



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.  
*var. Coolguard*) CON LA APLICACIÓN DE DOS EXTRACTOS DE  
ALGAS EN EL CANTÓN CEVALLOS”**

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO  
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO

**AUTOR:**

KERLY NICOL CUEVA GÓMEZ

**TUTOR:**

ING. Mg. JORGE DOBRONSKI

**CEVALLOS – ECUADOR**

**2023**

**“Evaluación del rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L. var. Coolguard) con la aplicación de dos extractos de algas en el cantón Cevallos”**

APROBADO Y REVISADO POR:

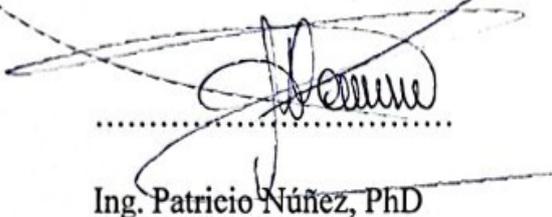


**Ing. Mg Jorge Dobronski Arcos**

Tutor

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

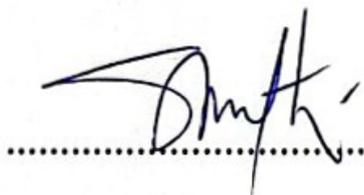
FECHA



**Ing. Patricio Núñez, PhD**

30/08/2023

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**



**Dra. Sirli Leython**

30/08/2023

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**



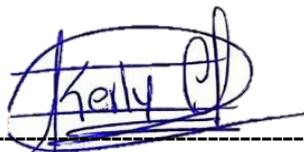
**Ing. Mg. Olguer León**

30/08/2023

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**

## AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito, **KERLY NICOL CUEVA GÓMEZ**, portador de la cédula de ciudadanía número: 2150118681, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: **“Evaluación del rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L. var. Coolguard) con la aplicación de dos extractos de algas en el cantón Cevallos”**, 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.



Kerly Nicol Cueva Gómez

C.I. 2150118681

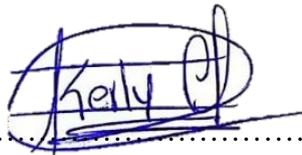
AUTORA

## DERECHO DEL AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado **“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L. var. *Coolguard*) CON LA APLICACIÓN DE DOS EXTRACTOS DE ALGAS EN EL CANTÓN CEVALLOS”** 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.



KERLY NICOL CUEVA GÓMEZ

## DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada con todo mi corazón a Dios ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera. A mi amado e inolvidable tío Abg. Ángel Gómez, que toda su vida fue petrolero y ahora es un ángel en mi vida, gracias por haber confiado en mí y ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más, por sus consejos, amor y apoyo que todo el tiempo me brindó, siempre te llevaré en mi corazón.

A mi padre Segundo Cueva que ha sido un gran apoyo, por darme el estudio y poder sobresalir día tras día y por las risas que nunca faltaron te amo papá.

A ti insuperable, preciosa, bella y amorosa mamá Hilda Gómez, por el sacrificio y esfuerzo, y sobre todo valor para seguir adelante, que con tus bendiciones a diario a lo largo de mi vida me protegen y me llevan por el camino del bien. Te amo mamá. Por eso doy mi trabajo en ofrenda a mis papás y a mi querido tío por sus buenas enseñanzas, consejos y en especial por el apoyo que siempre me brindaron los amo mis héroes.

A mi hermano Kevin Cueva por el apoyo brindado, por las visitas que recibía para no estar sola que a pesar de estar lejos de toda mi familia me venía a visitar.

A mi querida y amorosa hermana Karol Cueva y a mi cuñado Hermides Gutiérrez, por todo el apoyo moral, palabras de ánimo y sabiduría para seguir luchando por mis sueños, por el apoyo económico aunque hemos pasado momentos difíciles siempre estuvieron apoyándome, siendo mi pañuelo de lágrimas, te adoro hermana.

A mi linda abuelita Rosa Sarango, por su gran valentía, que a pesar de sus 95 años es un ejemplo a seguir, que no hay que dejarse vencer ante cualquier dificultad y siempre mantener la familia unida. Gracias a los integrantes de mi familia Gomez Sarango y Cueva Soto.

*Kerly Nicol Cueva Gómez*

## AGRADECIMIENTO

Al finalizar este trabajo quiero extender mi total gratitud a Dios, quien con su bendición día a día me protege, por todas sus bendiciones en mi vida y por cada recuerdo inolvidable, por mi familia, la salud y bienestar de cada uno de ellos.

Agradezco a mis padres Hilda Gómez, Segundo Cueva y a mi tío Ángel Gómez por su infinito amor y paciencia, gracias por su esfuerzo y apoyo tanto emocional, moral y económico, gracias por el sacrificio que día a día lo hacen para poder ver a su hija triunfar, gracias por siempre acompañarme en los buenos y malos momentos.

Mi profundo agradecimiento a mi tutor Ing. Mg. Jorge Dobronski, por su gentil labor, por brindarme sus conocimientos, virtudes, paciencia y acertada orientación de cómo construir mi proyecto de tesis. Le agradezco también por sus atentas y rápidas respuestas a las varias inquietudes que surgieron durante el desarrollo de este proyecto, usted formó parte fundamental de esta etapa con cada uno de sus aportes profesionales, gracias por todo.

Gracias a la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, por permitirme ingresar a sus predios y poder formarme en ella, a todos mis docentes de la carrera que formaron parte de esta trayectoria gracias por cada una de sus valiosas enseñanzas las cuales me ayudaron a crecer profesionalmente, mis especiales agradecimientos al Ing. Edwin Pallo, Ing. Olguer León y de igual manera al Dr. Michel Leiva por sus conocimientos brindados y por guiarme en mi proceso de investigación.

Finalmente agradezco a toda mi familia, por cada una de sus palabras de motivación para seguir adelante y no darme por vencida, gracias a mis compañeros que formaron parte de esta trayecto, gracias por las horas de estudio y diversión compartida y por último gracias a todas las personas quienes de una u otra forma estuvieron brindándome lo mejores deseos en mi carrera profesional y sobre todo a mi querido tío Ángel Ruperto Gómez Sarango que fue mi guía en todo momento.

