	2,05	0,72	72
T3 <i>Lollo rosso</i> + AH	3,66	1,72	6,29	7,06	-0,77	-0,11	-11
T4 <i>Lollo bionda</i> + AH	6,22	1,72	10,69	7,06	1,51	0,21	21
T5 <i>Lollo rosso</i> + ALG	4,19	1,72	7,20	8,31	-1,11	-0,13	-13
T6 <i>Lollo bionda</i> + ALG	8,89	1,72	15,29	8,31	6,98	0,84	84
T7 <i>Lollo rosso</i> + AMI	6,79	1,72	11,67	8,81	2,86	0,32	32
T8 <i>Lollo bionda</i> + AMI	5,45	1,72	9,37	8,81	0,56	0,06	6

Elaborado por: Cedeño & Sarango (2024)

13. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICOS)

Impacto social: Los agricultores son los principales beneficiarios de la investigación realizada, ya que se les brindara una alternativa que es amigable con el medio ambiente, lo que genera una seguridad alimentaria, ofreciendo a los consumidores productos libres de toxinas, mismos que pueden ocasionar graves daños a la salud.

Impacto técnico: En la investigación se ve reflejado a partir del trabajo en campo, donde se pudo observar la eficacia de los bioestimulantes, además, se implementó técnicas para la obtención de los mejores resultados en la producción de lechuga.

Impacto económico: El consumo de hortalizas con el paso del tiempo ha sufrido un incremento, por lo que los consumidores prefieren adquirir productos libres de algún agente

químico, con los productos orgánicos los agricultores podrán reducir los costos de producción, lo que significa que la economía de los mismos podrá mejorar progresivamente.

Impacto ambiental: El proyecto tiene un gran impacto positivo en el medio ambiente, ya que se utilizaron productos netamente orgánicos, siendo seguros para los agricultores y consumidores, además, con esto se ayudará a mantener los recursos del suelo, logrando evitar la degradación del mismo.

14. PRESUPUESTO

En la tabla 31, se detalla todos los materiales, cantidad y valor utilizados en la investigación:

Tabla 31. Presupuesto de la investigación

Descripción	Cantidad	Costo unitario USD	Costo total USD
Semillas	6 fundas	\$1,25	\$7,50
Pie de rey	1 unidad	\$23,85	\$23,85
Flexómetro	1 unidad	\$4,55	\$4,55
Bomba de fumigar	1 unidad	\$15,00	\$15,00
Libreta de campo	1 unidad	\$1,00	\$1,00
Gramera digital	1 unidad	\$18,00	\$18,00
Acido húmico	1 botella	\$8,50	\$8,50
Algas Marinas	1 botella	\$11,00	\$11,00
Aminoácidos	1 botella	\$12,00	\$12,00
Mano de obra	8 jornales	\$20	\$160
Total		\$115,15	\$261,40

Elaborado por: Cedeño & Sarango (2024)

15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ❖ Los bioestimulantes son una alternativa fiable para la producción de hortalizas, cada producto utilizado presento ser positivo en los parámetros agronómicos, mostrando su efectividad en cada una de las variables evaluadas, en la altura de planta el mejor bioestimulante fue el T3 *Lollo bionda* + ácidos húmicos, número de hojas T5 *Lollo bionda* + algas marinas, largo de hoja T2 *Lollo rosso* + ácidos húmicos, ancho de hoja T6 *Lollo rosso* + aminoácidos, diámetro ecuatorial T4 *Lollo rosso* + algas marinas y en el peso por planta, peso por parcela y rendimiento fue el T5 *Lollo bionda* + algas marinas.
- ❖ Se determinó el mejor bioestimulante fue algas marinas, presentando valores positivos en cada una de las variables evaluadas, obteniendo un alto rendimiento con el T5 *Lollo bionda* + algas marinas con un valor de 84270,83 kg, lo que indica que los bioestimulantes son una gran alternativa para la producción de lechuga.
- ❖ Se realizó un análisis económico de los distintos tratamientos evaluados, dando como mejor resultado al T5 *Lollo bionda* + ALG con un beneficio neto de \$6,98 y un costo beneficio de \$0,84.
- ❖ Basado en los resultados obtenidos se acepta la hipótesis **Ha**: Al menos un bioestimulante influirá en el comportamiento agronómico de dos variedades de lechuga crespa (*Lollo rosso* y *Lollo bionda*)

Recomendaciones

- Se recomienda la utilización de las dosis empleadas en la investigación, ya que presentaron resultados positivos en las dos variedades de lechuga utilizadas.
- Evaluar el cultivo en diferentes zonas y pisos climáticos del país, con el fin de comprobar si el efecto de los bioestimulantes se ve afectado por dichas condiciones.
- Se recomienda la utilización de las algas marinas a una dosis de 5 ml/L, con la cual se llega a obtener un buen desarrollo del cultivo de lechuga.

