



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**Tema:**

---

**“Evaluación de promotores de crecimiento en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*)”**

---

Propuesta del proyecto de investigación como requisito para obtener el  
grado de Ingeniero Agrónomo

**AUTOR:** Bryan Andrés Villacrés Pabón

**TUTOR:** Ing. Edwin Leonardo Pallo Paredes. Mg.

**Quero - Ecuador**

**2023**

## APROBACIÓN DEL TUTOR

La aprobación final y la aceptación de esta disertación están supeditadas a la presentación por parte del candidato de las copias finales de la disertación. Por la presente, certifico que he leído esta disertación preparada bajo mi dirección y recomiendo que sea aceptada como cumplimiento del requisito de disertación.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Edwin Pallo Paredes', is written over a horizontal line.

Ing. Edwin Leonardo Pallo Paredes. Mg.

## AUTORÍA

El suscrito, BRYAN ANDRÉS VILLACRÉS PABÓN, portador de la cédula de ciudadanía número: 1723115075, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: “**Evaluación de promotores de crecimiento en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*)**”, es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi absoluta responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



---

BRYAN ANDRÉS VILLACRÉS PABÓN

## DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “**Evaluación de promotores de crecimiento en el cultivo de lechuga** (*Lactuca sativa*)”, como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.



---

BRYAN ANDRÉS VILLACRÉS PABÓN

**“Evaluación de promotores de crecimiento en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*)”**

APROBADO Y REVISADO POR:



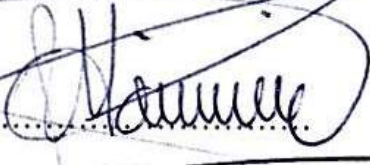
**Ing. Mg. Edwin Leonardo Pallo Paredes**

Tutor

**APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO**

FECHA

30/09/2023

  
.....  
Ing. Patricio Núñez, PhD

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**

  
.....

Ing. Segundo Curay, PhD.

30/08/2023

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**

  
.....

Ing. Mg. Walter Veloz

30/08/2023.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**

## DEDICATORIA

A lo largo de este tiempo he comprendido lo importante que es crecer como persona y prepararse intelectualmente como profesional ya que de este depende mucho el seguir adelante. Primeramente dar gracias a Dios por regalarme un día más de vida para poder cumplir cada meta y subir cada peldaño que ha puesto en mi camino y salir victorioso como un ganador que lucha por lo que quiere.

Agradecer a mis padres Francisco Villacrés y Beatriz Pabón que son mis pilares muy importantes que me han guiado en el camino del bien para ser ésta persona que ama la vida y que puede dar más, gracias a ellos, sus consejos, sus días de lucha y de fuerzo, sus lágrimas y todo su sacrificio han dado frutos para hoy dedicarles este gran triunfo a ellos me recibo y agradezco con un infinito Dios les pague por que no me alcanzaría la vida para pagarles todo lo que han hecho por mí.

A mi hermana Mónica Villacrés que siempre tiene fe en mí y siempre confía en que voy a llegar muy alto, siempre ha sido mi guía y de ella he seguido sus pasos y he adquirido sus consejos y conocimientos, gracias infinitas por ser mi hermana y mi guía.

A mis tías Yolanda y María Ayala por ser tan buenas conmigo agradecerles infinitamente porque sin sus consejos hoy no sería la persona sabia, que sabe regalarle sonrisas a la vida y que el sacrificio da buenos frutos.

A mis pequeños Michael, Jostyn, Amelia y Fiorella que me enseñaron a madurar, a ser responsable y a ganarme cada logro y el saber compartir, el guiarlos, cuidarlos y criarlos ha sido el mayor reto porque lo sigo haciendo, de ustedes también voy aprendiendo cada día porque son mi motor.

Para mi gran amiga y confidente Psic. Estefanía Yangua que confió en mí desde el momento en que nos cocimos hasta el día de hoy nunca pierde la fe en mí para ser grande y a pasar de la distancia aun me sigue apoyando tanto en mi vida personal como profesional

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero dar gracias a Dios quien me ha dado conocimiento y sabiduría para cumplir cada meta y cada objetivo que me ha puesto en mi camino, así como la paciencia y serenidad para enfrentar las adversidades durante este periodo importante en mi vida. Dios me ayudó a creer, crecer y sobre todo a ser una persona de bien.

Mi más sincero y profundo agradecimiento a mi tutor Ing. Edwin Leonardo Pallo Paredes. Mg. Quien con su conocimiento, inteligencia y sabiduría pudo impartir en mí, una orientación acertada durante este tiempo tanto en la carrera como en la guía de este trabajo de titulación. Le agradezco también por la enseñanza y por haberme impartido ayuda con todas las dudas que se me presentaron y me fueron respondidas de la mejor forma, usted forma parte fundamental en esta etapa con cada uno de sus aportes profesionales de los cuales se caracteriza, gracias por todo.

Agradecer al Ing. Eduardo Cruz quién extendió su conocimiento para que siga con fuerza en la carrera, quien me enseñó que la agronomía no solo conlleva a cuidar una plantita, que la agronomía es todo un arte y una ciencia gracias infinitas hasta el cielo.

Agradecimiento especial al Dr. Michell Leiva, por la confianza y ayuda brindada en este periodo y los conocimientos impartidos para poder realizar el trabajo de investigación.

Agradezco profundamente a la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias y a todos sus docentes que formaron parte de ésta trayectoria, les agradezco por cada una de sus valiosas enseñanzas, las cuales me ayudaron a crecer como persona y ahora ser un buen profesional.

A mis padres por ser el pilar fundamental en todas las etapas de mi vida por estar presente y el apoyo incondicional que me han dado por estar siempre para mí en las buenas y en las malas. A mis amigos que fueron mandados para mí para corregirme, guiarme, cuidarme y ante todo para verme crecer profesionalmente y como persona muchas gracias y a la vida por habérmelos puesto en mi camino.

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| APROBACIÓN DEL TUTOR.....                         | ¡Error! Marcador no definido. |
| AUTORÍA.....                                      | ii                            |
| DERECHOS DE AUTOR .....                           | iii                           |
| MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO DEDICATORIA.....    | iv                            |
| AGRADECIMIENTO .....                              | vi                            |
| RESUMEN.....                                      | xi                            |
| ABSTRACT.....                                     | xii                           |
| CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....                    | 1                             |
| 1.1. Introducción.....                            | 1                             |
| 1.2. Antecedentes investigativos .....            | 2                             |
| 1.2.1. Contextualización del problema .....       | 2                             |
| 1.2.3. Fundamentación teórica.....                | 7                             |
| 1.2. Objetivos .....                              | 17                            |
| 1.2.1. Objetivo General.....                      | 17                            |
| 1.2.2. Objetivos Específicos .....                | 17                            |
| CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....                     | 18                            |
| 2.1. Ubicación.....                               | 18                            |
| 2.1.1. Característica del sitio experimental..... | 18                            |
| 2.2. Variedad .....                               | 18                            |
| 2.3. Materiales .....                             | 19                            |
| 2.4. Equipos .....                                | 19                            |
| 2.5. Factores en estudio .....                    | 19                            |
| 2.6. Tratamientos .....                           | 20                            |
| 2.7. Unidad experimental .....                    | 20                            |
| 2.8. Esquema del experimento en campo .....       | 21                            |
| 2.9. Diseño Experimental .....                    | 22                            |
| 2.10. Esquema del análisis de varianza .....      | 22                            |
| 2.11. Análisis de resultados .....                | 22                            |
| 2.12. Variables en estudio .....                  | 22                            |
| 2.12.1. Volumen Radicular .....                   | 22                            |
| 2.12.2. Número de hojas por planta .....          | 22                            |
| 2.12.3. Número de días de cosecha.....            | 23                            |



|   |           |
|---|-----------|
| 2.12.4. Peso fresco por planta .....                                | 23        |
| 2.12.5. Materia seca .....  | 23        |
| 2.12.6. Rendimiento.....  | 23        |
| 2.12.7. Análisis de costos.....                                     | 23        |
| 2.13. Manejo del experimento .....                                  | 24        |
| 2.13.1. Preparación del terreno .....                               | 24        |
| 2.13.2. Trazados de parcelas .....                                  | 24        |
| 2.13.3. Trasplante del cultivo.....                                 | 24        |
| 2.13.4. Riego .....   | 24        |
| 2.13.5. Manejo de arvenses.....                                     | 24        |
| 2.13.6. Aplicación de tratamientos .....                            | 24        |
| 2.13.7. Cosecha.....  | 25        |
| CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....                           | 25        |
| 3.1. Volumen Radicular.....   | 25        |
| <i>Análisis de varianza para la variable volumen radicular.....</i> | <i>25</i> |
| 3.2. Número de hojas por plantas (45 días) .....                    | 27        |
| 3.3. Peso Fresco .....  | 28        |
| 3.4. Rendimiento .....  | 30        |
| 3.5. Materia Seca .....   | 31        |
| 3.6. Días a la cosecha .....  | 33        |
| 3.7. Relación costo beneficio .....                                 | 33        |
| CAPÍTULO IV.....  | 34        |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....                                 | 34        |
| 5.1. Conclusiones .....   | 34        |
| 5.2. Recomendaciones .....  | 35        |
| MATERIAL BIBLIOGRÁFICO .....  | 36        |
| Bibliografía.....   | 36        |
| ANEXOS.....   | 42        |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Tabla 1:</b> <i>Tratamientos</i> .....   | <b>22</b> |
| <b>Tabla 2:</b> <i>Esquema de análisis de varianza utilizado para el diseño propuesto</i> ....                                      | <b>24</b> |
| <b>Tabla 3:</b> <i>Análisis de varianza para la variable volumen radicular</i> .....  | <b>27</b> |
| <b>Tabla 4:</b> <i>Análisis de varianza para la respuesta número de hojas por planta a los 45 días después del trasplante</i> ..... | <b>29</b> |
| <b>Tabla 5:</b> <i>Análisis de varianza para la variable peso fresco</i> .....  | <b>30</b> |
| <b>Tabla 6:</b> <i>Análisis de varianza para la variable rendimiento</i> .....  | <b>31</b> |
| <b>Tabla 7:</b> <i>Análisis de varianza para la variable materia seca</i> .....   | <b>32</b> |
| <b>Tabla 8:</b> <i>Análisis de varianza para la variable número de días a la cosecha</i> .....                                      | <b>33</b> |
| <b>Tabla 9:</b> <i>Análisis de costos por tratamientos de lechuga de hoja</i> .....   | <b>34</b> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Figura 1:</b> <i>Esquema de la unidad experimental</i> .....   | <b>21</b> |
| <b>Figura 2:</b> <i>Esquema del ensayo en campo</i> .....   | <b>21</b> |
| <b>Figura 3:</b> <i>Prueba de Tukey para la variable volumen radicular</i> .....  | <b>25</b> |
| <b>Figura 4:</b> <i>Distribución de medias por productos para la variable volumen radicular</i> .....                                 | <b>26</b> |
| <b>Figura 5:</b> <i>Distribución de medias para la variable número de hojas por planta a los 45 días después del trasplante</i> ..... | <b>27</b> |
| <b>Figura 6:</b> <i>Distribución de medias para la variable peso fresco</i> .....   | <b>29</b> |
| <b>Figura 7:</b> <i>Distribución de medias por tratamiento para la variable rendimiento</i> .....                                     | <b>30</b> |
| <b>Figura 8:</b> <i>Distribución de medias para la variable materia seca</i> .....  | <b>32</b> |

## RESUMEN

La lechuga (*Lactuca sativa*) es un cultivo de importancia económica en la provincia de Tungurahua, principalmente en las parroquias Izamba y Cunchibamba, el presente trabajo se realizó con el propósito de evaluar diferentes productos y dosis utilizados como promotores de crecimiento en el cultivo de lechuga, se implementó la variedad Starfigther que se caracteriza por ser buena opción de hoja verde fresca, siendo esta fácil de cultivar y se puede consumir en ensaladas, prometedora para satisfacer las necesidades de pequeños productores por tal motivo que su rendimiento se observa influencia directa. Se realizó un diseño experimental del Bloques Completos al Azar con nueve tratamientos más un testigo. Los resultados mostrados que el uso del producto Algalig resultó en los valores más altos de volumen radicular y en el rendimiento de acuerdo con el testigo se observa diferencias matemáticas lo que indica variaciones entre los tratamientos. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto al número de hojas y pesos secos entre los diferentes tratamientos. El ciclo de cultivo, que abarcó desde la fecha de trasplante hasta la cosecha, tuvo una duración de 45 días en todos los tratamientos. En conclusión, el uso de productos promotores de crecimiento mostró cambios favorables en el cultivo, lo que se tradujo en un aumento en la productividad del mismo.

**Palabras clave:** promotores de crecimiento, biostimulantes, rendimiento, tratamiento

## ABSTRACT

Lettuce (*Lactuca sativa*) is an economically important crop in the province of Tungurahua, mainly in the parishes of Izamba and Cunchibamba. This study was conducted with the purpose of evaluating different products and doses, used as growth promoters in the lettuce crop, the Starfigther variety was implemented, which is characterized by being a good option for fresh green leaves, being easy to grow and can be consume in salads, promising to meet the needs of small producers for such a reason that its performance is directly influenced. An experimental design of Randomized Complete Blocks with nine treatments plus a control was used. The results showed that the use of the Algalig product resulted in the highest values of root volume. However, no statistically significant differences were found regarding the number of leaves and dry weights between the different treatments. The crop cycle, which spanned from the date of transplantation to harvest, lasted 45 days in all treatments. In conclusion, the use of growth promoting products showed favorable changes in the crop, which translated into an increase in its productivity.

**Keywords:** growth promoters, biostimulants, yield, treatment.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1. Introducción

La producción agrícola es esencial para alimentar a la creciente población mundial. En Ecuador el cultivo de lechuga es muy importante ya que se produce un estimado de 18.238 toneladas en una superficie total de 2400 ha, mismas que se encuentran fundamentalmente en la zona interandina (Pérez-Madruga et al., 2020).