*Kerly Nicol Cueva Gómez*

## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	1
<b>1.1 Introducción</b> .....	1
<b>1.2 Antecedentes investigativos</b> .....	3
<b>1.3. Características fundamentales</b> .....	5
<i>1.3.1. Extractos</i> .....	5
<i>1.3.2 Extractos Fluidos</i> .....	5
<i>1.3.3 Extractos Blandos</i> .....	5
<i>1.3.4 Crioextractos</i> .....	6
<i>1.3.5 Cultivo de Lechuga</i> .....	6
<i>1.3.6 Valor Nutricional</i> .....	6
<i>1.3.7 Descripción taxonómica</i> .....	7
<i>1.3.8 Descripción botánica</i> .....	8
<i>1.3.9. Lactuca sativa var. Coolguard</i> .....	9
<i>1.3.10. Plagas y enfermedades</i> .....	9
<b>1.4. Objetivos</b> .....	11
<i>1.4.1. Objetivo general</i> .....	11
<i>1.4.2. Objetivos específicos</i> .....	11
<b>CAPÍTULO II</b> .....	12
<b>METODOLOGÍA</b> .....	12
<b>2.1. Ubicación del ensayo</b> .....	12
<b>2.2 Características del lugar</b> .....	12
<b>2.3 Equipos y materiales</b> .....	12
2.3.1. Materiales para la recolección de algas: .....	12
2.3.2. Materiales para el secado y molienda de algas .....	13

2.3.3. Materiales para obtener el extracto de alga.....	13
2.3.4. Materiales para la plantación .....	13
2.3.5. Materiales para los tratamientos .....	13
2.3.6. Materiales para la cosecha .....	13
2.3.7. Materiales de oficina.....	14
<b>2.4. Factores de estudio .....</b>	<b>14</b>
2.4.1 <i>Productos</i> .....	14
2.4.2 <i>Dosis</i> .....	14
<b>2.5. Tratamientos .....</b>	<b>15</b>
<b>2.6. Diseño experimental .....</b>	<b>15</b>
<b>2.7. Características del ensayo.....</b>	<b>15</b>
2.7.1. <i>Unidad experimental</i> .....	15
2.7.2. <i>Esquema de la unidad experimental</i> .....	16
2.7.3. <i>Esquema del experimento en el campo</i> .....	16
<b>2.8. Manejo del experimento .....</b>	<b>17</b>
2.8.1. <i>Elaboración del extracto de algas de agua dulce</i> .....	17
.....	17
2.8.2. <i>Preparación del terreno</i> .....	19
2.8.3. <i>Trasplante de plántulas</i> .....	19
2.8.4. <i>Preparación de los tratamientos</i> .....	19
2.8.5. <i>Riego del cultivo</i> .....	20
2.8.6. <i>Manejo de malezas</i> .....	20
2.8.7. <i>Análisis del extracto</i> .....	20
2.8.8. <i>Controles fitosanitarios</i> .....	20
<b>2.9. Variables respuesta .....</b>	<b>20</b>
2.9.1. <i>Días a la cosecha</i> :.....	20
2.9.2 <i>Diámetro del repollo</i> .....	21

2.9.3. <i>Altura de planta</i> .....	21
2.9.4. <i>Masa del repollo</i> .....	21
2.9.5. <i>Longitud de la raíz</i> .....	21
2.9.6. <i>Color de repollo</i> .....	21
2.9.7. <i>Rendimiento</i> .....	21
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>22</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>22</b>
3.1. <i>Análisis y discusión de resultados</i> .....	22
3.1.1. <i>Días a la cosecha</i> .....	22
3.1.2. <i>Diámetro del repollo (mm)</i> .....	23
3.1.2. <i>Altura de la planta (cm)</i> .....	26
3.1.3. <i>Peso del repollo (gr)</i> .....	27
3.1.4. <i>Longitud de raíz (cm)</i> .....	28
3.1.5. <i>Color de repollo</i> .....	30
3.1.6. <i>Rendimiento</i> .....	31
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>33</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>33</b>
4.1. <b>Conclusiones</b> .....	33
4.2. <b>Recomendaciones</b> .....	33
<b>ANEXOS</b> .....	<b>37</b>

## ÍNDICE DE TABLA

<b>Tabla 1.</b> .....	7
<b>Tabla 2.</b> Clasificación taxonómica de la lechuga.....	7
<b>Tabla 3.</b> Esquema de la distribución para la aplicación de los tratamientos en el ensayo .....	15
<b>Tabla 4.</b> Análisis de varianza para la variable diámetro del repollo. ....	23
<b>Tabla 5.</b> Análisis de varianza para la respuesta altura de planta. ....	26
<b>Tabla 6.</b> Análisis de varianza para la respuesta peso del repollo ..... 27	27
<b>Tabla 7.</b> Análisis de varianza para la respuesta longitud de raíz..... 28	28
<b>Tabla 8.</b> Frecuencias Absoluta y relativa de Color del repollo ..... 30	30
<b>Tabla 9.</b> Análisis de varianza para la respuesta rendimiento t/ha. .... 31	31
<b>Tabla 10.</b> Cálculo del rendimiento utilizando los pesos promedios..... 52	52
<b>Tabla 11.</b> Resultados de las variables de estudio ..... 53	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Distribución de la parcela .....	16
<b>Figura 2.</b> Distribución de los tratamientos .....	16
<b>Figura 3.</b> Esquema de la recolección de algas .....	17
<b>Figura 4.</b> Esquema de la preparación del extracto. ....	18
<b>Figura 5.</b> Variable días a la cosecha.....	22
<b>Figura 6.</b> Distribución de medias para la variable diámetro de repollo por productos .....	24
<b>Figura 7.</b> Distribución de medias de dosis para la variable diámetro de repollo.....	24
<b>Figura 8.</b> Distribución de medias para la interacción producto * dosis para la variable diámetro de repollo. ....	25
<b>Figura 9.</b> Distribución de medias de productos para la variable altura de planta. ....	26
<b>Figura 10.</b> Distribución de medias de la interacción producto*dosis para la variable altura de planta .....	27
<b>Figura 11.</b> Distribución de medias para la variable longitud de raíz .....	29
<b>Figura 12.</b> Distribución de medias para la interacción producto por dosis para la variable de longitud de raíz. ....	30
<b>Figura 13.</b> Distribución de frecuencias para la variable color del repollo. ....	31
<b>Figura 14.</b> Distribución de medias para la variable rendimiento t/ha. ....	32

## RESUMEN

El presente estudio fue realizado en los predios de la granja experimental Docente Querochaca del cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, con el propósito de evaluar el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L. var. Coolguard), utilizando extracto artesanal de algas de agua dulce de la especie *Spirogyra*, aplicadas con tres dosis comparado con un extracto de algas comercial Nodosum®. Se realizó un diseño experimental con bloques al azar con siete tratamientos en tres repeticiones. Los datos obtenidos fueron analizados mediante un ADEVA y la prueba de Tukey al 5%, observando los siguientes resultados: Para las variables diámetro del repollo, altura de planta, masa del repollo, longitud de raíz, color del repollo y rendimiento del cultivo, mostrando los siguientes resultados, siendo el más destacado el T1 para la variable rendimiento con una media de 24,80 t/ha y para la altura de planta el mejor tratamiento fue (T2) con una media 19,78 cm de altura, compuesto por el producto 1 (alga artesanal) con la dosis (2,5 ml), como también el tratamiento que sobresalió fue el T1 compuesto por el producto 1 (alga artesanal) con dosis 1 (1,5 ml) en la variable diámetro de repollo con una media de 139,58 mm de diámetro, es decir que estos dos tratamientos tuvieron mejores características agronómicas, por lo cual podemos decir que estas variables se adaptaron de mejor manera en la zona donde se realizó el trabajo investigativo, mientras que los tratamientos T3 compuesto por (P1D3); T4 (P2D1); T5 (P2D2); T6 (P2D1) y Testigo presentaron valores inferiores al T1(P1D1) y T2 (P1D2).