16. BIBLIOGRAFÍA

- Agüero, M. (2011). Modelado de la evolución de índices de calidad integral de lechuga mantecosa desde la precosecha hasta el consumidor. Universidad Nacional de La Plata. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/1458>
- Agroactivo. (2023). Extracto de algas marinas. Obtenido de <https://agroactivocol.com/producto/nutricion-vegetal/extracto-de-algas-marinas-2/>
- Álvarez, T., & Armendáris, J. (2015). La industria de semillas hortícolas y la producción de hortalizas en el Ecuador, en el marco de la soberanía alimentaria. Quito: Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7837/1/ups-qt06564.pdf>
- Alvario, A. (2018). Influencia de tres bioestimulantes aplicados al follaje sobre el rendimiento de la Lechuga “romana” (*Lactuca sativa* L.) en la zona de Pueblo Viejo. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/5044/te-utb-faciag-ing%20agrop-000014.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- Atiyeh, R., Lee, S., Edwards, C., Arancon, N., & Metzger, J. (2002). La influencia de los ácidos húmicos derivados de los desechos orgánicos procesados por lombrices en el crecimiento de las plantas. *Bioresource Technology*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852402000172>
- Caballero, K., & Muylema, L. (2023). Efecto de biorreguladores sobre el crecimiento y rendimiento de lechuga crespita (*Lactuca sativa*). La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/11554/1/UTC-PIM-000727.pdf>
- Cabrera, J. (2021). Evaluación de cuatro cultivares de lechuga en parámetros agronómicos similares en la Granja Santa Inés. Machala: Universidad Técnica de Machala. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16544/1/ttuaca-2021-ia-de00010.pdf>
- Campos, J. (2012). Evaluación del efecto del uso de fertilizantes foliares con acción bioestimulante, sobre la producción y calidad de lechugas. Santiago: Universidad de Chile. Obtenido de

<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/116070/memoriajuanpaulocamposfinal.pdf?sequence=1>

- Cásseres, E. (2000). Producción de hortalizas. San José - Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Castillo, E. (2022). Importancia de los aminoácidos en la agricultura bajo condiciones de estrés abiótico. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11367/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000204.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cerda, M., & Montero, M. (2021). Guías técnicas del manejo poscosecha de apio y lechuga para el mercado fresco. Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Obtenido de <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/J11-8683.pdf>
- Chisaguano, E., & Maigua, J. (2022). Respuesta del cultivo de lechuga crespa (*Lactuca Sativa*) a la aplicación de tres láminas de riego deficitario en las terrazas de formación lenta. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9445/1/PC-002394.pdf>
- Du Jardín, P. (2015). Bioestimulantes vegetales: Definición, concepto, principales categorías y regulación. Elsevier, 3-14. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423815301850>
- Edmeades. (2016). Los productos bioestimulantes ¿Qué hay detrás? Obtenido de <https://fertilizar.org.ar/wp-content/uploads/2021/02/2011-no-19-Los-productos-bioestimulantes.pdf>
- FAUBA. (2023). Herbario virtual fitopatología. Obtenido de Mildiu de la lechuga (*Bremia lactucae*): https://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page_id=24647
- García, A. (2011). Efectos de la aplicación de cuatro bioestimulantes orgánicos foliares sobre la producción del cultivo de lechuga orgánica en la zona de Cuesaca Provincia del Carchi. Universidad Técnica de Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/143>
- Gastiazord, J. (2017). La Luz como Factor Bioclimático. Facultad de Ciencias Agrarias. Obtenido de

<http://listas.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/LaLuzcomofactorbioclimatico.pdf>