Lamentablemente, el uso excesivo de agentes químicos en esta práctica agrícola, tales como pesticidas y fertilizantes sintéticos, ha generado diversos problemas, incluyendo la contaminación del agua y del suelo, la pérdida de biodiversidad, la disminución de la calidad de los alimentos y la resistencia de las plagas y enfermedades.

En tal virtud, el uso de promotores de crecimiento se ha convertido en una alternativa interesante para mejorar el desarrollo y la calidad de los cultivos sin los efectos negativos de los productos químicos. En este contexto, la evaluación de los efectos de los compuestos de algas y citoquininas en lechugas (*Lactuca sativa*) se presenta como una herramienta prometedora para mejorar la productividad y calidad de los cultivos. Existen varios promotores de crecimiento que influyen en varios aspectos del desarrollo vegetal, como el enraizamiento, la formación de hojas y el rendimiento de las plantas debido a que contienen una gran variedad de compuestos benéficos para las plantas, incluyendo aminoácidos, vitaminas, ácidos húmicos, polisacáridos y otros elementos traza.

Las algas marinas han sido utilizadas ancestralmente en la agricultura debido a su contenido de nutrientes y compuestos bioactivos que promueven el crecimiento de las plantas; Por otro lado, las citoquininas son hormonas vegetales que regulan el crecimiento y la división celular, estimulando el desarrollo de nuevos tejidos y la formación de raíces y brotes. Además, mejoran la absorción de nutrientes, aumentan la resistencia a las enfermedades, estrés ambiental y mejoran la calidad de los cultivos (Miceli et al., 2021).

En este estudio, titulado "**Evaluación de promotores de crecimiento en el cultivo de lechuga** (*Lactuca sativa*)", se pretende evaluar los efectos de la aplicación de

compuestos de algas y citoquininas en lechugas (*Lactuca sativa*), analizando variables como el volumen radicular, el número de hojas por planta, el número de días de cosecha, el peso fresco por planta, la materia seca, el rendimiento y el análisis de costos. A través de la comparación con un grupo de control (sin tratamiento), se busca determinar si éstos promotores de crecimiento tienen un impacto significativo en la productividad y calidad de los cultivos de lechuga.

## **1.2. Antecedentes investigativos**

### **1.2.1. Contextualización del problema**

La lechuga (*Lactuca sativa*) es un cultivo importante en todo el mundo debido a su elevado consumo y valor nutritivo. Sin embargo, diversos factores pueden afectar a su crecimiento y rendimiento, como enfermedades, plagas, condiciones ambientales desfavorables y malas prácticas de cultivo (Lian et al., 2021).

El uso indiscriminado de insecticidas en la agricultura convencional ha generado preocupación debido a sus efectos negativos en el medio ambiente y la salud humana. Estos productos químicos pueden contaminar los suelos, el agua y afectar la biodiversidad al matar no solo a las plagas, sino también a los insectos benéficos y otros organismos no objetivos. Además, algunos insecticidas pueden dejar residuos en los alimentos, lo que plantea riesgos para los consumidores (Breś et al., 2022).

El problema del uso excesivo de insecticidas no se limita a un solo país, sino que es un desafío a nivel internacional. Países como Estados Unidos, China e India, que son grandes productores agrícolas, enfrentan este problema en diferentes magnitudes. En Estados Unidos, en los últimos años, se ha observado un aumento en la preocupación por los impactos ambientales y para la salud asociados con los insecticidas. Como resultado, se ha promovido una mayor regulación y el fomento de prácticas más sostenibles en la agricultura. Según el Servicio de Investigación Económica del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, en el año 2020 se utilizaron alrededor de 490 millones de libras (222,3 millones de kilogramos) de ingredientes activos de insecticidas en los cultivos agrícolas de Estados Unidos (DiBartolomeis et al., 2019).

Ante esto, se han implementado programas y certificaciones para promover la reducción del uso de insecticidas y el aumento de prácticas agrícolas orgánicas y de manejo integrado de plagas (Freeman et al., 2019).

Por otra parte, la agricultura en China ha experimentado un rápido crecimiento y se ha enfrentado a desafíos significativos en términos de uso excesivo de insecticidas. Según datos de la Administración Estatal de Granos de China, en 2020, el consumo total de insecticidas en la agricultura alcanzó aproximadamente 1.07 millones de toneladas métricas. Sin embargo, en los últimos años, el gobierno chino ha impulsado una serie de políticas y programas para fomentar la transición hacia una agricultura más ecológica y sostenible. Se han implementado técnicas de manejo integrado de plagas y se ha promovido el uso de bioestimulantes y otros productos naturales como alternativas a los insecticidas convencionales (Chen et al., 2019).

Así mismo, en la actualidad, la agricultura en India enfrenta problemas similares en relación con el uso excesivo de insecticidas y sus consecuencias negativas. Según el Ministerio de Agricultura y Bienestar de Agricultores de India, en el año 2019-2020, se utilizaron alrededor de 59,500 toneladas métricas de insecticidas en la agricultura. Por lo que el gobierno indio ha reconocido la importancia de abordar esta problemática y ha promovido prácticas agrícolas sostenibles a través de programas como la agricultura orgánica y el manejo integrado de plagas. Además, se han llevado a cabo iniciativas para fomentar la investigación y el desarrollo de bioestimulantes y otros productos naturales para el control de plagas (Prabhuraj et al., 2020).

A nivel latinoamericano, según el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística, en el año 2019, se utilizaron alrededor de 541 mil toneladas métricas de insecticidas en la agricultura brasileña. Ante esto, el gobierno brasileño ha implementado el Programa Nacional de Agricultura Orgánica y Sostenible, el cual promueve la producción orgánica y el uso de métodos sostenibles en la agricultura (Salgueiro et al., 2019).

Así mismo, en México, de acuerdo con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, en el año 2020, se utilizaron aproximadamente 79 mil toneladas métricas de ingredientes activos de insecticidas en la agricultura mexicana. El país ha impulsado el Programa Nacional de Agricultura Orgánica, el



cual busca fomentar la producción orgánica y el uso de prácticas sostenibles. Según la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, en 2020, se reportaron alrededor de 975 mil hectáreas dedicadas a la producción orgánica certificada en el país (Vargas-González et al., 2019).

En Ecuador, el uso de insecticidas en la agricultura también ha generado preocupación debido a sus impactos ambientales y para la salud humana. Específicamente, en las provincias de Cotopaxi y Tungurahua, se enfrentan desafíos relacionados con el uso excesivo de insecticidas y la necesidad de adoptar prácticas más sostenibles. En Ecuador se produce un estimado de 18.238 toneladas en una superficie total de 2400 ha, mismas que se encuentran fundamentalmente en la zona interandina, siendo las provincias más productivas Cotopaxi (481 ha), Tungurahua (325 ha) y Carchi (96 ha), correspondiendo el 70% de la producción a la lechuga criolla y el 30% a variedades como romana, roja, entre otras, cabe destacar que el 83% de dicha producción se destina al consumo interno del país (López et al., 2022).

En estas provincias, la agricultura es una actividad económica importante y el uso de insecticidas ha sido común para el control de plagas en diversos cultivos. Sin embargo, el uso indiscriminado de estos productos químicos puede tener consecuencias negativas, como la contaminación del suelo y del agua, la pérdida de biodiversidad y la posible presencia de residuos en los alimentos. Ante esto, se han llevado a cabo programas de educación y capacitación dirigidos a los agricultores. Estas iniciativas buscan concientizar sobre los riesgos asociados con el uso excesivo de insecticidas y promover el manejo integrado de plagas, que incluye el uso de alternativas naturales y biológicas para el control de plagas (Chirinos et al., 2020).

Ahora bien, un promotor de crecimiento es el uso de bioestimulantes derivados de algas marinas. Estos actúan estimulando los mecanismos naturales de las plantas, fortaleciendo su sistema inmunológico, mejorando la absorción de nutrientes y promoviendo un crecimiento saludable. Además, no dejan residuos dañinos y son biodegradables. Los extractos de algas marinas se obtienen a partir de la biomasa de dichas algas, actualmente representan más del 33% del mercado de bioestimulantes a nivel mundial ya que tienen una amplia aceptación al ser considerados ecológicos, biodegradables y no tóxicos. Su uso en agricultura tiene

como objetivo maximizar la productividad de forma sostenible y minimizar el impacto negativo sobre el medio ambiente (Espinosa-Antón et al., 2020).

Se han llevado a cabo numerosas investigaciones sobre el uso de algas marinas como promotores del crecimiento de las plantas, lo cual ha demostrado mejorar tanto la calidad como el rendimiento de los cultivos. En un estudio reciente realizado por (Chaves et al., 2019) se evaluaron los efectos de la aplicación foliar de algas marinas en la calidad de la lechuga. Los resultados revelaron que esta aplicación foliar incrementó significativamente el peso fresco y seco de la lechuga, además, se observó que las citoquininas presentes en las algas también aumentaron la altura y el peso de la lechuga. Otro estudio se centró en los efectos de las algas en el crecimiento y la calidad de la lechuga, y los resultados mostraron que la aplicación de algas también incrementó el peso fresco y seco de la lechuga, mejorando así su calidad. En resumen, los estudios mencionados en este contexto respaldan la idea de que la aplicación de estos compuestos tiene efectos positivos en la salud de las plantas y aumenta su rendimiento.

Se utilizaron investigaciones y estudios científicos previos para respaldar nuestro estudio. Estas fuentes de información proporcionaron una base sólida para comprender la importancia de los promotores de crecimiento en la producción de lechuga. Nuestro objetivo es establecer un marco teórico y actualizar los conocimientos existentes para respaldar nuestro proyecto de investigación. Un estudio significativo realizado por (Martínez et al., 2022) demostró que el uso de bioestimulantes como estrategia agrícola puede mejorar el rendimiento y la calidad de los cultivos, específicamente en el caso del maíz. Según el tema "Rendimiento de híbrido de maíz en respuesta a la fertilización foliar con bioestimulantes", se observó un aumento en el rendimiento de grano de entre 7.9% y 11.4% en comparación con el grupo control, lo que tuvo un impacto positivo en los componentes agronómicos. Estos resultados respaldan la idea de que los bioestimulantes pueden aumentar la producción de maíz.

El estudio realizado por (Chavez et al., 2022) tuvo como objetivo evaluar la efectividad de los bioestimulantes edáficos en el crecimiento inicial de las plantas de frijol. Para ello, se probaron diferentes tipos de bioestimulantes versus un grupo control. Los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas en la longitud de la raíz, el área foliar y el peso seco de las plántulas en comparación con el grupo de control, siendo los bioestimulantes los que arrojaron los mejores resultados. Además, se observaron tasas de crecimiento y asimilación neta más altas a los 14 y

21 días en los tratamientos con bioestimulantes. Estos hallazgos evidencian la efectividad de los bioestimulantes para promover el crecimiento inicial de las plántulas de frijol.

El estudio realizado por (Pérez-Madruga et al., 2020) ha despertado un gran interés en las algas marinas debido a sus múltiples aplicaciones en la industria farmacéutica, alimentación animal y humana, así como en la agricultura. Estas pueden ser utilizadas de diversas maneras, como aplicación foliar, enmienda del suelo e imbibición de semillas. Según el autor, en condiciones de estrés abiótico y biótico, los bioproductos de algas son capaces de estimular el crecimiento y rendimiento de las plantas, mejorar las propiedades del suelo y aumentar la productividad. Además, su uso en la producción de diversos cultivos permite reducir la dependencia de productos químicos y proteger el medio ambiente.

Posteriormente, el estudio realizado por (Painii-Montero y González-Pita., 2022), el cual lleva por título “Influencia de los bioestimulantes foliares a base de algas marinas, en el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz en Daule, Ecuador” donde el objetivo fue evaluar el uso de varios bioestimulantes foliares a base de algas marinas como complemento a la fertilización del suelo para mejorar el rendimiento y la calidad del grano en arrozales regados en relación con un testigo. Se utilizó un diseño de Bloques al Azar para un experimento de campo con cuatro tratamientos e igual número de repeticiones. En cuanto a panículas por metro cuadrado, granos por panícula y longitud de grano, el tratamiento mostró los mejores resultados. Además, este tratamiento obtuvo el mayor rendimiento promedio de 7.683 kg/ha. Los bioestimulantes mejoraron la producción y calidad del arroz soca.

Finalmente, el estudio de Aguilar y Veintimilla, (2022), denominado “*Efecto de algas marinas como fertilizante para el cultivo de arroz (Oryza sativa L) en Babahoyo, Ecuador*” en donde el objetivo fue evaluar el efecto de la aplicación de algas marinas como complemento a la fertilización química en la producción del cultivo de arroz. Se utilizó la variedad INIAP FL 1480 Cristalino como material de siembra. Se evaluaron diferentes tratamientos y dosis, siendo el tratamiento T3 (Algasiol) con una dosis de 10,91 kg/ha el que obtuvo los mejores resultados en las variables evaluadas. Estos resultados indican que la aplicación de algas marinas

como complemento a la fertilización química puede incrementar los rendimientos del cultivo de arroz.

Por lo tanto, los estudios analizados presentan evidencia de los beneficios de los bioestimulantes de algas marinas en términos de mejora del crecimiento y rendimiento de las plantas, así como de la calidad de los cultivos. Además, destacan su potencial para promover una agricultura sustentable al reducir el uso de productos químicos y proteger el medio ambiente. La información proporcionada en estos estudios puede servir como base científica y técnica para la formulación y desarrollo de este proyecto, enfocado en el crecimiento y desarrollo de la lechuga.

### **1.2.3. Fundamentación teórica**

#### **1.2.3.1. Cultivo de lechuga**

La lechuga (*Lactuca sativa*) es una planta herbácea anual perteneciente a la familia de las Asteráceas. Es ampliamente cultivada en todo el mundo debido a su importancia económica y su alto valor nutricional. Presenta una estructura con hojas grandes, es apreciada por su sabor y textura crujiente (Legua Cardenas et al., 2021).

Desde el punto de vista agronómico, la lechuga es considerada un cultivo de ciclo corto, ya que puede completar su ciclo vegetativo en un período relativamente corto, generalmente entre 60 y 90 días en variedades de repollo y de 45 a 50 días en variedad crespa o lechuga de hoja. Es una planta que se adapta bien a diferentes tipos de suelos, aunque prefiere suelos bien drenados y ricos en materia orgánica (Sequeira et al., 2019).