**Palabras clave:** Lechuga, extracto orgánico, alga *Spirogyra*, Nodosum.

## ABSTRACT

The present study was carried out in the properties of the experimental farm Docente Querochaca of the Cevallos canton, Tungurahua province, with the purpose of evaluating the yield of lettuce (*Lactuca sativa* L. var. Coolguard), using artisanal extract of freshwater algae from *Spirogyra* species, applied with three doses compared to a commercial algae extract Nodosum®. An experimental design with randomized blocks was carried out with seven treatments in three repetitions. The data obtained were analyzed using ADEVA and the Tukey test at 5%, observing the following results: For the variables cabbage diameter, plant height, cabbage mass, root length, cabbage color and crop yield, showing the following results, the most outstanding being T1 for the yield variable with an average of 24.80 t/ha and for plant height the best treatment was (T2) with an average height of 19.78 cm, composed of the product 1 (artisanal seaweed) with the dose (2.5 ml), as well as the treatment that stood out was T1 composed of product 1 (artisanal seaweed) with dose 1 (1.5 ml) in the cabbage diameter variable with an average of 139.58 mm in diameter, that is to say that these two treatments had better agronomic characteristics, for which we can say that these variables were better adapted to the area where the research work was carried out, while the composite T3 treatments by (P1D3); T4 (P2D1); T5 (P2D2); T6 (P2D1) and Control presented lower values than T1 (P1D1) and T2 (P1D2).

**Key words:** Lettuce, organic extract, *Spirogyra* algae, Nodosum

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Introducción

La lechuga (*Lactuca sativa* L.), es una hortaliza que pertenece a la familia de las Asteraceas la cual es originaria de las costas del sur y sureste del mar mediterráneo. Los egipcios comenzaron a cultivar 4.500 años antes de la era cristiana; existen pinturas que representan esta hortaliza en las tumbas de Egipto. Este cultivo fue conocido por los griegos y romanos. Se consume durante todas las épocas del año por lo que existe siempre en el mercado demanda de este producto, es una planta rica en principios vitamínicos; contiene el 94,8 % de agua, el 1,2% de proteína, el 0,2% de grasas y el 2,9% de hidratos de carbono. En crudo tiene elevadas dosis de vitaminas A, B1, B2, C y E, así como de minerales (Coyago, 2017).

La lechuga cultivada y consumida se extendió desde Egipto a Grecia, Roma y todo el Mediterráneo. En el segundo viaje de Cristóbal Colón fue traída la lechuga al Nuevo Mundo, en los siguientes 400 años de su introducción a América se desarrollaron gran variedad de tipos y formas de lechuga y actualmente se cultivan prácticamente en todo el mundo (Saavedra, 2017).

La lechuga es común en las zonas hortícolas del Ecuador, es introducida en la región andina y es un cultivo que requiere el uso de fertilizantes químicos que a su vez generan dependencia tecnológica de los agricultores respecto a las agroindustrias (Terry *et al.*, 2010).

Actualmente la producción hortícola en el país ha ido incrementando, debido a que los consumidores han cambiado su uso alimenticio, dando un alto consumo de hortalizas y vegetales, donde lamentablemente se ha evidenciado un alto contenido de residuos tóxicos, por la gran cantidad de agroquímicos, lo que ha ocasionado la pérdida de la capa fértil de los suelos, motivo por el cual la biodiversidad ha ido disminuyendo y eliminando a los enemigos naturales de las plagas, generando diversos problemas perjudiciales para la salud humana y del ambiente (Hidalgo, 2017).

Varios grupos han trabajado para encontrar nuevos productos obtenidos por diferentes plantas naturales que sean útiles para la agricultura. Tales como los extractos de abonos y algas, microorganismos beneficiosos, etc. Los cuales permitan crecer y desarrollarse normalmente y protegerse de las plagas, la lechuga juega un papel muy importante dentro de las rotaciones de cultivo **(Terry *et al.*, 2010)**.

A inicios del siglo XX, se desarrolló una pequeña industria basada en el secado y la molienda de algas, pero se debilitó con la llegada de los fertilizantes químicos sintéticos (infoAgro, 2019). Desde hace siglos, las algas se han utilizado antes como fertilizantes para mejorar el suelo. En las costas de varios continentes especialmente en el Sureste de Asia y Noroeste de Europa, se emplean numerosas algas pardas, disecadas y fermentadas en el cultivo de la papa, tomate y remolacha. Por otro lado, las algas mezcladas con superfosfatos constituyen un abono muy eficaz, se ha comprobado que el valor fertilizante de las algas es muy superior al del estiércol por su alto contenido de nitrógeno, fosfatos, sales de potasio, sodio, materia orgánica y elementos menores como el magnesio y boro. Para la aplicación del extracto de algas en el cultivo de lechuga los suelos deben estar en óptimas condiciones físicas y un buen drenaje adecuado; debido a su rápido crecimiento las hortalizas requieren de fertilización más que otros cultivos, por otra parte los efectos de los productos orgánicos sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, siendo los productos orgánicos una forma más útil de fertilizar, no solo a las plantas si no también al suelo haciéndolo más poroso y suelto, permitiendo dar una buena aireación y drenaje **(Bray y Fernández, 1986)**.

Por tanto, la biodiversidad de las especies de algas, junto a la diversidad química encontrada en cada especie, constituye un recurso prácticamente ilimitado que puede ser utilizado de forma favorable a través de la biotecnología, con el fin de obtener productos para la agricultura, siendo a su vez otra fuente de riqueza proteica sustentable **(Bray y Fernández, 1986)**.

El uso de microalgas en la producción de biofertilizantes ha surgido como un aporte de la biotecnología y como una opción promisoriosa debido a su capacidad

multifuncional, eficiencia fotosintética y capacidad de suministrar nitrógeno en formas disponibles para las plantas (**Bray y Fernández, 1986**). Las algas pertenecen al reino vegetal, generalmente son esponjosas, gelatinosas y suaves, también se las conoce de todo tamaño y colores verdes, marrones o rojas y se piensa que habitan solo en ambientes marinos; pero lo cierto, es que existe una gran variedad de algas de agua dulce la mayoría de estas algas viven en las lagunas, en ríos y en reservorios. Estas algas se definen como talófitas, es decir plantas que no tienen cuerpo vegetativo y no está dividido en tallo y raíz (**López, 2014**).