- González, L., & Zepeda, A. (2013). Rendimiento de cinco variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) tipo gourmet ciclo primavera - verano. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Obtenido de <https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/bitstream/handle/i/3477/IAF1GOU01301.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guamán, R. (2010). Estudio bioagronómico de 10 cultivares de lechuga de cabeza (*Lactuca sativa*), utilizando dos tipos de fertilizantes orgánicos en el Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/313/1/13T0661%20.pdf>
- Guangasig, A. (2022). Evaluación del efecto de temperatura en el cultivo de hortalizas lechuga cressa, (*Lactuca sativa*) papa nabo, (*Brassica rapa*), nabo (*Brassica napus*), bajo cubierta plástica y campo abierto en el Campus Ceasa, Cantón Latacunga, Provincia De Cotopaxi. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9459/1/PC-002405.pdf>
- GVM. (2020). Bioestimulante foliar Gold Amino. Obtenido de <https://www.gvm.com.ec/fichas/ft-fer-foliar-amino.pdf>
- Herrera, J., & Ormaza, N. (2023). Evaluación de tres bioestimulantes en la producción de dos variedades de acelga (*Beta vulgaris*). La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/11468/1/UTC-PIM-000726.pdf>
- Holguín, M. (2018). Respuesta agronómica del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) ante la aplicación de dos biofertilizantes con tres dosis. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Obtenido de <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e88cd1d8-e35e-4961-8d3c-aaa20a8eb82a/content>
- Imbaquingo, V. (2013). Análisis productivo y económico del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) mediante la aplicación de tres niveles de compost, en la parroquia san pablo, provincia Imbabura. Loja: Universidad Nacional de Loja. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/609/1/PARTE%202%20TESIS.pdf>

- Infoagro. (2023). El cultivo de lechuga. Obtenido de <https://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>
- Intagri. (2018). Aminoácidos para la Bioestimulación de Cultivos Hortofrutícolas. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/aminoacidos-para-la-bioestimulacion-de-cultivos-hortofruticolas>
- Intagri. (2015). Bioestimulantes en Nutrición, Fisiología y Estrés Vegetal. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulantes-en-nutricion-fisiologia-y-estres-vegetal#:~:text=Los%20bioestimulantes%20son%20sustancias%20que,ataque%20de%20plagas%2C%20entre%20otras.>
- Intipampa, A. (2014). Evaluación del comportamiento agronómico de tres cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en dos comunidades del municipio de caranavi de la paz. La Paz - Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5595/T-2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jiménez, G. (2012). Aplicación de paquetes tecnológicos para la producción de lechuga crespa de hoja (*Lactuca sativa* L.). Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25879/1/tesis-161%20ingenier%c3%ada%20agron%c3%b3mica%20-cd%20489.pdf>
- Koppert. (2023). Minador sudamericano *Liriomyza huidobrensis*. Obtenido de <https://www.koppert.ec/retos/control-de-plagas/minadores-de-hojas/minador-sudamericano/>
- LaHuerta. (22 de Junio de 2021). La Huerta Lechuga Crespa 120-250GR. Obtenido de <https://mercahorro.com.ec/producto/la-huerta-lechuga-crespa-120-250gr/>
- Lema, K. (2018). Evaluación de soluciones de microalgas como bioestimulante natural en el cultivo hidropónico de lechuga (*Lactuca sativa*). Ibarra: Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Obtenido de <https://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/221/1/1.%20tesis.pdf>
- Lobo, M. (2003). Hortalizas, manual de asistencia técnica. Instituto Colombiano Agropecuario.