#### **1.2.3.2. Taxonomía del género *Lactuca***

El género *Lactuca* S. pertenece a la familia Asteraceae (Compositae), la mayor de las familias de dicotiledóneas. La tribu Lactuceae de la subfamilia Cichorioideae, anteriormente conocida como Cichorieae, es quizás la más conocida y fácil de reconocer de la familia. A pesar de ello, la delimitación precisa del género *Lactuca* es problemática. Según la bibliografía disponible, el género *Lactuca* comprende aproximadamente 100 especies (Cunache et al., 2023).

### **1.2.3.3. *Lactuca Sativa***

Se caracteriza por tener un sistema radicular poco profundo y una estructura de roseta basal de hojas. Las hojas varían en forma y tamaño dependiendo de la variedad, pero generalmente son alargadas, con bordes lisos o rizados, y pueden presentar diferentes tonalidades de verde. Algunas variedades de lechuga también tienen hojas rojas o púrpuras (Chimborazo et al., 2022).

En términos de su ciclo de vida, (*Lactuca sativa*) es una planta anual, lo que significa que completa su ciclo de crecimiento en un año. Sin embargo, en muchos casos, se cultiva como una planta de ciclo corto, lo que permite una producción más rápida y eficiente. La lechuga es conocida por su rápido crecimiento y madurez temprana, lo que la convierte en una opción popular para cultivos de corta duración (Day et al., 2021).

En cuanto a los requisitos de cultivo, (*Lactuca sativa*) prefiere climas templados y frescos, con temperaturas óptimas para el crecimiento entre 15°C y 20°C. Sin embargo, ciertas variedades pueden tolerar temperaturas más altas o bajas. Además, la lechuga requiere una exposición adecuada a la luz solar, aunque puede tolerar cierta sombra.

En términos de manejo agronómico, la lechuga es un cultivo que se adapta a diferentes tipos de suelos, siempre y cuando sean bien drenados y ricos en materia orgánica. También requiere un riego adecuado para mantener una humedad constante en el suelo.

La lechuga es valorada por su contenido nutricional, siendo baja en calorías y una buena fuente de vitaminas (como la vitamina A, C y K), minerales (como el calcio, hierro y potasio) y fibra dietética. Es conocida por sus propiedades refrescantes y su capacidad para formar la base de ensaladas saludables y nutritivas (Day et al., 2021).

### **1.2.3.4. Clasificación y morfología**

La especie *L. sativa* se caracteriza por una gran diversidad genética resultante de su origen polifilético y de un complejo proceso de domesticación. La siguiente

clasificación y tipos morfológicos de *L. sativa* está tomado de (Day et al., 2021; Yoo et al., 2021).

- **Lechuga Butterhead:** Tipo de rúcula con hojas tiernas y suaves, que se consume cruda. Es muy popular en Inglaterra, Francia, los Países Bajos y otros países de Europa occidental y central.
- **Lechuga crispada:** Un tipo de rúcula con hojas gruesas y crujientes y venación flabelada, que se consume cruda.
- **Lechuga romana:** Plantas con cogollos altos y sueltos, que a veces se atan; hojas rígidas oblongas con un nervio central prominente que llega casi hasta el ápice, se consumen crudas o cocidas.
- **Lechuga cortada:** Tipo sin cogollo recolectada como rosetas enteras y abiertas, ocasionalmente como hojas separadas, se consume cruda.
- **Lechuga de tallo:** Plantas con tallos hinchados, que se comen crudas o cocinadas como los espárragos. Las hojas pueden comerse crudas en estado muy joven o cocidas como las espinacas
- **Lechuga latina:** Las plantas tienen cogollos sueltos con hojas gruesas y coriáceas, de color verde oscuro y se comen crudas.
- **Lechuga oleaginosa:** La lechuga oleaginosa se caracteriza por un alto porcentaje (35%) de aceite en las semillas, que se utiliza para cocinar. El aceite contiene vitamina E, un nutriente esencial.

#### 1.2.3.5. Factores que afectan el crecimiento y desarrollo de la lechuga

El crecimiento y desarrollo de la lechuga (*Lactuca sativa*) están influenciados por diversos factores que pueden afectar su rendimiento y calidad. Algunos de los factores más importantes a tomar en consideración son:

- **Temperatura:** La temperatura es un factor crítico en el crecimiento de la lechuga. Temperaturas tanto altas como bajas pueden afectar negativamente el desarrollo de la misma. La lechuga prefiere temperaturas moderadas, generalmente entre 15°C y 20°C. Temperaturas demasiado altas pueden causar estrés térmico, disminuir el crecimiento y provocar problemas de calidad, como

el aceleramiento del florecimiento o la aparición de hojas amargas. Por otro lado, temperaturas demasiado bajas pueden retrasar el crecimiento y hacer que las plantas sean más susceptibles a enfermedades.(Demir et al., 2019).

- **Luz:** La luz es esencial para el proceso de fotosíntesis en las plantas, incluida la lechuga. Una exposición adecuada a la luz solar promueve la producción de nutrientes y el crecimiento saludable de la planta. La lechuga generalmente requiere una alta intensidad de luz para su desarrollo óptimo. La falta de luz puede causar un crecimiento lento, hojas alargadas y débiles, y menor producción de clorofila, lo que afecta la calidad de las hojas (Mortola et al., 2019).
- **Agua y riego:** El suministro adecuado de agua es esencial para el crecimiento de la lechuga. La falta de agua puede causar estrés hídrico, marchitez de las hojas y menor crecimiento. Por otro lado, el exceso de agua o un drenaje deficiente puede provocar pudrición de raíces y enfermedades fúngicas. El riego regular y adecuado es fundamental para mantener una humedad constante en el suelo y asegurar un crecimiento saludable de la lechuga (Shurigin et al., 2022).
- **Nutrición y fertilización:** La disponibilidad de nutrientes esencial para el crecimiento y desarrollo de la lechuga. Una falta o desequilibrio de nutrientes puede afectar la producción y la calidad de las hojas. Los nutrientes claves para la lechuga incluyen nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. Un programa de fertilización adecuado, que incluya una adecuada dosificación de nutrientes, es esencial para satisfacer las necesidades nutricionales de la planta y promover un crecimiento saludable (Ahmed et al., 2019).
- **Enfermedades y plagas:** Las enfermedades y plagas pueden tener un impacto significativo en el crecimiento y desarrollo de la lechuga. Los patógenos, como hongos, bacterias y virus, pueden causar enfermedades foliares, pudriciones de raíces y otras afecciones que afectan la salud de la planta. Las plagas también pueden dañar la lechuga y reducir su crecimiento. La implementación de prácticas de manejo integrado de plagas y el uso de medidas preventivas pueden ayudar a controlar estos problemas y mantener un crecimiento saludable de la lechuga (Gude et al., 2021).

Las lechugas Var. Starfighter (*Lactuca sativa*) son una variedad popular de lechuga que se cultiva en diferentes regiones del mundo. Sin embargo, al igual que otros cultivos, las lechugas Starfighter pueden estar sujetas a ataques de plagas y enfermedades que pueden afectar su salud y productividad.

### **Principales Plagas**

1. **Pulgones:** Estos insectos chupadores se alimentan de los tejidos de las lechugas, debilitando la planta y propagando enfermedades virales. Se pueden controlar con insecticidas naturales o químicos, o mediante la introducción de insectos depredadores como las mariquitas.

2. **Ácaros:** Los ácaros son pequeños artrópodos que se alimentan de las hojas de la lechuga, causan manchas amarillas y decoloración. Los ácaros se propagan rápidamente en condiciones cálidas y secas. El control puede incluir el uso de acaricidas y el mantenimiento de niveles adecuados de humedad en el cultivo.

3. **Orugas:** Las orugas son larvas de mariposas que se alimentan de las hojas de la lechuga, dejando agujeros y dañando la apariencia del cultivo. El control puede implicar la eliminación manual de las orugas o el uso de insecticidas específicos.

### **Principales Enfermedades**

1. **Mildiú veloso:** Esta enfermedad fúngica causa manchas blanquecinas y áreas velludas en las hojas, y puede afectar toda la planta. El mildiú veloso se propaga en condiciones húmedas y frías. El control se puede lograr mediante la aplicación de fungicidas preventivos y asegurando una buena ventilación en el cultivo.

2. **Podredumbre de raíz:** Esta enfermedad es causada por hongos y bacterias, y puede afectar el sistema radicular de las lechugas Starfighter. Los síntomas incluyen la pudrición de las raíces y la marchitez de la planta. La prevención implica mantener un sistema de riego adecuado y evitar el encharcamiento del suelo.

3. **Virus del mosaico:** Este virus se transmite a través de insectos y causa manchas y deformaciones en las hojas de la lechuga. En casos severos, puede afectar el rendimiento de la planta. El control se puede lograr mediante la eliminación de plantas infectadas y el uso de variedades resistentes.



### 1.2.3.6. Promotores de crecimiento

Los promotores de crecimiento, también conocidos como bioestimulantes, son sustancias naturales o sintéticas que se utilizan en la agricultura para mejorar el crecimiento, desarrollo y rendimiento de las plantas. Estas sustancias pueden tener diferentes mecanismos de acción y se aplican de diversas formas, como pulverizaciones foliares, tratamientos de semillas o aplicaciones al suelo (Vásconez et al., 2020).

El uso de promotores de crecimiento en la agricultura se ha convertido en una práctica común para mejorar la calidad y el rendimiento de los cultivos. En particular, en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*).

### 1.2.3.7. Tipos de promotores de crecimiento utilizados en agricultura

Algunos de los promotores de crecimiento más comunes utilizados en la agricultura incluyen (Ahmed et al., 2019; Gude et al., 2021; Osorto P., 2021):

- **Ácidos húmicos y fúlvicos:** Son sustancias orgánicas derivadas de la descomposición de materia orgánica, como la turba o el humus. Estos ácidos promueven el crecimiento radicular, mejoran la absorción de nutrientes y aumentan la resistencia de las plantas al estrés abiótico, como la sequía o la salinidad del suelo.
- **Extractos de algas marinas:** Los extractos de algas marinas contienen una amplia gama de compuestos beneficiosos, como fitohormonas, vitaminas, aminoácidos y minerales. Estos compuestos estimulan el crecimiento de las plantas, aumentan la resistencia a enfermedades y mejoran la calidad de los cultivos.
- **Extractos de microorganismos benéficos:** Algunos microorganismos benéficos, como las bacterias y los hongos, pueden promover el crecimiento de las plantas a través de la liberación de sustancias promotoras del crecimiento, la mejora de la disponibilidad de nutrientes o la protección contra patógenos. Estos microorganismos se aplican como inoculantes al suelo o como tratamientos foliares.

- **Aminoácidos y péptidos:** Los aminoácidos son los componentes básicos de las proteínas y desempeñan un papel importante en el crecimiento y desarrollo de las plantas. La aplicación de aminoácidos puede promover la síntesis de proteínas, estimular el crecimiento vegetal y mejorar la tolerancia al estrés.
- **Reguladores del crecimiento vegetal:** Los reguladores del crecimiento vegetal, como las auxinas, giberelinas y citoquininas, pueden utilizarse para controlar el crecimiento y desarrollo de las plantas. Estas sustancias pueden influir en la germinación de semillas, el enraizamiento, el crecimiento del tallo, la floración y la fructificación de los cultivos. La citoquinina como hormona vegetal, estimula la división celular y promueve el crecimiento de nuevos tejidos, lo cual favorece el desarrollo de raíces y brotes en las plantas.

#### **1.2.3.8. Mecanismos de acción de los promotores de crecimiento en las plantas**

Los promotores de crecimiento en las plantas actúan a través de diversos mecanismos para estimular su crecimiento y desarrollo. Estos mecanismos pueden variar dependiendo del tipo de promotor y su interacción con las plantas. A continuación, se describen algunos de los mecanismos de acción más comunes (Capilla Otero, 2021; Mamarandi Mossot & Ojeda Shagñay, 2019; Osorto P., 2021):

- **Estimulación hormonal:** Algunos promotores de crecimiento pueden influir en la producción, transporte o respuesta de las hormonas vegetales, como las auxinas, giberelinas y citoquininas. Estas hormonas desempeñan un papel crucial en el crecimiento y desarrollo de las plantas, regulando procesos como la elongación celular, la división celular, la germinación de semillas y la formación de flores y frutos. Los promotores de crecimiento pueden estimular la producción de hormonas o aumentar la sensibilidad de las plantas a las mismas, lo que promueve un crecimiento más rápido y vigoroso. Las citoquininas, como hormonas vegetales, juegan un papel clave en la regulación del crecimiento celular y la división. Al aplicar citoquininas en las plantas, se estimula la división celular, lo que resulta en un aumento en el crecimiento de los tejidos vegetales, como las raíces y brotes. Esto a su vez promueve el desarrollo general de la planta.

- **Estimulación del metabolismo y la síntesis de proteínas:** Algunos promotores de crecimiento pueden aumentar la actividad metabólica de las plantas, lo que resulta en una mayor producción de energía y una mayor síntesis de proteínas. Esto favorece el crecimiento de nuevos tejidos, la formación de hojas y raíces, y la mejora de la resistencia de las plantas a condiciones adversas.
- **Mejora de la absorción de nutrientes:** Los promotores de crecimiento pueden mejorar la absorción y asimilación de nutrientes por parte de las plantas. Pueden aumentar la disponibilidad de nutrientes en el suelo, estimular la actividad de las raíces y mejorar la absorción de nutrientes a través de las raíces. Esto resulta en una mejor nutrición de las plantas, lo que a su vez favorece un crecimiento saludable.
- **Estimulación de la respuesta de defensa:** Algunos promotores de crecimiento tienen la capacidad de desencadenar respuestas de defensa en las plantas, lo que las hace más resistentes a enfermedades, plagas y condiciones estresantes. Estos promotores pueden estimular la producción de metabolitos secundarios que poseen propiedades antimicrobianas o repelentes de plagas, fortalecer las paredes celulares, activar enzimas de defensa y promover la síntesis de compuestos antioxidantes. Todo esto contribuye a proteger las plantas de ataques de patógenos y a mantener un crecimiento saludable incluso en condiciones desfavorables.