## **1.2 Antecedentes investigativos**

El fertilizante líquido de algas marinas puede aumentar el contenido de clorofila y el rendimiento total, mejorar el sistema de raíces de muchas plantas y los efectos de varios tipos de estrés abiótico, como salinidad, temperaturas extremas, deficiencia de nutrientes y sequía. El ensayo de la aplicación foliar de fertilizante y extracto de algas en el cultivo de pepino bajo condiciones de invernadero se realizó en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno ubicada en Barrio San José de Alajuela, Costa Rica. En un diseño completamente al azar se utilizaron cuatro tratamientos y cinco repeticiones, donde los tratamientos fueron: T1: Algas (A), T2: Fertilizante foliar (FF), T3: FF+A y un Testigo (T) con su respectiva dosificación que recomienda la etiqueta del producto. Se estudiaron las siguientes variables: número de frutos por planta, peso del fruto (g), rendimiento (t/ha), porcentaje de sólidos solubles totales, contenido de clorofila, área foliar (cm<sup>2</sup>), peso seco foliar (g), peso específico foliar (mg/cm<sup>2</sup>), altura de planta (cm) y diámetro de tallo (mm). Donde el mayor rendimiento total y comercial debido al aumento de número de frutos de primera calidad fue el T1 con el uso del extracto de algas (**Pérez et al., 2022**).

Un estudio realizado en la capital de Chile, en la ciudad de Santiago, región Metropolitana, se evaluó el efecto de dos bioestimulantes aplicados en lechugas para lo cual realizaron cuatro tratamientos de la variedad iceberg, en diferentes concentraciones: T1: 0,5 mL/L de agua, T2: 1,0 mL/L de agua, T3: 3,0 mL/L de agua y T4 sin aplicación. Donde los valores más altos en todas las variables que se analizaron fueron en las aplicaciones de bioestimulantes : NutraGreen® en una dosis

de 1,0 mL/L o de Phyllum® a 3,0 mL, por lo cual no hubo diferencias significativas entre los productos de bioestimulantes aplicados ni con el testigo sin aplicación (Campos, 2012).

**Lascano (2011)**, en su investigación sobre producción de lechuga (*Lactuca sativa*) con diferentes fertilizantes orgánicos, el cual fue realizado en la parroquia de Antonio José Holguín, cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi, se tomaron en cuenta variables como altura de la planta a la cosecha, diámetro del repollo ecuatorial y polar, peso del repollo y producción. Los fertilizantes orgánicos que se estudiaron fueron: Agro-root, Lonite, Vitamar Excel y el testigo Fertilizante químico 15-15-15 con cuatro tratamientos: T1 con su dosificación 100cc/20 L de agua, T2 100cc/20 L de agua, T3 65cc/20 L de agua y (Testigo) 15-15-15. El tratamiento que resultó con mejores promedios fue la variable de estudio peso del repollo, T3 (Vitamar Excel) con un promedio de 893 g y también el promedio más alto en relación beneficio costo se obtuvo utilizando los fertilizantes orgánicos líquidos.

En una investigación realizada por **Lema (2018)** algunos bioestimulantes de origen natural utilizados en la agricultura se derivan del éxito de las algas, se basó en la restauración de elementos hormonales o nutrientes para cultivos acuáticos, utilizados para los cultivos agrícolas. La bioestimulación está diseñada para aportar pequeñas dosis de compuestos activos al metabolismo de la planta, ahorrando así un gasto energético innecesario cuando la planta se encuentra bajo estrés. La investigación se realizó en el cantón Ibarra de la provincia de Imbabura, donde se tomaron en cuenta variables tanto en planta: altura de hoja, peso de hoja, largo de raíz, peso de raíz, y diámetro de tallo, como también en solución: pH, conductividad eléctrica, sal, absorbancia, sólidos disueltos totales, resistividad, transmitancia, clorofila, consumo de agua, peso seco y conteo de algas. Se realizaron cuatro tratamientos incluido el testigo, para lo cual se aplicaron tres dosis de las algas unicelulares, las dosis de solución fueron las siguientes: D1: (solución de algas baja), D2: (solución de algas media), D3 (solución de algas alta). El tratamiento que obtuvo mejores resultados indicando que el rendimiento del cultivo mejora significativamente fue el T3 solución hidropónica común + D2 (solución de algas media) =  $80 \times 10^4$  cél ml.

(González, 2020), en un estudio realizado pudo determinar el rendimiento de lechuga hidropónica bajo efecto de tres bioestimulantes con aplicación en solución y aplicación foliar, en el desarrollo del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), en el cual se utilizó la variedad Vizir, en un diseño completamente al azar (DCA) con 6 tratamientos: T1: Hoagland (testigo), T2: Hoagland + Extr. de alga marina “L-Amino” (S\*), T3: Hoagland+Óxido de silicio “Grandsil” (S\*), T4: Hoagland+Aminoácidos “Naturamín-WSP” (F\*), T5: Hoagland+Extr. de alga marina “L-Amino” (S\*)+Aminoácidos “NaturamínWSP” (F\*) y T6 Hoagland+Óxido de silicio “Grandsil” (S\*)+Aminoácidos “Naturamín-WSP” (F\*) con 4 repeticiones todas con solución nutritiva Hoagland. Se obtuvo el mayor rendimiento en el T1 que fue el (testigo) que no se aplicó ni un bioestimulante a base de algas con 4,27 g alcanzando una altura de 14,75 cm, peso fresco de follaje 122,09 g y 12,35 g de peso fresco de raíz. Sin embargo, el T4 (Aminoácidos) obtuvo mayor número de hojas con un promedio de 26 hojas por planta.

### 1.3. Características fundamentales

#### 1.3.1. Extractos

Los extractos son preparados concentrados de material vegetal desecado, obtenidos al evaporar parcial o totalmente el disolvente en los líquidos extractivos de origen vegetal. Se clasifican en extractos fluidos, secos, blandos y crioextractos según su consistencia y concentración de principio activo (Carrión & García, 2010).

#### 1.3.2 Extractos Fluidos

Son aquellos en los que el disolvente se ha evaporado parcialmente, dejando una consistencia líquida. Estos extractos suelen tener una concentración menor de principio activo, pero son más fáciles de administrar y absorber por el organismo. Por lo general los extractos fluidos se obtienen por percolación (Carrión & García, 2010).

#### 1.3.3 Extractos Blandos

Los extractos blandos son aquellos que tienen una consistencia intermedia entre

líquida y sólida. El disolvente suele ser una mezcla de agua o hidro-alcohol. Los extractos blandos son menos estables y difíciles de procesar, por lo que no se utilizan (Carrión & García, 2010).

#### *1.3.4 Crioextractos*

Se obtienen moliendo extractos de plantas debidamente secados en condiciones de congelación (-196°C), añadiendo nitrógeno líquido para que los principios activos no se alteren por el calor liberado durante el proceso de molienda y dependiendo de los diferentes ingredientes botánicos hasta 70°C. Estos extractos resultan muy caros, pero muy útiles para extraer proteínas y enzimas de ciertas especies (Carrión & García, 2010).