- Loor, Z. (2016). Evaluación agronómica de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) y su efecto a la aplicación de tres dosis de bioestimulantes. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Obtenido de <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/836e40f2-01ca-4ff3-8cd2-0235101c2e68/content>
- Lozada, C. (2017). Evaluación de tres bioestimulantes para el incremento de masa radicular y productividad en el cultivo establecido de fresa (*Fragaria x annassa*). Ambato. Universidad Técnica de Ambato, Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24873/1/tesis-145%20%20ingenier%c3%ada%20agron%c3%b3mica%20-cd%20456.pdf>
- Martínez, B. (2019). Evaluación del biosol generado en la producción de biogas, como biofertilizante en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*). Cevallos: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29476/1/tesis-229%20%20ingenier%c3%ada%20agron%c3%b3mica%20-cd%20630.pdf>
- Mera, M., Recalde, E., & Lema, K. (2019). Evaluación de soluciones de microalgas (*scenedesmus* sp) como bioestimulante natural en el cultivo hidropónico de lechuga (*lactuca sativa*). Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra. Obtenido de <https://axioma.pucesi.edu.ec/index.php/axioma/issue/view/25>
- Molina, E. (2002). Fuentes de Fertilizantes Foliare para Aplicaciones Foliare. Costa Rica.
- Morales, C. (2022). El uso de los Bioestimulantes. INIA. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6673/capitulo%206.pdf?sequence=11&isallowed=y>
- Mundaca, J. (2020). Dosis de fertilizante orgánico granulado en la producción del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Great Lakes, en la provincia de Lamas. Tarapoto - Perú: Universidad Nacional de San Martín. Obtenido de <https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/3895/1/agronom%c3%8da%20-%20julio%20cesar%20mundaca%20cruz.pdf>
- Muñoz, C., Peña, G., & Martínez, J. (2017). Cultivo de lechuga para Chiloé y Patagonia Verde (*Lactuca sativa* L.). Obtenido de INIA: <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/4798>

- Noguera, V. (2004). El huerto en el Jardín. Mundi-Prensa Libros.
- Novagro. (2023). Insumos Agrícolas Humina. Obtenido de <https://novagro.ec/humina/>
- ONU. (2021). Efectos de plaguicidas y fertilizantes sobre el medio ambiente y la salud y formas de reducirlos. Obtenido de https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34463/jsunepf_sp.pdf
- Ojisa. (27 de Junio de 2018). Ácidos Húmicos | acidos humicos :: Fertilizantes agrícolas . Obtenido de <https://www.acidoshumicos.com/acidos-humicos/>
- Oviedo, E. (2013). Evaluación bioagronómica de ocho cultivares de lechuga Iceberg (*Lactuca sativa* L.), con abonos orgánicos y químicos en el Cantón Chambo- Provincia de Chimborazo. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a750dcc4-9831-4dda-8b4d-d32a33bfd9b2/content>
- Pérez, J. (2021). Comparación de producción de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L) bajo sistema aeropónico vertical automatizado en el Cantón Daule - Guayas. Guayaquil: Universidad Agraria del Ecuador. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/archivos/perez%20ronquillo%20jose%20miguel.pdf>
- Pérez, K. (2022). Evaluación de la respuesta del frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación foliar y en drench de un extracto acuoso de algas marinas. Cevallos: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36368/1/tesis-324%20%20ingenier%c3%ada%20agron%c3%b3mica%20-%20p%c3%a9rez%20jinez%20kleber%20stalin.pdf>
- Quintero, C., & Rouillet, N. (2023). Bioestimulantes. Obtenido de <https://fertilizar.org.ar/bioestimulantes/>
- Rathore, S., Chaudhary, D., Borichab, G., Ghoshb, A., Bhatt, B., & Zodape, S. (2009). Efecto del extracto de algas sobre el crecimiento, rendimiento y absorción de nutrientes de la soja (*Glycine max*) en condiciones de temporal. Revista Sudafricana de Botánica. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629908003153>
- Reinoso, K. (2019). Desarrollo morfofisiológico y productivo de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa*) con diferentes distancias de plantación en las condiciones del centro de