Otros mecanismos de acción que subyacen a los efectos mejorados de los promotores de crecimiento en las plantas, específicamente con el uso de algas marinas y citoquininas son los siguientes:

- **Mejora de la absorción de nutrientes:** Las algas marinas contienen una amplia gama de nutrientes esenciales y compuestos bioactivos que benefician a las plantas. Al ser aplicados en los cultivos, estas sustancias mejoran la capacidad de absorción de nutrientes por parte de las raíces. Además, las algas marinas pueden actuar como quelantes, ayudando en la liberación y disponibilidad de nutrientes en el suelo, lo que contribuye a la nutrición óptima de la planta.

- **Aumento de la resistencia a estrés abiótico:** Tanto las algas marinas como las citoquininas tienen la capacidad de mejorar la resistencia de las plantas ante condiciones adversas, como la sequía, la salinidad y las bajas temperaturas. Estas sustancias estimulan la síntesis de compuestos protectores, como antioxidantes, que ayudan a reducir los efectos negativos del estrés abiótico en las plantas. Además, algunos promotores de crecimiento pueden estimular el enraizamiento de esquejes y la formación de brotes laterales en las plantas, influyendo en la expresión de genes relacionados con la formación de raíces y brotes. Esto resulta en un enraizamiento más rápido y una mayor ramificación de las plantas.
- **Inducción de defensas naturales:** Los promotores de crecimiento a base de algas marinas y citoquininas tienen la capacidad de activar los sistemas de defensa de las plantas. Estas sustancias estimulan la síntesis de fitoalexinas y otros compuestos antimicrobianos, además de promover la producción de enzimas que ayudan a combatir patógenos y enfermedades.

#### **1.2.3.9. Bioestimulantes naturales a base de algas marinas**

Los bioestimulantes naturales a base de algas marinas son promotores de crecimiento derivados de algas marinas que se utilizan en la agricultura para mejorar el crecimiento y desarrollo de las plantas. Estos bioestimulantes contienen una variedad de compuestos biológicamente activos, como fitohormonas, aminoácidos, vitaminas, oligoelementos y polisacáridos, que pueden beneficiar a las plantas de varias maneras (Drobek et al., 2019).

Los bioestimulantes a base de algas marinas se han utilizado durante mucho tiempo en la agricultura debido a sus propiedades beneficiosas. Algunos de los beneficios asociados con su uso incluyen (Bravo Vera & Saltos Palma, 2022; Drobek et al., 2019; Hidalgo Rosas, 2020):

- **Estimulación del crecimiento vegetal:** Los bioestimulantes a base de algas marinas contienen fitohormonas, como las auxinas y las citoquininas, que promueven la división celular, el alargamiento de los brotes y el enraizamiento. Esto conduce a un crecimiento más vigoroso de las plantas y una mayor producción de biomasa.

- **Mejora de la tolerancia al estrés:** Las algas marinas contienen compuestos que ayudan a las plantas a resistir condiciones adversas, como sequías, salinidad, altas temperaturas y enfermedades. Estos compuestos actúan como antioxidantes y activan mecanismos de defensa en las plantas, lo que les permite superar mejor los estresores ambientales.
- **Aumento de la absorción de nutrientes:** Los bioestimulantes a base de algas marinas contienen compuestos que pueden mejorar la absorción y asimilación de nutrientes por parte de las plantas. Estos compuestos pueden aumentar la disponibilidad de nutrientes, estimular la actividad de las raíces y mejorar la eficiencia de absorción de nutrientes.
- **Estimulación de la floración y la fructificación:** Algunos bioestimulantes a base de algas marinas contienen compuestos que pueden promover la formación de flores y la fructificación en las plantas. Esto puede resultar en un aumento en la producción de frutas y semillas.
- **Mejora de la calidad de los cultivos:** El uso de bioestimulantes a base de algas marinas se ha asociado con mejoras en la calidad de los cultivos, como el aumento del contenido de compuestos bioactivos, la mejora del color, la textura y el sabor de los productos agrícolas.

Algen 1000 y Algalig son bioestimulantes que se utilizan para potenciar el crecimiento de la lechuga. Estos productos se derivan de algas y se sabe que contienen una variedad de nutrientes y sustancias que promueven el crecimiento que pueden ayudar a mejorar el rendimiento y la calidad de los cultivos de lechuga. Estas son algunas de las propiedades de Algen 1000 y Algalig como bioestimulantes para el crecimiento de la lechuga:

**Propiedades de Algen 1000:**

Extracto de alta pureza de algas marinas *Ascophyllum nodosum* al 100%. Interviene en todos los procesos fisiológicos de la planta, desde enraizamiento efectivo al desarrollo completo.

- Contiene una alta concentración de aminoácidos, vitaminas y minerales que son esenciales para el crecimiento de las plantas.

- Ayuda a mejorar la absorción de nutrientes por parte de la planta, lo que conduce a un mejor crecimiento y desarrollo.
- Mejora la resistencia de la planta a factores de estrés como la sequía, el calor y las enfermedades.
- Se puede aplicar al suelo o rociar directamente sobre las hojas de la planta.

### **Propiedades de Algalig:**

Posee tres algas *Ascophyllum Nodosum*, *Laminaria sp*, y *Sargassum sp*.  
Ingredientes activos con alto porcentaje de hormonas conocidas como citoquininas.

- Activa y estimula el crecimiento vegetativo mayor. Promueve un mayor desarrollo y fertilidad de las flores.
- En general, estimula la planta en los momentos de máxima necesidad y supera situaciones de estrés (bajas temperaturas, estrés hídrico, fitotoxicidades).
- Incrementa el crecimiento vegetal en raíces, tallos y hojas.
- Brinda mayor actividad fotosintética como consecuencia del aumento del contenido de clorofila.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Evaluar el efecto de la aplicación de promotores de crecimiento en la producción del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*).

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Analizar los efectos agronómicos, de la utilización de promotores de crecimiento en el cultivo de lechuga.
- Determinar el rendimiento del cultivo de lechuga, con la aplicación de promotores de crecimiento.
- Determinar los costos de producción de los tratamientos estudiados.

## **CAPÍTULO II: METODOLOGÍA**

### **2.1. Ubicación**

La presente investigación se llevó a cabo en la provincia de Tungurahua cantón Cevallos, en la Granja experimental Docente Querochaca de la Universidad Técnica de Ambato, la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

#### **2.1.1. Característica del sitio experimental**

La Facultad de Ciencias Agropecuarias está ubicada en el cantón Cevallos sector Querochaca en las coordenadas 1° 22' 8'' S y 78° 36' 25'' O y aproximadamente a 2850 m.s.n.m. El clima del cantón corresponde al ecuatorial mesotérmico semihúmedo. El periodo de precipitaciones más importantes está comprendido entre los meses de febrero y julio (59-69 mm por mes) y temperaturas que fluctúan entre los 13 y 16 grados centígrados. Los meses con menor precipitación comprenden entre agosto y enero (en promedio 35 mm al mes) y con temperaturas fluctuantes entre los 11 y 13 grados centígrados (Cubillo, 2015)

### **2.2. Variedad**

La lechuga Starfighter es una variedad de lechuga de hoja verde oscuro y forma redondeada. Se caracteriza por su sabor dulce y su textura crujiente. La lechuga Starfighter es muy fácil de cultivar y se adapta bien a diferentes condiciones climáticas. Prefiere suelos bien drenados y ricos en nutrientes, y requiere un riego regular para mantenerse saludable. Esta variedad de lechuga también es resistente a enfermedades y plagas comunes, lo que la convierte en una excelente opción para los jardineros principiantes. En cuanto a su valor nutricional, la lechuga Starfighter es rica en vitaminas y minerales esenciales, como la vitamina C, el hierro y el calcio. También es baja en calorías y rica en fibra. En resumen, la lechuga Starfighter es una variedad de lechuga deliciosa, fácil de cultivar y nutritiva que se adapta bien a diferentes condiciones climáticas.

## **2.3. Materiales**

### **2.3.1. Recursos de campo**

Plántulas de lechuga

Pala

Azadón

Azada

Piola plástica A6 200 g.

Estacas

Rastrillo

Libreta de campo

Cinta métrica f. vidrio 30 m.

Fundas plásticas

Fundas de papel

Marcadores

Esfero

Libreta

### **2.3.2. Productos**

Algen1000

Algalig

Citokin

## **2.4. Equipos**

Balanza

Estufa

Flexómetro

Vaso de precipitación

## **2.5. Factores en estudio**

### **Bioestimulantes**

- Algen 1000 T1
- Algalilg T2



- Cytokin T3

#### Dosis

- D1 1,0cm<sup>3</sup>/L
- D2 1,5cm<sup>3</sup>/L
- D3 2,0cm<sup>3</sup>/L

## 2.6. Tratamientos

**Tabla 1.**

*Tratamientos definidos para aplicar en el ensayo.*

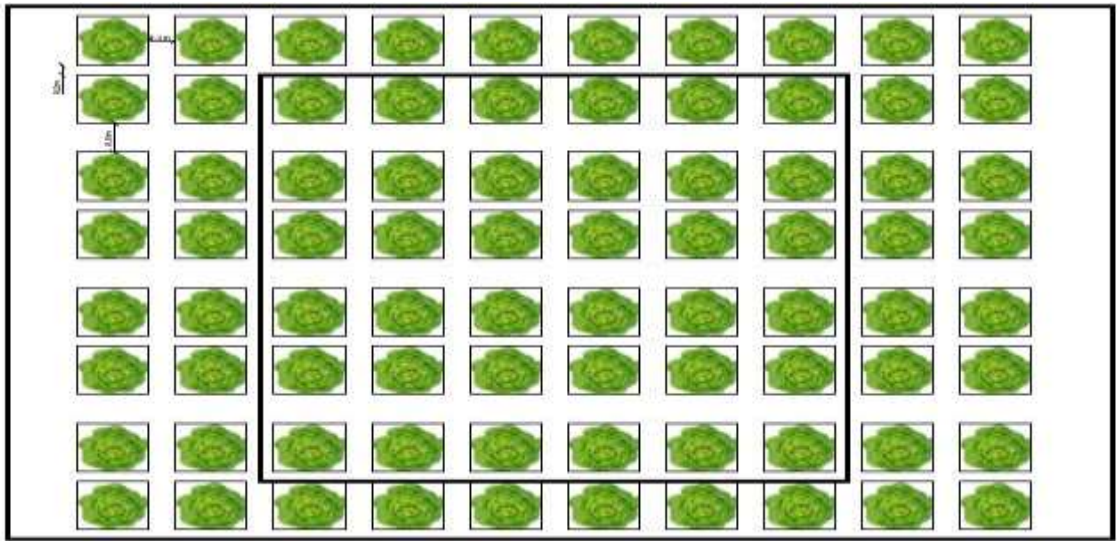
| Bioestimulantes | Dosis                  | Tratamientos |     |
|-----------------|------------------------|--------------|-----|
| (Algen1000)     | 1,0g/L                 | T1D1         | T1  |
|                 | 1,5g/L                 | T1D2         | T2  |
|                 | 2,0g/L                 | T1D3         | T3  |
| (Algalig)       | 1,0cm <sup>3</sup> /L  | T2D1         | T4  |
|                 | 1,5 cm <sup>3</sup> /L | T2D2         | T5  |
|                 | 2,0 cm <sup>3</sup> /L | T2D3         | T6  |
| (Cytokin)       | 1,0cm <sup>3</sup> /L  | T3D1         | T7  |
|                 | 1,5cm <sup>3</sup> /L  | T3D2         | T8  |
|                 | 2,0cm <sup>3</sup> /L  | T3D3         | T9  |
| Testigo         |                        | T. ABS       | T10 |

## 2.7. Unidad experimental

Cada parcela tiene 4 m de ancho por 1,8 m, en la que se colocó cuatro hileras con diez plantas cada una; la distancia de siembra será de 0,60 m entre hilera y 0,40 m entre planta.

**Figura 1.**

*Esquema de la unidad experimental*

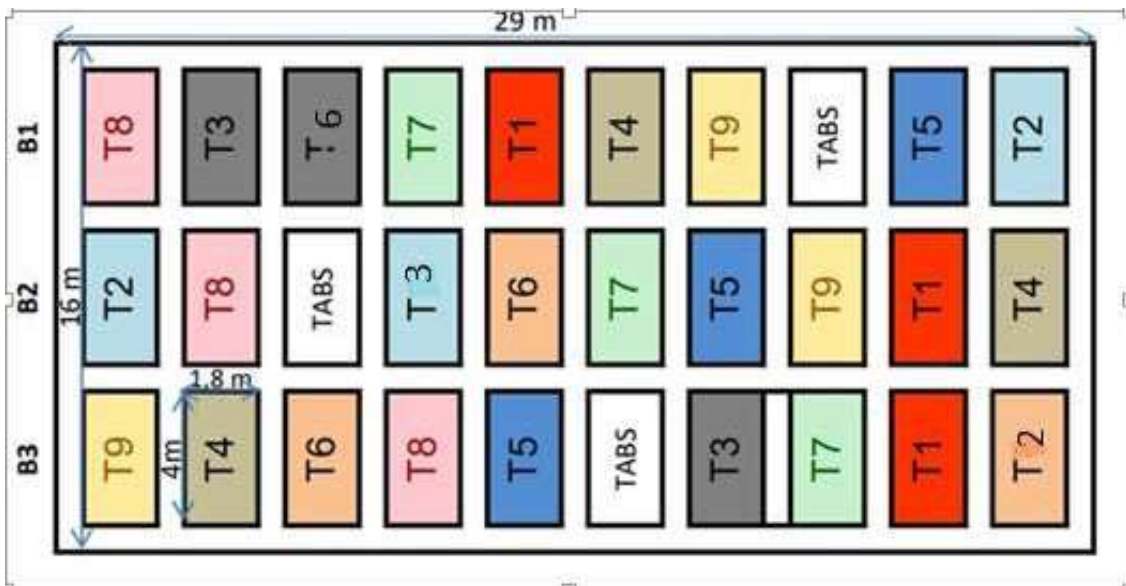


### 2.8. Esquema del experimento en campo

Para el experimento en campo se presenta el esquema mostrado en la figura 2. En el cual se colocaron las 30 unidades experimentales distribuidas en tres bloques, cada bloque fue considerado una repetición.