#### *1.3.5 Cultivo de Lechuga*

La lechuga es una de las verduras de hoja más importantes y se pueden comer crudas en ensaladas. Es muy conocida y cultivada en casi todos los países y su producción es relativamente fácil, como también la posibilidad de mejorar la calidad del producto. Por otro lado mediante investigaciones publicadas los componentes de esta hortaliza son beneficiosos por sus propiedades refrescantes, así como también sirven como calmante especialmente para los niños (**Salinas, 2013**).

#### *1.3.6 Valor Nutricional*

La lechuga es una verdura baja en calorías, aunque las hojas exteriores son más ricas en vitamina C que las hojas interiores (**Infoagro, 2011**).

**Tabla 1.**

*Composición nutricional de la lechuga en 100 gramos de porción aprovechable según (Infoagro, 2011).*

Carbohidratos (g)	20,1
Proteínas (g)	8,4
Grasas (g)	1,3
Calcio (g)	0,4
Fósforo (mg)	138,9
Vitamina C (mg)	125,7
Hierro (mg)	7,5
Niacina (mg)	1,3
Riboflavina (mg)	0,6
Tiamina (mg)	0,3
Vitamina A (U.I)	1,155
Calorías (cal)	18

*Nota: g: gramos, mg: miligramos, U.I: unidad internacional, cal: calorías*

### *1.3.7 Descripción taxonómica*

Planta herbácea perteneciente a la familia *Asteraceae*, su descripción completa se presenta en la Tabla 2.

**Tabla 2.** *Clasificación taxonómica de la lechuga*

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Asterales
Género	<i>Lactuca</i>
Especie	<i>Lactuca sativa</i> L.

**Fuente:** (Suzuki et al., 2014).

### 1.3.8 Descripción botánica

Guarro (1989) desarrolló la descripción botánica de la *Lactuca sativa* L., la cual se detalla a continuación:

**Raíz:** presenta un sistema radicular bien desarrollado, tipo pivotante, que alcanza una longitud hasta 30 cm. Dependiendo si la ramificación se adapta a la compactación del suelo, así un suelo suelto tendrá lechugas con un sistema radicular más denso y profundo que un suelo compacto (**Vasquez, 2021**).

**Tallo:** se caracteriza por tener un tallo erecto y muy corto que al llegar la floración se alarga hasta un metro en forma de cabezuela de 15 a 25 flores compuesta, de color amarillo o blanco, las cual permite desarrollar los frutos en forma de aquenio, que contienen semillas. En todas las variedades de lechuga, al interior del tallo se encuentra un jugo lechoso, el cual da lugar al nombre al género *Lactuca* el cual pertenece la lechuga, la palabra latina *lac* hace referencia a dicho jugo (**Vásquez, 2021**).

**Hojas:** son grandes, de forma lanceolada u ovalada, con márgenes dentados o ligeramente lobulados que forman en principio una roseta de hojas q terminan formando un repollo con hojas compactadas (**Vásquez, 2021**).

**Inflorescencia:** es una panícula.

**Flores:** las flores son de color amarillo pálido y se agrupan en ramilletes, las flores tienen 5 estambres y un ovario de una sola cavidad. Estas se auto polinizan, son hermafroditas, su fase de polinización es aproximadamente de seis horas (**Vásquez, 2021**).

**Semillas:** son de forma alargada de 4-5 mm de diámetro, su color por lo común es blanco crema, dependiendo de la variedad como también hay coloraciones pardas y castañas (**Vásquez, 2021**).

### 1.3.9. *Lactuca sativa* var. Coolguard

Esta variedad es conocida por su tolerancia al frío, tiene cabezas redondas y firmes, de color verde oscuro como también tiene hojas grandes que envuelven al repollo, es una variedad ideal para cultivar en climas que varían las temperaturas ya que se adapta sin problema, como también es resistente a enfermedades como mildiu veloso y a hongos como la esclerotinia. El tiempo de cosecha por lo común es de los 80 a 85 días desde su trasplante. Tiene una textura crujiente y un sabor suave, por lo que es una opción popular para ensaladas y sándwiches. Además, la lechuga Coolguard tiene una vida útil relativamente larga, lo que la convierte en una opción práctica para los productores comerciales (Guamán, 2017).

### 1.3.10. Plagas y enfermedades

#### A.- Plagas

- Trips (*Frankliniella occidentalis*) es una de las plagas más comunes del virus del bronceado del tomate (Guamán, 2017).
- Minadores (*Liriomyza trifolii* y *Liriomyza huidobrensis*) son insectos que forman galerías en las hojas y si el ataque de la plaga es muy fuerte la planta se debilita (Guamán, 2017).
- Mosca Blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) genera una melaza que deteriora las hojas, causando debilidad general en la planta (Guamán, 2017).
- Pulgones (*Myzus persicae*, *Macrosiphum solani* y *Narsonovia ribisnigri*) es una plaga sistémica que se presenta cuando los cultivos están próximos a la cosecha (Guamán, 2017).

#### B.- Enfermedades

- Mildiu Velloso (*Bremia lactucae*) en el haz de las hojas presentan unas manchas de un centímetro de diámetro y en el envés presentan un micelio veloso, las manchas al unirse unas con otras tornan un color pardo. Los ataques generalmente ocurren en periodos húmedos prolongados (Guamán, 2017).
- Esclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*) la infección comienza a desarrollarse en los tejidos cercanos al suelo, pues la zona del cuello de la planta es donde comienza y continua el ataque. Aparece un micelio algodonoso en el tallo, que se extiende hasta el tallo principal (Guamán, 2017).

- Chupadera (*Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Pythium*) provoca la muerte de las plántulas por estrangulamiento en la base del tallo, causada por uno de los 3 tipos de hongos que se transmiten por el suelo (Guamán, 2017).

## **1.4. Objetivos**

### *1.4.1. Objetivo general*

Evaluar el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) con la aplicación de dos extractos de algas en el cantón Cevallos.

### *1.4.2. Objetivos específicos*

- Determinar el rendimiento de la lechuga con aplicación de extracto de alga artesanal y comercial.
- Establecer días a la cosecha con la aplicación de extractos de algas.

## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA

#### 2.1. Ubicación del ensayo

El lugar donde se realizó el proceso investigativo está ubicado en la provincia de Tungurahua, cantón Cevallos, Universidad Técnica de Ambato, campus Querochaca, este terreno se encuentra localizado a una altitud de 2.897 m s.n.m. Sus coordenadas geográficas son: Latitud: 1°22'8"S y Longitud: 78°36'25"W (GAD-Cevallos, 2011).

#### 2.2 Características del lugar

El clima de Cevallos es templado con un promedio de 13-16 grados centígrados en los meses de mayo y agosto disminuye la temperatura y la acción solar es fuerte en octubre y noviembre, existiendo variaciones según se esté en la parte alta o baja del cantón (GAD-Cevallos, 2011).