- investigación. Puyo: Universidad Estatal Amazónica. Obtenido de <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/591/1/T.AGROP.B.UEA.1118.pdf>
- Roca, M. (25 de septiembre de 2017). Obtenido de [https://mimaflor.es/lechuga/#:~:text=Posee%20gran%20cantidad%20de%20agua,2%20g%20por%20100%20g%20\).](https://mimaflor.es/lechuga/#:~:text=Posee%20gran%20cantidad%20de%20agua,2%20g%20por%20100%20g%20).)
- Roca, W., & Mroginski, L. (2015). Cultivo de Tejidos en la Agricultura; Fundamentos y Aplicaciones. Cali: CIAT.
- Salinas, C. (2013). Introducción de cinco variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el Barrio Santa Fe de la Parroquia Atahualpa en el Cantón Ambato. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6491/1/tesis-63%20%20%20ingenier%3%ada%20agron%3%b3mica%20-cd%20204.pdf>
- Samudio, G. (2020). Influencia de bioestimulantes sobre características agronómicas de la soja (*Glycine max* (L.) Merrill). San Lorenzo, Paraguay: Universidad Nacional de Asunción. Obtenido de <https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/tesis-guido%20samudio.pdf>
- Sanchez, A. (2003). Mejora en la eficacia de los quelatos de hierro sintéticos a través de sustancias húmicas y aminoácidos. España: Universidad de Alicante. Obtenido de <https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/10120>
- Sembralia. (15 de Febrero de 2021). Bioestimulantes: definición y tipos. Obtenido de <https://sembralia.com/blogs/blog/bioestimulantes-definicion-y-tipos#:~:text=Los%20bioestimulantes%20son%20formulaciones%20a,uso%20com%20C3%20BAn%20en%20la%20agricultura.>
- Serralta, A. (2014). Estudio del efecto de los O-aminoácidos sobre el crecimiento de plántulas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). Mérida, Yucatán: Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Obtenido de https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/1234/1/pcb_bbm_m_tesis_2014_serralta_angelica.pdf
- Santos, J., Ferreira, E., Olivera, J., Silva, A., & Fialho, C. (2007). Efecto de las formulaciones sobre la absorción y translocación de glifosato en la soja. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/pd/a/gt9dxqyjxcvzbz3zw5thttzl/?format=pdf&lang=pt>

- Sepúlveda, G. (2021). Evaluación de la respuesta de lechuga (*Lactuca sativa*) cv. crespa verde a diferentes fuentes de fertilización mineral, orgánica y organomineral. Bogotá, Colombia: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Obtenido de <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/4284/sepulvedatrabajof.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- Singh, B. (2002). Fertilización foliar de cultivos con ácidos húmicos. Costa Rica.
- Sistemas de Información Pública Agropecuaria. (2023). Precios. Obtenido de http://sinagap.mag.gob.ec/sina/paginascgsin/rep_pre_prod_x_merccgsin.aspx
- Suárez, D. (2013). “Determinación de los cambios físico-químicos, sensoriales y microbiológicos en la lechuga (*Lactuca sativa*), variedad capitata sometida a tratamiento con luz ultravioleta de onda corta (UV-C). Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6737/1/al%20524.pdf>
- Tayupanda, G., & Tumbaco, F. (2022). Respuesta del cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación de bioestimulante foliares y un activador fisiológico. La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Telenchana, M. (2017). Evaluación de tres enraizantes en plántulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) mediante el método de raíz flotante en la Parroquia Mulalillo Del Cantòn Salcedo, Provincia De Cotopaxi. Cevallos: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25014/1/tesis-149%20%20ingenier%c3%ada%20agron%c3%b3mica%20-cd%20462.pdf>
- Teran, D. (2015). Comportamiento agronómico del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), con diferentes abonos orgánicos, en el Colegio Pueblo Nuevo Cantón El Empalme. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/3bd37cc7-c250-40e1-b3fc-8f8a841e8705/content>
- Toapaxi, O. (2023). Evaluación de la adaptación de cinco cultivares de lechuga de repollo (*Lactuca sativa* L.) en el barrio San Francisco De Collanas, Salcedo, Cotopaxi, 2022. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10745/1/PC-002761.pdf>

- Torres, C. (2003). Validación de tecnologías para la producción orgánica de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el valle de Tumbaco, Pichincha. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Vallejo, F., & Estrada, E. (2004). Producción de hortalizas de clima cálido. Palmira: Universidad Nacional de Colombia.
- Valverde, L., Moreno, J., Quiroz, K., Castro, A., Merchán, W., & Ortega Julio. (2019). Los bioestimulantes: Una innovación en la agricultura para el cultivo del café (*Coffea arabica* L). *Selva Andina Research Society*, 1-11. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/pdf/jsars/v11n1/v11n1_a03.pdf
- Vásquez, J. (2015). Evaluación agronómica de cinco variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en tres ciclos de siembra consecutivas. San Carlos: Instituto Tecnológico de Costa Rica. Obtenido de https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6469/evaluacion_agronomica_cinco_variedades_lechuga.pdf
- Vega, E. (2014). Evaluación de tres soluciones nutritivas a base de bioestimulantes y aminoácidos en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad capitata en sistema de tubulares, bajo invernadero en condiciones hidropónicas. Pasto - Colombia: Universidad de Nariño. Obtenido de <https://sired.udenar.edu.co/2274/1/90149.pdf>