**Figura 2**

*Esquema del ensayo en campo*



## 2.9. Diseño Experimental

Se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con un arreglo factorial de 3 x 3 más 1 con 3 repeticiones.

## 2.10. Esquema del análisis de varianza

**Tabla 2.**

*Esquema del análisis de varianza utilizado para el diseño propuesto*

| <b>Fuente de variación</b> | <b>Grados de libertad</b> |
|----------------------------|---------------------------|
| Repeticiones               | 2                         |
| Tratamientos               | 8                         |
| Error                      | 16                        |
| Total                      | 29                        |

## 2.11. Análisis de resultados

Con los datos obtenidos, con la ayuda del paquete estadístico se realizó un ADEVA y a las respuestas significativas se aplicó la prueba de Tukey al 5%.

## 2.12. Variables en estudio

### 2.12.1. Volumen Radicular

Esta variable se la realizó mediante el método de desplazamiento de agua aplicando el principio de Arquímedes el cual consiste en poner un volumen determinado de agua en una probeta graduada luego sumergir la raíz, la cantidad de agua desplazada será el volumen que posee la raíz, el cual se midió en centímetros cúbicos.

### 2.12.2. Número de hojas por planta

Indicador del crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que el número de hojas está relacionado con la capacidad fotosintética de la planta y su capacidad para absorber nutrientes y agua del suelo. La medición del número de hojas puede realizarse de forma manual, expresando el número de hojas contenidas por planta.

### **2.12.3. Número de días de cosecha**

Esta variable se refiere al número de días transcurridos desde la siembra hasta el momento de la cosecha de las lechugas. Es importante medir esta variable para determinar el tiempo óptimo de cosecha de las lechugas y asegurar que se están cosechando en el momento adecuado para obtener la mejor calidad y rendimiento. La medición del número de días de cosecha se realizó contando los días transcurridos desde el trasplante hasta la cosecha de cada planta.

### **2.12.4. Peso fresco por planta**

Para medir esta variable se procedió a pesar la planta en fresco a la cosecha con ayuda de una balanza digital y esta será expresada en gramos.

### **2.12.5. Materia seca**

Se procedió a pesar después de haber sido cortada para tomar el peso fresco y otra vez después de haberse secado en una estufa por al redor de 48 horas. Acción realizada con una balanza digital, expresada en gramos.

### **2.12.6. Rendimiento**

El rendimiento se tomó del promedio del peso de las plantas por parcela neta en la cosecha, luego se relacionó para una hectárea ( $Tm*ha^{-1}$ ). Aquí se pesaron todas las lechugas de la parcela.

### **2.12.7. Análisis de costos**

Para el análisis de costos se valoraron todas las actividades e insumos utilizados en la producción de lechugas con los cuales se determinaron los costos de producción, el valor de venta por hectárea. Con estos valores se determinó la relación beneficio costo.

## **2.13. Manejo del experimento**

### **2.13.1. Preparación del terreno**

Consistió en dejar el área de trabajo libre de arvenses, para ello se utilizó un azadón, rastrillo, pala y carretilla, con el fin de eliminar las raíces depositadas en el suelo y remover el mismo para dejarlo bien mullido y trabajable.

### **2.13.2. Trazados de parcelas**

Un día antes del trasplante se procedió a realizar el trazado de las parcelas, delimitando cada tratamiento, posteriormente se colocaron estacas para separar las unidades experimentales.

### **2.13.3. Trasplante del cultivo**

Las plántulas se colocaron a una distancia de 0,60 m entre hilera y 0,40 m entre planta, obteniendo 40 plántulas por unidad experimental y 1200 plántulas para todo el experimento.

### **2.13.4. Riego**

Según las necesidades del cultivo, se regaron por gravedad el suelo a capacidad de campo, según el requerimiento del cultivo.

### **2.13.5. Manejo de arvenses**

El manejo de arvenses se realizó de forma mecánica con ayuda de una azada, 8 días después del trasplante seguido a los 20 días y culminando a los 30 días después del trasplante.

### **2.13.6. Aplicación de tratamientos**

Se aplicó de manera foliar en una bomba de mochila, con las dosis establecidas, siendo la primera después del trasplante, continuando con otra a los 15 y 30 días después del trasplante.

### 2.13.7. Cosecha

La cosecha se realizó aproximadamente a los 45 días del trasplante, de forma manual y se registraron los datos respectivos.

## CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

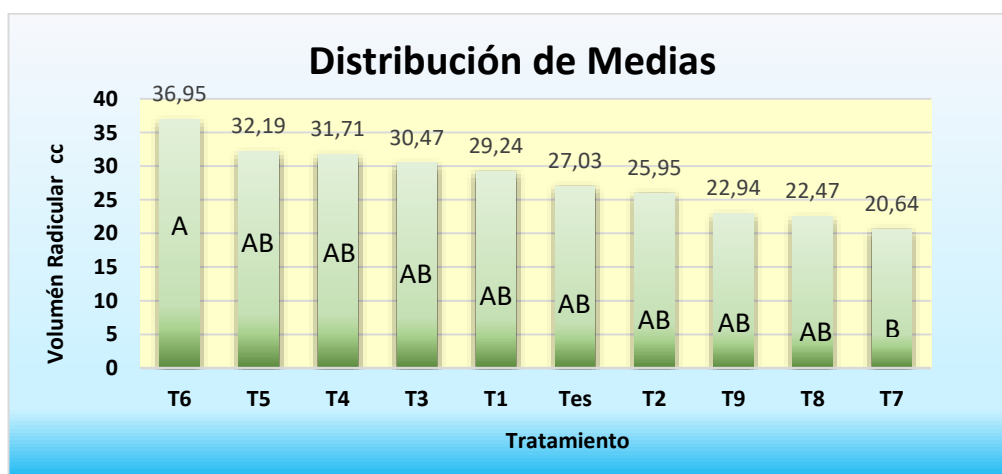
### 3.1. Volumen Radicular

**Tabla 3.**

*Análisis de varianza para la variable volumen radicular.*

| Fuentes de Variación | gl | CM     | F     |    |
|----------------------|----|--------|-------|----|
| Tratamientos         | 9  | 78,16  | 3,01  | *  |
| Productos            | 2  | 304,32 | 10,91 | ** |
| Dosis                | 2  | 28,79  | 1,03  | ns |
| Producto*Dosis       | 4  | 8,58   | 0,31  | ns |
| Error                | 18 | 25,94  |       |    |
| Total                | 29 |        |       |    |

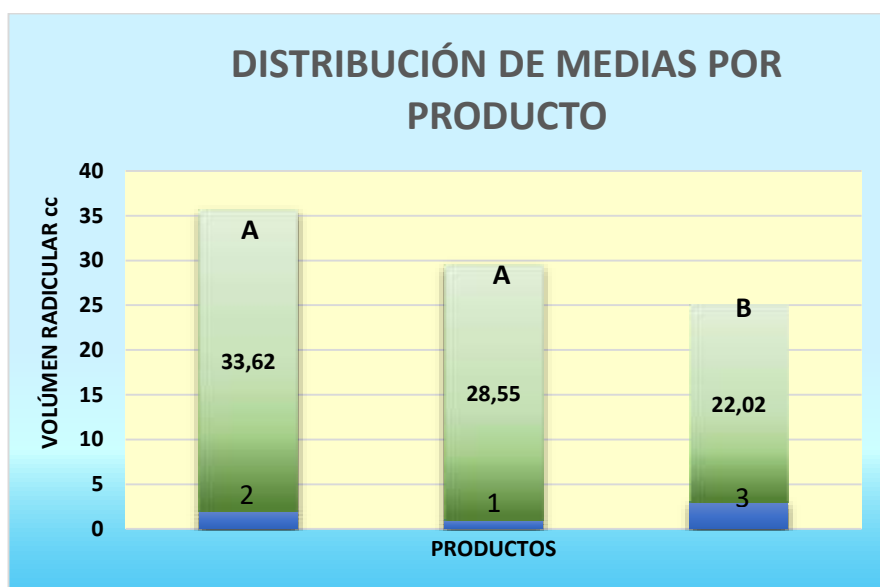
En la tabla 3 se observa el análisis de varianza, para la variable volumen radicular, se obtuvo una respuesta significativa para los tratamientos, altamente significativa para productos mientras que para dosis, la interacción producto por dosis no existe diferencia significativa, con un coeficiente de variación de 18.22%.



**Figura 3.**

*Prueba de Tukey para la variable volumen radicular*

En la figura 3 se observa la distribución de medias con la prueba de tukey al 5%, observando que existe dos rangos estadísticos, destacando el T6 con una media de 36.95 cc, seguido de T5 con una media de 32.19 cc mientras que el T7 presenta la media con menor valor de 20.64 cc, los demás tratamientos se encuentran inmersos en la gráfica anterior. Según (Ali et al., 2021) menciona que entre los componentes de los extractos de algas marinas están: carbohidratos, aminoácidos, fitohormonas, proteínas, osmoprotectores, y citoquininas que mejora el rendimiento y el crecimiento radicular, hojas y frutos. Estos resultados pueden ser atribuidos a la influencia que tiene cada tratamiento empleado en el ensayo, es decir se observa influencia directa en el volumen radicular por acción de los productos aplicados.



**Figura 4.**

*Distribución de medias por productos para la variable volumen radicular.*

En la figura 4 se observa la distribución de medias para volumen radicular por cada producto utilizado, observando un valor superior el producto 2 (Algalig), seguido del producto 1 (Alguen 1000), mientras que el producto 3 (Citoquin) presenta un menor desarrollo del volumen radicular.

Según (Sathya et al., 2016) evaluó el efecto de la aplicación de extractos de algas en el crecimiento y calidad de las lechugas. Los resultados mostraron que la aplicación de extractos de algas aumentó significativamente el volumen radicular y la biomasa de las lechugas., por lo tanto en nuestra investigación concordamos con

lo observado por el autor, debido a que tenemos una respuesta favorable en lo referente a volumen radicular, como se muestra en las figuras 3 y 4.

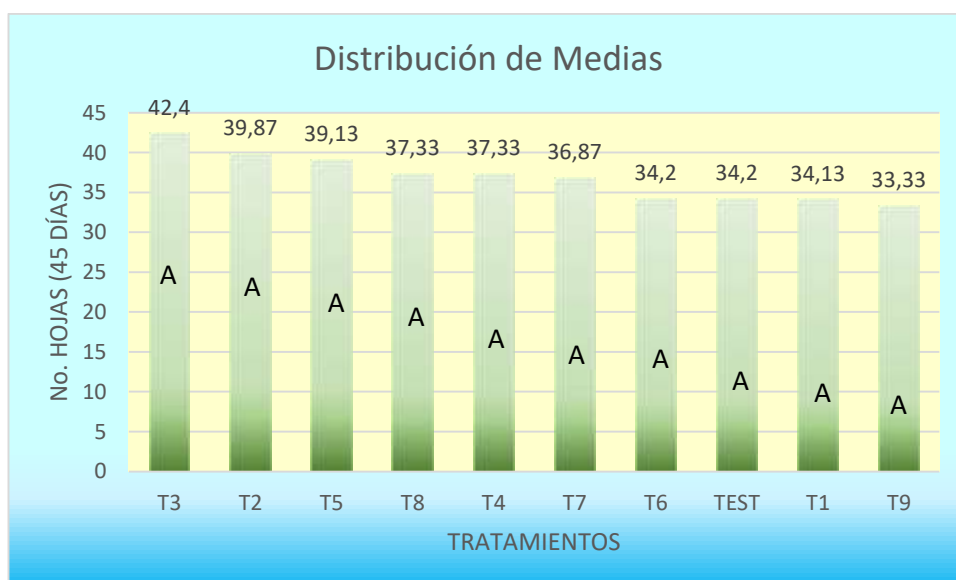
### 3.2. Número de hojas por plantas (45 días)

**Tabla 4**

*Análisis de varianza para la respuesta número de hojas por planta a los 45 días después del trasplante.*

| Fuentes de Variación | gl | CM    | F    |    |
|----------------------|----|-------|------|----|
| Tratamientos         | 9  | 26,46 | 1,14 | ns |
| Productos            | 2  | 20,22 | 1,11 | ns |
| Dosis                | 2  | 17,92 | 0,98 | ns |
| Producto*Dosis       | 4  | 34,47 | 1,89 | ns |
| Error                | 18 | 23,11 |      |    |
| Total                | 29 |       |      |    |

En la tabla 4 se observa el análisis de varianza para la respuesta número de hojas a los 45 días después del trasplante, observando que no existe diferencias significativas para tratamientos, dosis, productos, y la interacción dosis por producto, con un coeficiente de variación de 13.04%.



**Figura 5.**

*Distribución de medias para la variable número de hojas por planta a los 45 días después del trasplante.*



En la figura 5 se observa que existe UN rango estadístico, destacando los valores más altos el T3 con una media de 42.4%, seguido de T2 con una media de 39.87% mientras que el T9 presenta una media con el valor más bajo con un promedio de 33.33, los demás tratamientos se encuentran representados en la gráfica.

El número de hojas según un estudio publicado en la revista Journal of Applied Phycology (2017), se menciona que puede verse afectado por una variedad de factores, incluida la genética, la variedad y las condiciones de crecimiento, de tal manera en nuestra investigación podemos asumir que el número de hojas no presenta valores significativos por las condiciones expresadas por el autor antes mencionado, ya que el trabajo se llevó a cabo con una única variedad y en una sola localidad.