Su principal actividad es la agricultura ha sido y será una actividad económica esencial en las sociedades rurales del Ecuador. La superficie agrícola está compuesta por actividades agrícolas ya sean de ciclo corto, cereales y los que se dan en invernaderos. En las zonas altas, el cultivo de papa es el principal, con pequeñas parcelas de frutales (durazno y manzanas principalmente) y maíz suave, mientras que en las partes bajas especialmente se encuentran cultivos de maíz suave (MAGAP, 2015).

#### 2.3 Equipos y materiales

##### 2.3.1. Materiales para la recolección de algas:

- Rastrillo
- Balde
- Malla de acero
- Guantes

### **2.3.2. Materiales para el secado y molienda de algas**

- Bandejas de acero inoxidable
- Molino eléctrico

### **2.3.3. Materiales para obtener el extracto de alga**

- Etanol 90%
- Papel filtro
- Colador
- Botellas
- Balones de vidrio
- Embudo
- Vaso de precipitación

### **2.3.4. Materiales para la plantación**

- Plántulas de 30 días

### **2.3.5. Materiales para los tratamientos**

- Extracto de alga artesanal
- Extracto de alga comercial (Nodosum)
- Estiércol de gallinaza

### **2.3.6. Materiales para la cosecha**

- Flexómetro o regla
- Calibrador Vernier

- Balanza analítica marca CAMRY
- Cuchillo
- Barreta agrícola
- Fundas plásticas
- Libro Munshell
- Tina para lavar las lechugas
- Balanza en libras

### **2.3.7. Materiales de oficina**

- Laptop
- Cuaderno
- Celular
- Esfero

## **2.4. Factores de estudio**

### *2.4.1 Productos*

- P1: Extracto de alga artesanal  
P2: Extracto de alga comercial (Nodosum)

### *2.4.2 Dosis*

- |    |        |
|----|--------|
| D1 | 1,5 ml |
| D2 | 2,5 ml |
| D3 | 3,5 ml |

## 2.5. Tratamientos

**Tabla 3.** Esquema de la distribución para la aplicación de los tratamientos en el ensayo

N.º tratamientos	Simbología	Descripción
1	P1 D1	Alga artesanal (1,5 ml)
2	P1 D2	Alga artesanal (2,5 ml)
3	P1 D3	Alga artesanal (3,5 ml)
4	P2 D1	Alga comercial (1,5 ml)
5	P2 D2	Alga comercial (2,5 ml)
6	P2 D3	Alga comercial (3,5 ml)
7	T	Sin aplicación de extracto de alga

## 2.6. Diseño experimental

Se aplicó el diseño de bloques completos al azar (DBCA) en arreglo factorial 2 x 3 + 1 con tres repeticiones, para las variables que resulten significativas se aplicará la prueba de Tukey al 5%.

## 2.7. Características del ensayo

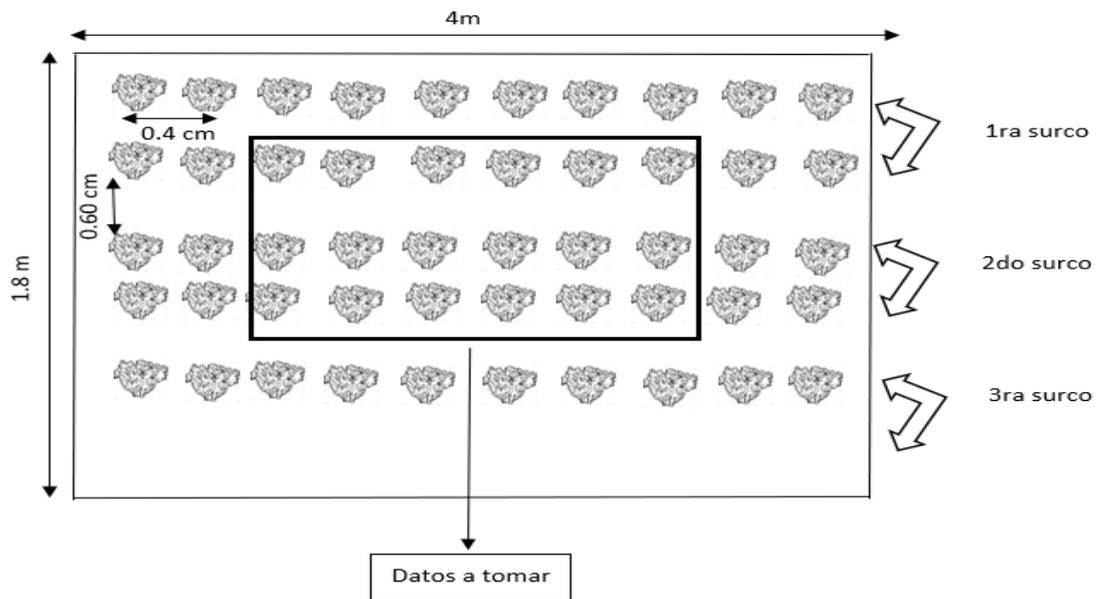
### 2.7.1. Unidad experimental

La unidad experimental se conformó de la siguiente manera:

Ancho total	24,2 m
Largo total	228 m
Distancia de caminos	0,50 cm
Ancho por parcela	1,8 m
Largo por parcela	4 m
Número total de plantas	1.050
Número de hileras por parcela	3
Número de plantas por hilera	20
Distancia entre planta	0,40 cm
Distancia entre hilera	0,60 cm