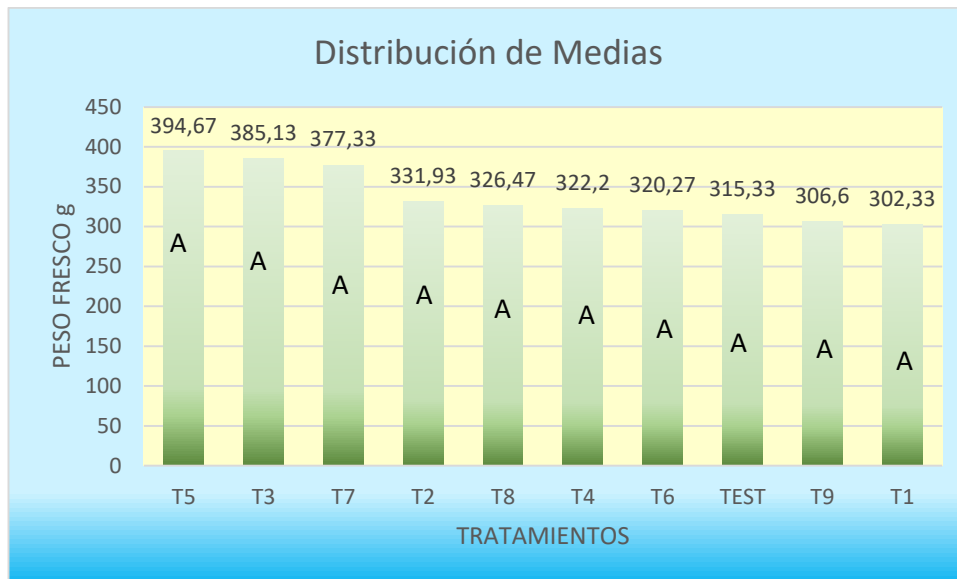
### 3.3. Peso Fresco

**Tabla 5**

*Análisis de varianza para la variable peso fresco.*

| <b>Fuentes de Variación</b> | <b>gl</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> |    |
|-----------------------------|-----------|-----------|----------|----|
| Tratamientos                | 9         | 3495,01   | 0,35     | ns |
| Producto                    | 2         | 185,02    | 0,02     | ns |
| Dosis                       | 2         | 735,10    | 0,08     | ns |
| Producto*Dosis              | 4         | 6966,97   | 0,77     | ns |
| Error                       | 18        | 9919,56   |          |    |
| Total                       | 29        |           |          |    |

En la tabla 5 se observa el análisis de varianza para la respuesta del peso fresco, observando que no existe diferencias significativas para tratamientos, dosis, productos, la interacción dosis por producto y para repeticiones, con un coeficiente de variación de 29.45%.



**Figura 6.**

*Distribución de medias para la variable peso fresco.*

En la figura 6 se observa que existe UN rango estadístico, destacando los valores más altos el T5 con una media de 394.67%, seguido de T3 con una media de 385.13% mientras que el T1 presenta una media con el valor más bajo con un promedio de 302.33%, los demás tratamientos se encuentran representados en la gráfica.

Estos resultados pueden ser atribuidos a la influencia que tiene cada tratamiento empleado en el ensayo, es decir se observa influencia directa en el peso fresco. Según M.C. Tejada et al. (2019) en su estudio "Efecto del extracto de algas en el crecimiento y calidad de la lechuga en condiciones de invernadero", mostró que el extracto de algas mejoró significativamente el peso fresco y la calidad de la lechuga cultivada en condiciones de invernadero. Es importante tener en cuenta que el peso fresco de las lechugas puede verse afectado por diversos factores, como la variedad de lechuga, las condiciones climáticas, el tipo de sustrato utilizado, la cantidad de luz y nutrientes que recibe la planta, entre otros. Sin embargo, estos estudios sugieren que la aplicación de extractos de algas puede ser beneficiosa para mejorar el peso fresco y la calidad de las lechugas; por lo tanto, en nuestra investigación concordamos con lo expresado por el autor debido a que no se observó diferencias estadísticas significativas en los tratamientos estudiados.

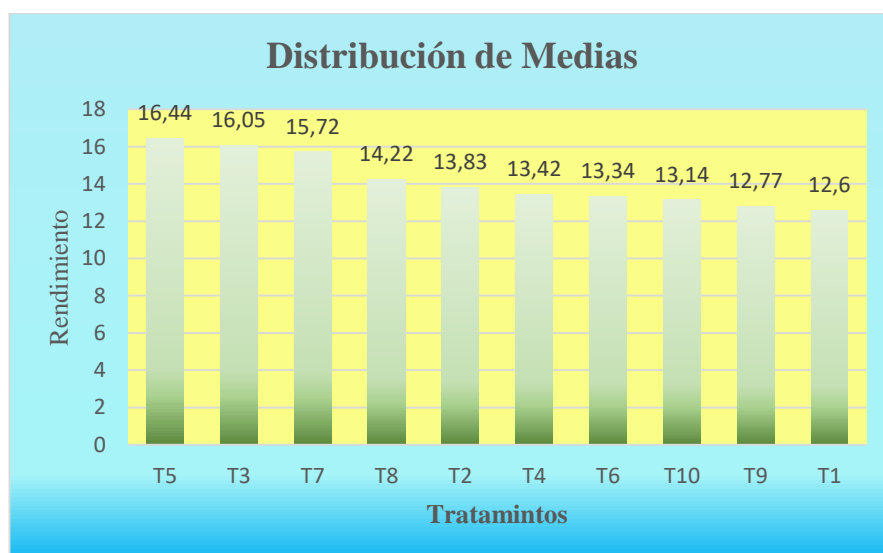
### 3.4. Rendimiento

**Tabla 6.**

*Análisis de varianza para la variable rendimiento.*

| Fuentes de Variación | gl | CM    | F    |    |
|----------------------|----|-------|------|----|
| Tratamientos         | 9  | 5,98  | 0,34 | ns |
| Producto             | 2  | 0,14  | 0,01 | ns |
| Dosis                | 2  | 2,20  | 0,14 | ns |
| Producto*Dosis       | 4  | 11,42 | 0,71 | ns |
| Error                | 18 | 17,68 |      |    |
| Total                | 29 |       |      |    |

En la tabla 6 realizado el análisis de varianza para la respuesta del rendimiento, observando que no existe diferencias significativas para tratamientos, dosis, productos, y la interacción dosis por producto, con un coeficiente de variación de 28.34%.



**Figura 7.**

*Distribución de medias por tratamiento para la variable rendimiento*

En la figura 7 se muestra la distribución de las medias. Aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, se observa diferencias matemáticas lo que indica variaciones entre los tratamientos. Destaca el T5 con una media de 16.44

Tn/ha, seguido de T3 con una media de 16.05 Tn/ha. Por otro lado, el T1 presenta la media más baja con un valor de 12.6 Tn/ha. Los demás tratamientos se encuentran representados en la gráfica anterior.

Según estudios publicados en la revista Journal of Applied Phycology (2018) se evidenció que mediante la aplicación de citoquininas, las cuales son hormonas vegetales presentes en las algas, incrementó significativamente el crecimiento y la calidad de la lechuga. Estos estudios sugieren que la utilización de bioestimulantes de algas ya que son ricos en citoquininas y auxinas, estos fitorreguladores puede ser beneficiosos para aumentar el rendimiento y la calidad de la lechuga; por lo tanto, en nuestra investigación concordamos con lo observado por el autor ya que en el presente estudio se obtuvo como resultado un mínimo incremento en el rendimiento.

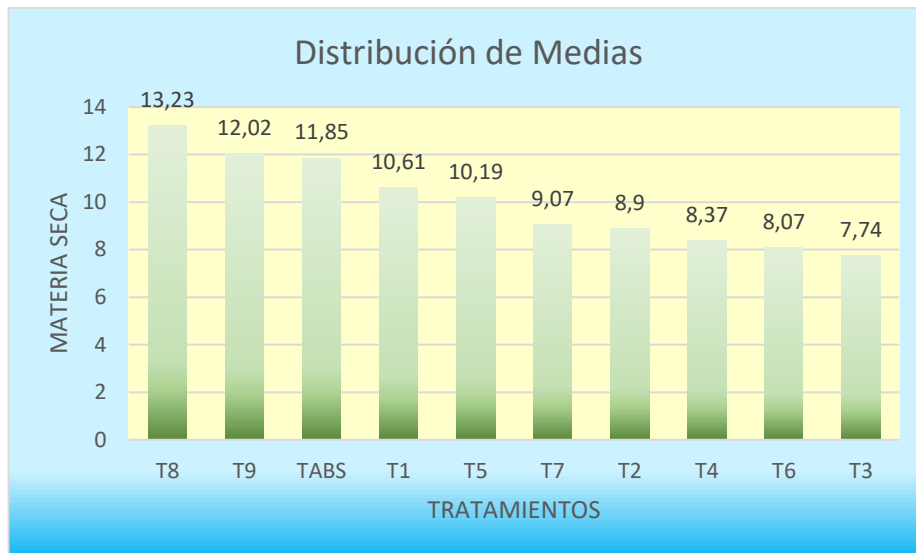
### 3.5. Materia Seca

**Tabla 7.**

*Análisis de varianza para la variable materia seca.*

| <b>Fuentes de Variación</b> | <b>gl</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> |    |
|-----------------------------|-----------|-----------|----------|----|
| Tratamientos                | 9         | 10,64     | 0,98     | ns |
| Producto                    | 2         | 18,21     | 1,75     | ns |
| Dosis                       | 2         | 6,41      | 0,62     | ns |
| Producto*Dosis              | 4         | 8,78      | 0,84     | ns |
| Error                       | 18        | 10,83     |          |    |
| Total                       | 29        |           |          |    |

En la tabla 7 se muestra la distribución de análisis de varianza para la respuesta del materia seca, observando que no existe diferencias significativas para tratamientos, dosis, productos, y la interacción dosis por producto, con un coeficiente de variación de 32.88%.



**Figura 8.**

*Distribución de medias para la variable materia seca.*

En la figura 8 se visualiza que existe un rango estadístico, destacando los valores de más alta significancia, el T8 con una media de 13.23%, seguido de T9 con una media de 12.02% mientras que el T3 presenta una media con el valor más bajo con un promedio de 7.74%, los demás tratamientos se encuentran representados en la gráfica.

Según un estudio realizado por Li et al. (2018), se evaluó el efecto de la aplicación de extracto de algas y citoquininas en la producción de materia seca en lechugas. Los resultados mostraron que la aplicación de extracto de algas y citoquininas aumentó significativamente la producción de materia seca en lechugas en comparación con el control. Además, se observó una mejora en la calidad de las lechugas tratadas con estos extractos, lo que sugiere que estos bioestimulantes pueden ser beneficiosos para la producción de lechugas; por tal razón es importante destacar que al utilizar cualquier promotor de crecimiento, se va a ver afectado en el contenido de materia seca, tal como se observa en el presente trabajo, mismo que indica un similar contenido en todos los tratamientos estudiados.

### 3.6. Días a la cosecha

En relación a la variable de los días transcurridos hasta la cosecha, la cual presenta un único valor de 45 días para todos los tratamientos, es importante mencionar que en el presente ensayo no se evidenciaron cambios en el número de días transcurridos para alcanzar la madurez comercial en todas las parcelas. Por lo tanto, los tratamientos aplicados no se vieron afectados una influencia directa en esta variable.

Sequeira L., (2019) menciona que desde el punto de vista agronómico, la lechuga es considerada un cultivo de ciclo corto, ya que puede completar su ciclo vegetativo en un período relativamente corto, generalmente entre 60 y 90 días en variedades de repollo y de 45 a 50 días en variedad crespa o lechuga de hoja. Observando similar periodo de cultivo en el presente trabajo

### 3.7. Relación costo beneficio

**Tabla 9.**

*Análisis de costos por tratamiento de lechuga de hoja.*

| <b>Tratamiento</b> | <b>Costos por hectárea</b> | <b>Rendimiento Tn/ha</b> | <b>Costo unitario</b> | <b>Ingresos</b> | <b>Relación C/B</b> |
|--------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------|---------------------|
| T1                 | 5153                       | 12,60                    | 500                   | 6300,00         | 1,22                |
| T2                 | 5551                       | 13,83                    | 500                   | 6915,00         | 1,25                |
| T3                 | 5947                       | 16,05                    | 500                   | 8025,00         | 1,35                |
| T4                 | 4863                       | 13,42                    | 500                   | 6710,00         | 1,38                |
| T5                 | 5113                       | 16,44                    | 500                   | 8220,00         | 1,61                |
| T6                 | 5363                       | 13,34                    | 500                   | 6670,00         | 1,24                |
| T7                 | 4780                       | 15,72                    | 500                   | 7860,00         | 1,64                |
| T8                 | 4988                       | 14,22                    | 500                   | 7110,00         | 1,43                |
| T9                 | 5197                       | 12,77                    | 500                   | 6385,00         | 1,23                |
| TEST               | 4361                       | 13,14                    | 500                   | 6570,00         | 1,51                |

Como se puede apreciar en la tabla 9, se muestra las variaciones de los costos de producción por cada tratamiento, observando que la columna de la relación beneficio costo resulta de la división entre los ingresos para los costos, obteniendo que el T7 presenta la relación más alta con 1,64 USD, seguido del T5 con valores de 1,61 USD, mientras que el T1 presenta el valor más bajo de 1.22 USD, por lo tanto podemos indicar que de forma general en todos los tratamientos se obtiene un

grado de utilidad es decir, para el caso del T7 se tiene que por cada dólar invertido se recupera 1,64 USD.

Yagi y Kokubu (2018), mencionan que todo proyecto productivo debe ser respaldado por un análisis de rentabilidad económico financiero, diferentes autores mencionan que por su valoración en unidades monetarias los análisis de rentabilidad económico financiero sirven como fundamento para la toma de decisiones mediante distintos indicadores de factibilidad financiera. Por lo tanto, concordamos con el autor por el motivo que al hacer una relación costo beneficio podemos identificar que la producción de lechuga utilizando los tratamientos en estudio generan rentabilidad.

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. Conclusiones**

Con la utilización del T6 compuesto por Algalig con dosis de 2 cm<sup>3</sup>/L se obtuvo los valores más altos en cuanto a volumen radicular, mientras que para número de hojas y peso seco no se observó diferencias estadísticas en los tratamientos, con un ciclo de cultivo de (*lactuca sativa* Var. *Starfighter*) de 45 días a partir del trasplante.