2.7.2. Esquema de la unidad experimental

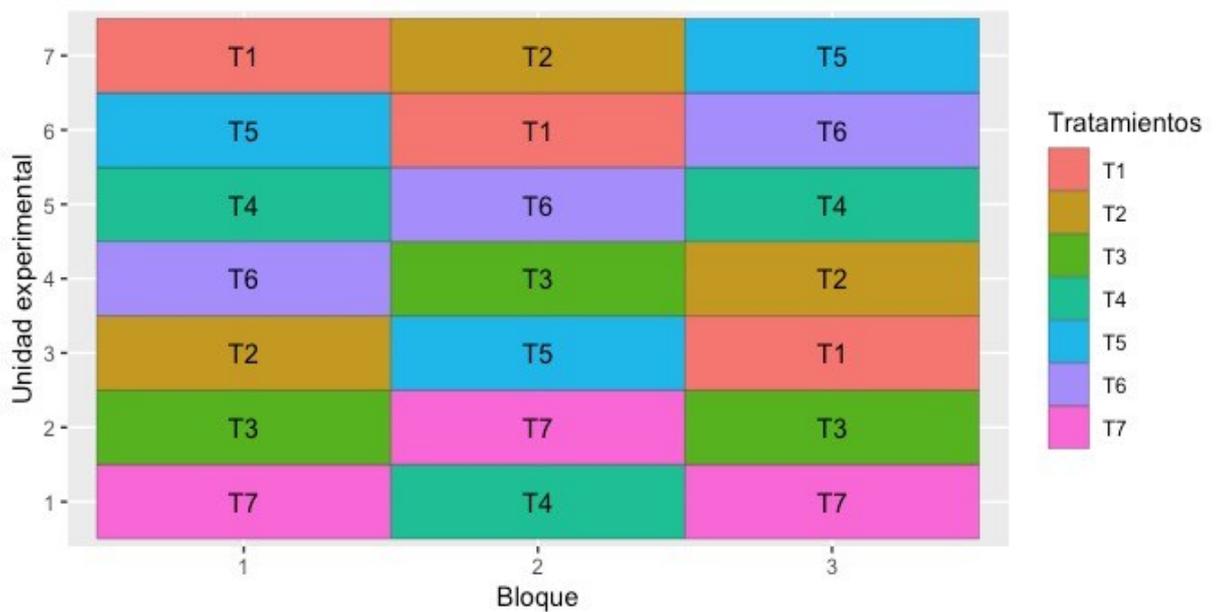
Figura 1. Distribución de la parcela



2.7.3. Esquema del experimento en el campo

En el experimento a campo se tuvo 21 unidades experimentales con tres bloques, cada bloque es una repetición como se muestra en la siguiente imagen.

Figura 2. Distribución de los tratamientos



## 2.8. Manejo del experimento

### 2.8.1. Elaboración del extracto de algas de agua dulce

Figura 3. Esquema de la recolección de algas

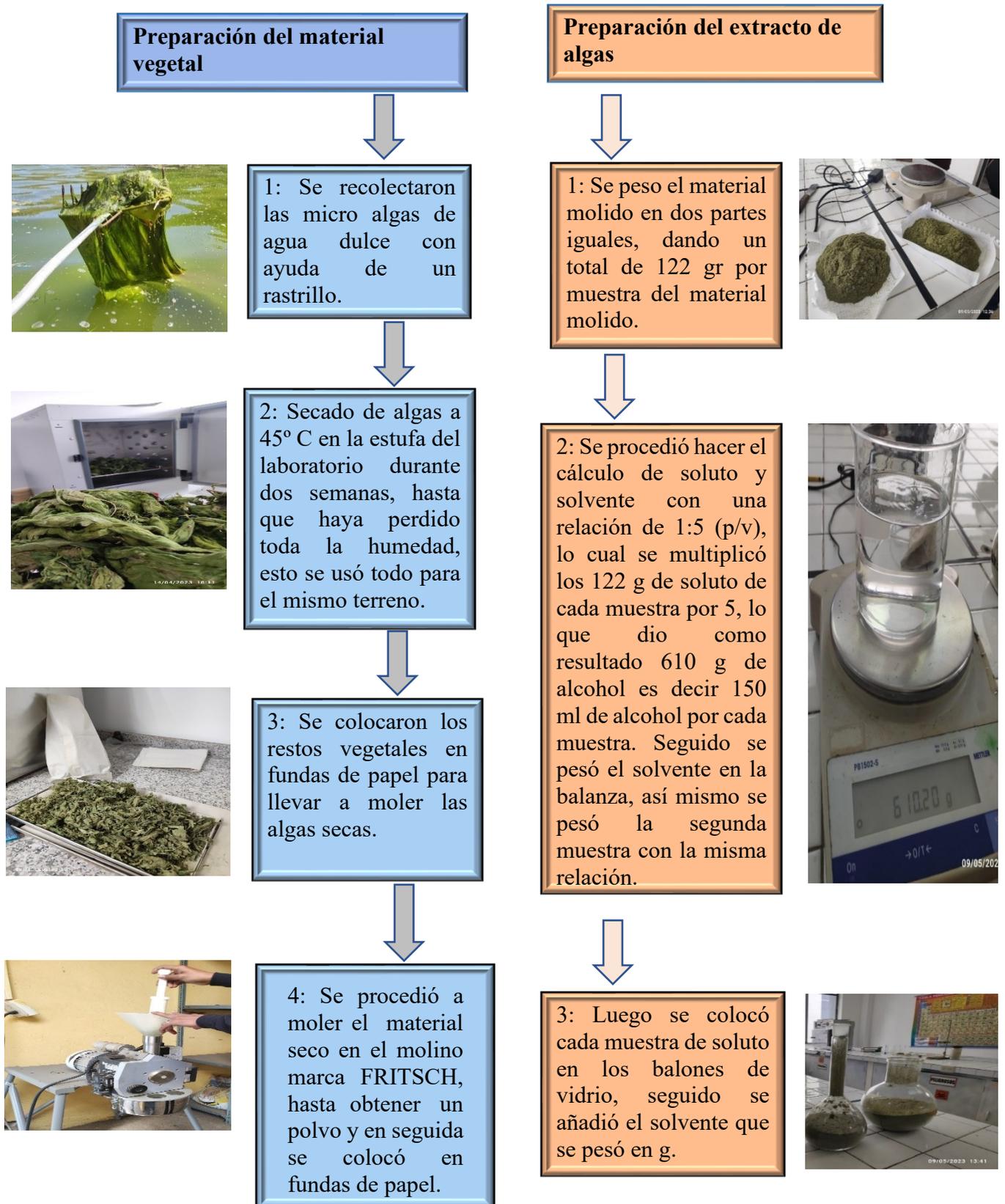
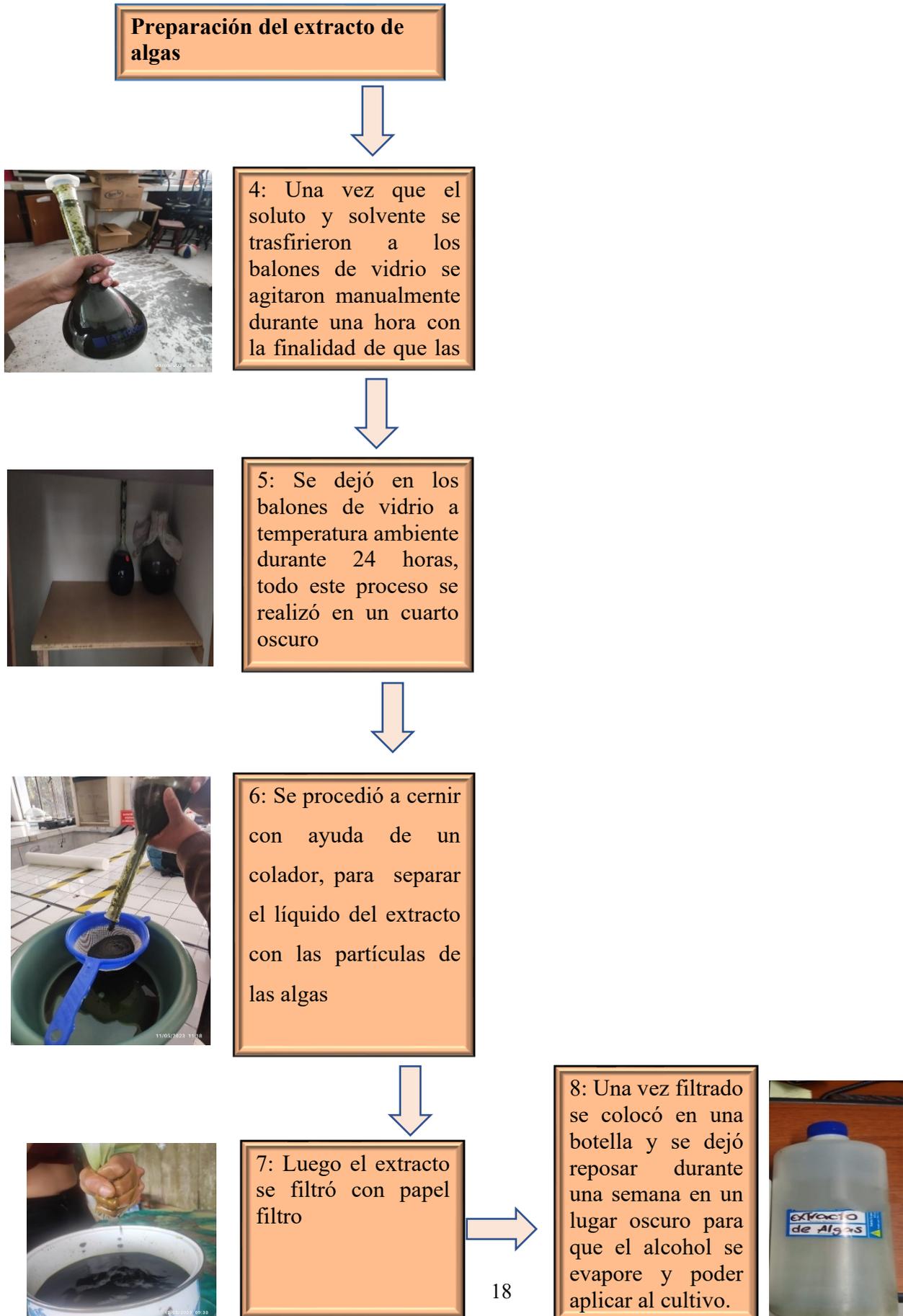