Para el caso del rendimiento se observa que no existen diferencias estadísticas significativas sino únicamente mínimas diferencias matemática.

Los tratamientos T7 y T5 presentan la relación costo beneficio más alta siendo estas las de mayor rentabilidad, es importante destacar que en cualquier tratamiento incluido el testigo se ha determinado un grado de rentabilidad, destacando los antes mencionados.

## **5.2. Recomendaciones**

Se recomienda la utilización del extracto de alga de nombre comercial Algalig en el cultivo de lechuga, ya que permite mejorar su rendimiento.

Es importante realizar estudios adicionales para evaluar la eficacia de diferentes dosis y combinaciones de promotores de crecimiento en el cultivo de lechuga, con el fin de optimizar su uso y maximizar los beneficios.

Se recomienda realizar estudios a largo plazo para evaluar los efectos de los promotores de crecimiento en la salud del suelo y la biodiversidad, con el fin de garantizar la sostenibilidad de su uso en la agricultura.



## MATERIAL BIBLIOGRÁFICO

### Bibliografía

- Aguilar, J. J. M., & Veintimilla, A. C. A. (2022). Efecto de algas marinas como fertilizante para el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) en Babahoyo, Ecuador. *ECOAgropecuaria. Revista Científica Ecológica Agropecuaria*, 2(01), Article 01. <https://doi.org/10.53591/recoa.Vol2.Núm01.año2022>
- Ali, O., Ramsubhag, A., & Jayaraman, J. (2021). Biostimulant properties of seaweed extracts in plants: implications towards sustainable crop production. *Plants*, 10(531), 1-27.
- Ahmed, S., Ahmed, S., Roy, S. K., Woo, S. H., Sonawane, K. D., & Shohael, A. M. (2019). Effect of salinity on the morphological, physiological and biochemical properties of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in Bangladesh. *Open Agriculture*, 4(1), 361-373. <https://doi.org/10.1515/opag-2019-0033>
- B., K., Prabhuraj, A., Mohan, M., Bheemanna, M., Kalmath, B., Diwan, J., & Y., P. (2020). INSECTICIDE USAGE PATTERN AND EVOLUTION OF RESISTANCE IN EGGPLANT SHOOT AND FRUIT BORER, *LEUCINODES ORBONALIS* GUENÉE (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) IN INDIA. *Plant Archives*, 20, 1255-1261.
- Bravo Vera, M. D., & Saltos Palma, J. F. (2022). *Efecto de bioestimulantes a base de algas marinas en el cultivo de fréjol caupí (Vigna unguiculata L. Walp)* [BachelorThesis, Calceta: ESPAM MFL]. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1878>
- Breś, W., Kleiber, T., Markiewicz, B., Mieloszyk, E., & Mieloch, M. (2022). The Effect of NaCl Stress on the Response of Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Agronomy*, 12(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020244>
- Cambo Mariño, M. E. (2022). *El valor agregado bruto del sector primario agricultura en la economía del Ecuador*
- Capilla Otero, M. M. (2021). *Interacción de bacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPR) con lechuga (Lactuca sativa L.)*. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/13548>
- Chávez, J. E. C., Castro, G. L. O., Tinoco, A. del C. C., & García, G. A. C. (2019). Eficacia de bioestimulantes sobre el crecimiento inicial de plantas de fréjol

- común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista ESPAMCIENCIA ISSN 1390-8103*, 10(1), Article 1.
- Chen, Y., Zang, L., Liu, M., Zhang, C., Shen, G., Du, W., Sun, Z., Fei, J., Yang, L., Wang, Y., Wang, X., & Zhao, M. (2019). Ecological risk assessment of the increasing use of the neonicotinoid insecticides along the east coast of China. *Environment International*, 127, 550-557. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.04.010>
- Chimborazo Pinguil, C. L. (2022). *Análisis del manejo postcosecha en lechuga (lactuca sativa) y col (brassica oleracea) comercializados en los centros de distribución del Cantón Cañar* [BachelorThesis, Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9253>
- Cunache Lasluisa, E. A. (2023). *Evaluación tres biopreparados en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa)* [BachelorThesis]. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/37608>
- Day, J. A., Diener, C., Otwell, A. E., Tams, K. E., Bebout, B., Detweiler, A. M., Lee, M. D., Scott, M. T., Ta, W., Ha, M., Carreon, S. A., Tong, K., Ali, A. A., Gibbons, S. M., & Baliga, N. S. (2021). Lettuce (*Lactuca sativa*) productivity influenced by microbial inocula under nitrogen-limited conditions in aquaponics. *PLOS ONE*, 16(2), e0247534. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247534>
- Demir, Z. (2019). Effects of Vermicompost on Soil Physicochemical Properties and Lettuce (*Lactuca sativa* Var. Crispa) Yield in Greenhouse under Different Soil Water Regimes. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 50(17), 2151-2168. <https://doi.org/10.1080/00103624.2019.1654508>
- DiBartolomeis, M., Kegley, S., Mineau, P., Radford, R., & Klein, K. (2019). An assessment of acute insecticide toxicity loading (AITL) of chemical pesticides used on agricultural land in the United States. *PLOS ONE*, 14(8), e0220029. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220029>
- Drobek, M., Fraç, M., & Cybulska, J. (2019). Plant Biostimulants: Importance of the Quality and Yield of Horticultural Crops and the Improvement of Plant Tolerance to Abiotic Stress—A Review. *Agronomy*, 9(6), Article 6. <https://doi.org/10.3390/agronomy9060335>
- Espinosa-Antón, A. A., Hernández-Herrera, R. M., González-González, M., Espinosa-Antón, A. A., Hernández-Herrera, R. M., & González-González, M.

- (2020). Extractos bioactivos de algas marinas como bioestimulantes del crecimiento y la protección de las plantas. *Biotecnología Vegetal*, 20(4), 257-282.
- Espinoza Torres, J. J. (2022). *Evaluación del efecto de productos a base de algas marinas, para mejorar el desarrollo y rendimiento de fréjol (Phaseolus vulgaris L.), variedad Centenario* [Thesis, UPEC]. <http://www.repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1402>
- Freeman, J. C., Ross, D. H., & Scott, J. G. (2019). Insecticide resistance monitoring of house fly populations from the United States. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 158, 61-68. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2019.04.006>
- Gude, K., Talavera, M., Sasse, A. M., Rivard, C. L., & Pliakoni, E. (2021). Effect of Light Characteristics on the Sensory Properties of Red Lettuce (*Lactuca sativa*). *Foods*, 10(11), Article 11. <https://doi.org/10.3390/foods10112660>
- Hidalgo Rosas, R. J. (2020). *Evaluación del rendimiento del cultivo de pepino (Cucumis sativus L.) ante la aplicación de bioestimulantes a base de algas marinas en la zona de Simón Bolívar provincia del Guayas* [Bachelor Thesis, BABAHOYO: UTB, 2020]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/7976>
- Karthik, T., Sarkar, G., Babu, S., Amalraj, L. D., & Jayasri, M. (2020). Preparation and evaluation of liquid fertilizer from *Turbinaria ornata* and *Ulva reticulata*. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 28, 101712.
- Legua Cardenas, J. A., Caro Soto, F., Nunja García, J. V., & Cruz Nieto, D. D. (2021). “Efecto de compost elaborado con subproductos de la caña de azúcar, para obtener mayor rendimiento en el cultivo de lechuga” (*Lactuca sativa* L.). *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*, 6(8), 1-14.
- Lian, J., Liu, W., Meng, L., Wu, J., Chao, L., Zeb, A., & Sun, Y. (2021). Foliar-applied polystyrene nanoplastics (PSNPs) reduce the growth and nutritional quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Environmental Pollution*, 280, 116978. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116978>
- Loachamín Oña, E. S. (2019). *Estimación de impactos ambientales basados en el análisis de ciclo de vida de la fase agrícola de la cadena agroalimentaria convencional y agroecológica de la lechuga (Lactuca Sativa) en el cantón Cayambe*
- López López, D. E. (2022). *Alternativas biológicas para reemplazar los plaguicidas de mayor consumo en el Ecuador: Alternativa biológica para el*

- reemplazo de insecticidas en el Ecuador*. [BachelorThesis, Quito : EPN, 2022.]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/23109>
- Ma, H., Shurigin, V., Jabborova, D., dela Cruz, J. A., dela Cruz, T. E., Wirth, S., Bellingrath-Kimura, S. D., & Egamberdieva, D. (2022). The Integrated Effect of Microbial Inoculants and Biochar Types on Soil Biological Properties, and Plant Growth of Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Plants*, *11*(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/plants11030423>
- Mamarandi Mossot, J. E., & Ojeda Shagñay, A. G. (2019). *Evaluación de cepas de Bacillus spp. Como microorganismos promotores del crecimiento vegetal (PGPR) en brócoli (Brassica oleracea) y lechuga (Lactuca sativa)*. [BachelorThesis]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17293>
- Martínez-Gutiérrez, A., Zamudio-González, B., Tadeo-Robledo, M., Espinosa-Calderón, A., Cardoso-Galvão, J. C., Vázquez-Carrillo, M. G., Martínez-Gutiérrez, A., Zamudio-González, B., Tadeo-Robledo, M., Espinosa-Calderón, A., Cardoso-Galvão, J. C., & Vázquez-Carrillo, M. G. (2022). Rendimiento de híbridos de maíz en respuesta a la fertilización foliar con bioestimulantes. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, *13*(2), 289-301. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i2.2782>
- Medina-Lozano, I., Bertolín, J. R., Zufiaurre, R., & Díaz, A. (2020). Improved UPLC-UV method for the quantification of vitamin C in lettuce varieties (*Lactuca sativa* L.) and crop wild relatives (*Lactuca* spp.). *JoVE (Journal of VisualizedExperiments)*(160), e61440.
- Miceli, A., Vetrano, F., & Moncada, A. (2021). Influence of *Ecklonia maxima* Extracts on Growth, Yield, and Postharvest Quality of Hydroponic Leaf Lettuce. *Horticulturae*, *7*(11), Article 11. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7110440>
- Mortola, N., Romaniuk, R., Cosentino, V., Eiza, M., Carfagno, P., Rizzo, P., Bres, P., Riera, N., Roba, M., Butti, M., Sainz, D., & Brutti, L. (2019). Potential Use of a Poultry Manure Digestate as a Biofertiliser: Evaluation of Soil Properties and *Lactuca sativa* Growth. *Pedosphere*, *29*(1), 60-69. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(18\)60057-8](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(18)60057-8)
- Nanda, S., Kumar, G., & Hussain, S. (2022). Utilization of seaweed-based biostimulants in improving plant and soil health: Current updates and future

- prospective. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 19(12), 12839-12852. <https://doi.org/10.1007/s13762-021-03568-9>
- Osorto P., E. E. (2021). *Producción de lechuga en acuaponía con adición de fertilizantes orgánicos líquidos y bacterias promotoras de crecimiento* [Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/7168>
- Painii-Montero, V. F., & González-Pita, A. de J. (2022). Influencia de bioestimulantes foliares a base de algas marinas, sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz en Daule, Ecuador. *ECOAgropecuaria. Revista Científica Ecológica Agropecuaria*, 1(1), Article 1. <https://doi.org/10.53591/recoa.Vol1.Núm1.año2022>
- Pérez-Madruga, Y., López-Padrón, I., & Reyes-Guerrero, Y. (2020). Las Algas como alternativa natural para la producción de diferentes cultivos. *Cultivos Tropicales*, 41(2). <https://www.redalyc.org/journal/1932/193264539009/html/>
- Pertierra Lazo, R., & Quispe Gonzabay, J. (2020). Análisis económico de lechugas hidropónicas bajo sistema raíz flotante en clima semiárido. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 31(1), 118-130.
- Salgueiro, P., Restrepo-Zabaleta, J., Costa, M., Galardo, A. K. R., Pinto, J., Gaborit, P., Guidez, A., Martins, A. J., & Dusfour, I. (2019). Liaisons dangereuses: Cross-border gene flow and dispersal of insecticide resistance-associated genes in the mosquito *Aedes aegypti* from Brazil and French Guiana. *Memórias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 114, e190120. <https://doi.org/10.1590/0074-02760190120>
- Sequeira L., J. P. (2019). *Uso de lacto-suero ácido en la elaboración de bocashi y su efecto en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) cv. Tropicana* [Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2019.]. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6668>
- Supraja, K., Behera, B., & Balasubramanian, P. (2020). Efficacy of microalgal extracts as biostimulants through seed treatment and foliar spray for tomato cultivation. *Industrial crops and products*, 151, 112453.
- T. Chirinos, D., Castro, R., Cun, J., Castro, J., Peñarrieta Bravo, S., Solis, L., Geraud-Pouey, F., T. Chirinos, D., Castro, R., Cun, J., Castro, J., Peñarrieta Bravo, S., Solis, L., & Geraud-Pouey, F. (2020). Los insecticidas y el control

- de plagas agrícolas: La magnitud de su uso en cultivos de algunas provincias de Ecuador. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(1), 84-99. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol21\\_num1\\_art:1276](https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num1_art:1276)
- Thriunavukkarasu, R., Joseph, J., & Aruni, W. (2020). Effect of seaweed on seed germination and biochemical constituents of *Capsicum annum*. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 29, 101761.
- Vargas-González, G., Alvarez-Reyna, V. de P., Guigón-López, C., Cano-Ríos, P., García-Carrillo, M., Vargas-González, G., Alvarez-Reyna, V. de P., Guigón-López, C., Cano-Ríos, P., & García-Carrillo, M. (2019). Impacto ambiental por uso de plaguicidas en tres áreas de producción de melón en la Comarca Lagunera, México. *CienciaUAT*, 13(2), 113-127. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v13i2.1141>
- Vásconez, R. D. A., Mossot, J. E. M., Shagñay, A. G. O., Tenorio, E. M., Utreras, V. P. C., & Suquillo, I. D. los Á. V. (2020). Evaluación de *Bacillus* spp. Como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (RPCV) en brócoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*) y lechuga (*Lactuca sativa*). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(3), Article 3. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol21\\_num3\\_art:1465](https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1465)
- Vinoth, S., Gurusaravanan, P., Sivakumar, S., & Jayabalan, N. (2019). Influence of seaweed extracts and plant growth regulators on in vitro regeneration of *Lycopersicon esculentum* from leaf explant. *Journal of applied phycology*, 31(3), 2039-2052.
- Yagi, M. and Kokubu, K. 2018. Corporate material flow management in Thailand: the way to material flow cost accounting. *J. Cleaner Production*. 198:763-775.
- Yoo, J.-H., Luyima, D., Lee, J.-H., Park, S.-Y., Yang, J.-W., An, J.-Y., Yun, Y.-U., & Oh, T.-K. (2021). Effects of brewer's spent grain biochar on the growth and quality of leaf lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *Crispa*). *Applied Biological Chemistry*, 64(1), 10. <https://doi.org/10.1186/s13765-020-00577-z>
- Zamudio González, B., Félix Reyes, A., Martínez Gutiérrez, A., Galvão, J. C. C., Espinosa Calderón, A., & Tadeo Robledo, M. (2018). Producción de híbridos de maíz con urea estabilizada y nutrición foliar. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(6), 1231-1244.

Zea, P., Pierre, L., Lucero, G., Larriva, W., & Chica, E. J. (2020). Desarrollo y rendimiento de calabacín y lechuga cultivados sobre acolchados vivos en Cuenca, Ecuador. *Siembra*, 7(1), 43-49.

## **ANEXOS**

### **Anexo 1.**

*Medición del terreno*



### **Anexo 2.**

*Preparación del terreno*



**Anexo 3.**

*Limpieza de rastrojos*



**Anexo 4.**

*Elaboración del canal de riego*



**Anexo 5.**

*Elaboración de las parcelas*





**Anexo 6.**

*Trasplante de las plántulas de lechuga*



**Anexo 7.**

*Aplicación de tratamientos*



**Anexo 8.**

*Riego a las parcelas*



**Anexo 9.**

*Preparación de productos segunda aplicación 15 días después del trasplante*



**Anexo 10.**

*Limpieza de arvenses*



**Anexo 11.**

*Segunda limpieza*



**Anexo 12.**

*Cosecha para toma de datos*



**Anexo 13.**

*Toma de pesos de las lechugas*



**Anexo 14.**

*Toma de datos volumen radicular*



**Anexo 15.**

*Etiqueta y enfundado para toma de peso fresco de hojas*



**Anexo 16.**

*Toma de peso fresco de las hojas*



**Anexo 17.**

*Colocación de muestras en la estufa para toma de datos de materia seca*



## Anexo 18.

### *Toma de datos rendimiento*



## Anexo 19.

### *Toma de datos materia seca*



## Anexo 20.

### *Análisis de varianzas*

#### **Volumen radicular**

| Variable          | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Volumen radicular | 27 | 0,58           | 0,40              | 18,89 |

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V.           | SC     | gl | CM     | F     | p-valor |
|----------------|--------|----|--------|-------|---------|
| Modelo         | 700,56 | 8  | 87,57  | 3,14  | 0,0208  |
| Producto       | 608,65 | 2  | 304,32 | 10,91 | 0,0008  |
| Dosis          | 57,59  | 2  | 28,79  | 1,03  | 0,3763  |
| Producto*Dosis | 34,33  | 4  | 8,58   | 0,31  | 0,8690  |

|       |         |    |       |
|-------|---------|----|-------|
| Error | 501,95  | 18 | 27,89 |
| Total | 1202,51 | 26 |       |

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,35327**

Error: 27,8862 gl: 18

| Producto | Medias | n | E.E.   |
|----------|--------|---|--------|
| 2        | 33,62  | 9 | 1,76 A |
| 1        | 28,55  | 9 | 1,76 A |
| 3        | 22,02  | 9 | 1,76 B |

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

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,35327**

Error: 27,8862 gl: 18

| Dosis | Medias | n | E.E.   |
|-------|--------|---|--------|
| 3     | 30,12  | 9 | 1,76 A |
| 1     | 27,20  | 9 | 1,76 A |
| 2     | 26,87  | 9 | 1,76 A |

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

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=15,10763**

Error: 27,8862 gl: 18

| Producto | Dosis | Medias | n | E.E.     |
|----------|-------|--------|---|----------|
| 2        | 3     | 36,95  | 3 | 3,05 A   |
| 2        | 2     | 32,19  | 3 | 3,05 A B |
| 2        | 1     | 31,71  | 3 | 3,05 A B |
| 1        | 3     | 30,47  | 3 | 3,05 A B |
| 1        | 1     | 29,24  | 3 | 3,05 A B |
| 1        | 2     | 25,95  | 3 | 3,05 A B |
| 3        | 3     | 22,94  | 3 | 3,05 A B |
| 3        | 2     | 22,47  | 3 | 3,05 A B |
| 3        | 1     | 20,64  | 3 | 3,05 B   |

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

### No. Hojas (45 días)

| Variable            | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|---------------------|----|----------------|-------------------|-------|
| No. Hojas (45 días) | 27 | 0,39           | 0,13              | 11,59 |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.           | SC     | gl | CM    | F    | p-valor |
|----------------|--------|----|-------|------|---------|
| Modelo         | 214,16 | 8  | 26,77 | 1,47 | 0,2376  |
| Producto       | 40,44  | 2  | 20,22 | 1,11 | 0,3522  |
| Dosis          | 35,84  | 2  | 17,92 | 0,98 | 0,3942  |
| Producto*Dosis | 137,88 | 4  | 34,47 | 1,89 | 0,1566  |
| Error          | 328,91 | 18 | 18,27 |      |         |
| Total          | 543,07 | 26 |       |      |         |

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,14283**

Error: 18,2726 gl: 18

| Producto | Medias | n | E.E.   |
|----------|--------|---|--------|
| 1        | 38,80  | 9 | 1,42 A |
| 2        | 36,89  | 9 | 1,42 A |
| 3        | 35,84  | 9 | 1,42 A |

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

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,14283**

Error: 18,2726 gl: 18

| Dosis | Medias | n | E.E.   |
|-------|--------|---|--------|
| 2     | 38,78  | 9 | 1,42 A |
| 3     | 36,64  | 9 | 1,42 A |
| 1     | 36,11  | 9 | 1,42 A |

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

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=12,22930**

Error: 18,2726 gl: 18

| Producto | Dosis | Medias | n | E.E.   |
|----------|-------|--------|---|--------|
| 1        | 3     | 42,40  | 3 | 2,47 A |
| 1        | 2     | 39,87  | 3 | 2,47 A |
| 2        | 2     | 39,13  | 3 | 2,47 A |
| 3        | 2     | 37,33  | 3 | 2,47 A |
| 2        | 1     | 37,33  | 3 | 2,47 A |
| 3        | 1     | 36,87  | 3 | 2,47 A |
| 2        | 3     | 34,20  | 3 | 2,47 A |
| 1        | 1     | 34,13  | 3 | 2,47 A |
| 3        | 3     | 33,33  | 3 | 2,47 A |

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

### Peso fresco

| Variable    | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Peso fresco | 27 | 0,15           | 0,00              | 28,12 |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.           | SC        | gl | CM      | F    | p-valor |
|----------------|-----------|----|---------|------|---------|
| Modelo         | 29708,11  | 8  | 3713,51 | 0,41 | 0,8997  |
| Producto       | 370,05    | 2  | 185,02  | 0,02 | 0,9798  |
| Dosis          | 1470,20   | 2  | 735,10  | 0,08 | 0,9223  |
| Producto*Dosis | 27867,86  | 4  | 6966,97 | 0,77 | 0,5584  |
| Error          | 162773,23 | 18 | 9042,96 |      |         |
| Total          | 192481,34 | 26 |         |      |         |

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=114,40827**

Error: 9042,9570 gl: 18

| Producto | Medias | n | E.E.    |
|----------|--------|---|---------|
| 2        | 345,71 | 9 | 31,70 A |
| 1        | 339,80 | 9 | 31,70 A |
| 3        | 336,80 | 9 | 31,70 A |

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

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=114,40827**

Error: 9042,9570 gl: 18

| Dosis | Medias | n | E.E.    |
|-------|--------|---|---------|
| 2     | 351,02 | 9 | 31,70 A |
| 3     | 337,33 | 9 | 31,70 A |
| 1     | 333,96 | 9 | 31,70 A |

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

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=272,05493**

Error: 9042,9570 gl: 18

| Producto | Dosis | Medias | n | E.E.    |
|----------|-------|--------|---|---------|
| 2        | 2     | 394,67 | 3 | 54,90 A |
| 1        | 3     | 385,13 | 3 | 54,90 A |
| 3        | 1     | 377,33 | 3 | 54,90 A |
| 1        | 2     | 331,93 | 3 | 54,90 A |
| 3        | 2     | 326,47 | 3 | 54,90 A |
| 2        | 1     | 322,20 | 3 | 54,90 A |
| 2        | 3     | 320,27 | 3 | 54,90 A |
| 3        | 3     | 306,60 | 3 | 54,90 A |
| 1        | 1     | 302,33 | 3 | 54,90 A |

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

## Rendimiento

### Análisis de la varianza

| Variable  | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-----------|----|----------------|-------------------|-------|
| rend t/ha | 30 | 0,15           | 0,00              | 29,71 |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.         | gl | CM    | F    |    |
|--------------|----|-------|------|----|
| Modelo       | 11 | 5,12  | 0,29 | ns |
| Tratamientos | 9  | 5,98  | 0,34 | ns |
| Repe         | 2  | 1,22  | 0,07 | ns |
| Error        | 18 | 17,68 |      |    |
| Total        | 29 |       |      |    |

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=12,31013**

Error: 17,6825 gl: 18

| Trat | Medias | n | E.E.   |
|------|--------|---|--------|
| 5    | 16,44  | 3 | 2,43 A |
| 3    | 16,05  | 3 | 2,43 A |
| 7    | 15,72  | 3 | 2,43 A |
| 8    | 14,22  | 3 | 2,43 A |
| 2    | 13,83  | 3 | 2,43 A |
| 4    | 13,42  | 3 | 2,43 A |
| 6    | 13,34  | 3 | 2,43 A |
| 10   | 13,14  | 3 | 2,43 A |
| 9    | 12,77  | 3 | 2,43 A |
| 1    | 12,60  | 3 | 2,43 A |

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

Nueva tabla\_1 : 29/8/2023 - 8:51:52 - [Versión : 30/4/2020]

### Análisis de la varianza

| Variable  | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-----------|----|----------------|-------------------|-------|
| rend t/ha | 27 | 0,15           | 0,00              | 28,34 |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.           | SC     | gl | CM    | F    | p-valor |
|----------------|--------|----|-------|------|---------|
| Modelo         | 50,38  | 8  | 6,30  | 0,39 | 0,9110  |
| Producto       | 0,28   | 2  | 0,14  | 0,01 | 0,9913  |
| Dosis          | 4,41   | 2  | 2,20  | 0,14 | 0,8729  |
| Producto*Dosis | 45,69  | 4  | 11,42 | 0,71 | 0,5955  |
| Error          | 289,52 | 18 | 16,08 |      |         |
| Total          | 339,90 | 26 |       |      |         |



**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,82510**

Error: 16,0845 gl: 18

| Producto | Medias | n | E.E.   |
|----------|--------|---|--------|
| 2        | 14,40  | 9 | 1,34 A |
| 3        | 14,24  | 9 | 1,34 A |
| 1        | 14,16  | 9 | 1,34 A |

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

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,82510**

Error: 16,0845 gl: 18

| Dosis | Medias | n | E.E.   |
|-------|--------|---|--------|
| 2     | 14,83  | 9 | 1,34 A |
| 3     | 14,05  | 9 | 1,34 A |
| 1     | 13,91  | 9 | 1,34 A |

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

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=11,47375**

Error: 16,0845 gl: 18

| Producto | Dosis | Medias | n | E.E.   |
|----------|-------|--------|---|--------|
| 2        | 2     | 16,44  | 3 | 2,32 A |
| 1        | 3     | 16,05  | 3 | 2,32 A |
| 3        | 1     | 15,72  | 3 | 2,32 A |
| 3        | 2     | 14,22  | 3 | 2,32 A |
| 1        | 2     | 13,83  | 3 | 2,32 A |
| 2        | 1     | 13,42  | 3 | 2,32 A |
| 2        | 3     | 13,34  | 3 | 2,32 A |
| 3        | 3     | 12,77  | 3 | 2,32 A |
| 1        | 1     | 12,60  | 3 | 2,32 A |

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

## Materia Seca

| Variable     | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|--------------|----|----------------|-------------------|-------|
| MATERIA SECA | 27 | 0,31           | 3,6E-03           | 32,26 |

## Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.           | SC     | gl | CM    | F    | p-valor |
|----------------|--------|----|-------|------|---------|
| Modelo         | 84,37  | 8  | 10,55 | 1,01 | 0,4614  |
| PRODUCTO       | 36,42  | 2  | 18,21 | 1,75 | 0,2026  |
| DOSIS          | 12,82  | 2  | 6,41  | 0,62 | 0,5516  |
| PRODUCTO*DOSIS | 35,12  | 4  | 8,78  | 0,84 | 0,5163  |
| Error          | 187,62 | 18 | 10,42 |      |         |
| Total          | 271,98 | 26 |       |      |         |

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,88419**

Error: 10,4231 gl: 18

| PRODUCTO | Medias | n | E.E.   |
|----------|--------|---|--------|
| 3        | 11,44  | 9 | 1,08 A |
| 1        | 9,09   | 9 | 1,08 A |
| 2        | 8,88   | 9 | 1,08 A |

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

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,88419**

Error: 10,4231 gl: 18

| DOSIS | Medias | n | E.E. |
|-------|--------|---|------|
|-------|--------|---|------|

|   |       |   |      |   |
|---|-------|---|------|---|
| 2 | 10,78 | 9 | 1,08 | A |
| 1 | 9,35  | 9 | 1,08 | A |
| 3 | 9,28  | 9 | 1,08 | A |

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