Figura 4. Esquema de la preparación del extracto.



### 2.8.2. Preparación del terreno

Primeramente se midió el terreno con las siguientes dimensiones: 24,2 m de ancho y 228 m de largo, luego se trabajó el terreno con el fin de remover la tierra y eliminar los rastrojos que se encontraban, esto se realizó con ayuda de un tractor para ahorrar tiempo y mano de obra.

### 2.8.3. Trasplante de plántulas

Antes del trasplante de plántulas de *Lactuca sativa* L., se regó agua para que el suelo este húmedo y luego se empezó a realizar la respectiva siembra, en cada parcela se sembró 50 plantas, dando un total de 1.050 plántulas. Una vez que se trasplantó se aplicó un anti-estresante, un insecticida (Cypermethrin), un enraizante (Tel-AvivROOT 12-47-10) y un fungicida (Respetbull) esto para evitar que las plagas ataquen al cultivo.

### 2.8.4. Preparación de los tratamientos

Antes de preparar los tratamientos se colocaron los letreros de cada tratamiento en cada parcela, para evitar confusiones. Para todos los tratamientos se aplicaron los extractos de algas excepto al testigo.

Primer producto

Segundo producto

Extracto de alga artesanal

Extracto de alga comercial (Nodosum)

La primera aplicación de los tratamientos fue a los 15 días de haber trasplantado y la segunda a los 30 días y la tercera a los 45 días, las aplicaciones serán los mismos días para todos los tratamientos. El primer tratamiento fue el extracto artesanal con la dosis de 1,5 ml, para el segundo tratamiento el artesanal 2,5 ml; luego para el tercer tratamiento se preparó el extracto artesanal 3,5 ml; para el cuarto tratamiento se usó el extracto comercial 1,5 ml; para el quinto tratamiento se aplicó el extracto comercial 2,5 ml; el sexto tratamiento el extracto comercial al 3,5 ml y el último tratamiento que es el séptimo se aplicó el Testigo, el cual fue el estiércol de gallinaza y se realizaron tres repeticiones de todos los tratamientos. La aplicación de los tratamiento se realizó

de manera foliar con ayuda de una bomba de mochila exclusivamente para los tratamientos T1; T2; T3; T4; T5 Y T6, así mismo se aplicó el estiércol de gallinaza para todos los tratamientos.

#### *2.8.5. Riego del cultivo*

El riego se realizó de acuerdo al requerimiento del cultivo, esto se regó por el método de gravedad, se tuvo cuenta el estado de clima y se mantuvo el suelo húmedo, no inundado ni muy seco.

#### *2.8.6. Manejo de malezas*

Para la limpieza de malezas se realizó a los 20 días después del trasplante y cuando el cultivo lo requiera con ayuda de una azadilla.

#### *2.8.7. Análisis del extracto*

Se envió el extracto de algas hacer un análisis básico, lo cual se evaluó; ceniza, proteína, humedad y grasa. Esto se llevó a cabo en el laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato de la Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, como se puede observar en la **Anexo 18**.

#### *2.8.8. Controles fitosanitarios*

Para el control del pulgón *Nasonovia ribisnigri* se utilizó un insecticida (Pirakil) en dosis de 1,5 ml/L de agua y para la prevención de patógenos como *Alternaria* se usó el fungicida (Difenoconazol) y (Azufrol) con dosis de 2.5 ml/L. Lo cual se aplicó con una bomba de mochila, de preferencia se fumigó en horas de la mañana.

### **2.9. Variables respuesta**

#### *2.9.1. Días a la cosecha:*

Desde el trasplante hasta que el cultivo culminó su ciclo en 73 días.

### *2.9.2 Diámetro del repollo*

En esta variable se hizo el registro de datos con la utilización de un calibrador Vernier y se registró en cm.

### *2.9.3. Altura de planta*

Para la determinación de la altura se usó una regla en cm y la medida fue antes de cosechar, desde la base de la planta hasta la parte superior de la planta.

### *2.9.4. Masa del repollo*

La masa del repollo se obtuvo por medio de una balanza analítica expresada en gramos de 63 plantas tomadas al azar

### *2.9.5. Longitud de la raíz*

Para medir la longitud de la raíz de la planta se usó una regla con unidad en cm.

### *2.9.6. Color de repollo*

Se usó una tabla Munsell para medir el color del cultivo vegetal, todos los datos de las variables de estudio se obtuvieron a partir de la cosecha del cultivo.

### *2.9.7. Rendimiento*

Se uso una balanza en kg, todos los datos fueron medidos al momento de la cosecha, los datos que se tomó fueron por cada parcela de cada tratamiento, y los datos obtenidos fueron transformados de kg a t/ha.

## CAPÍTULO III

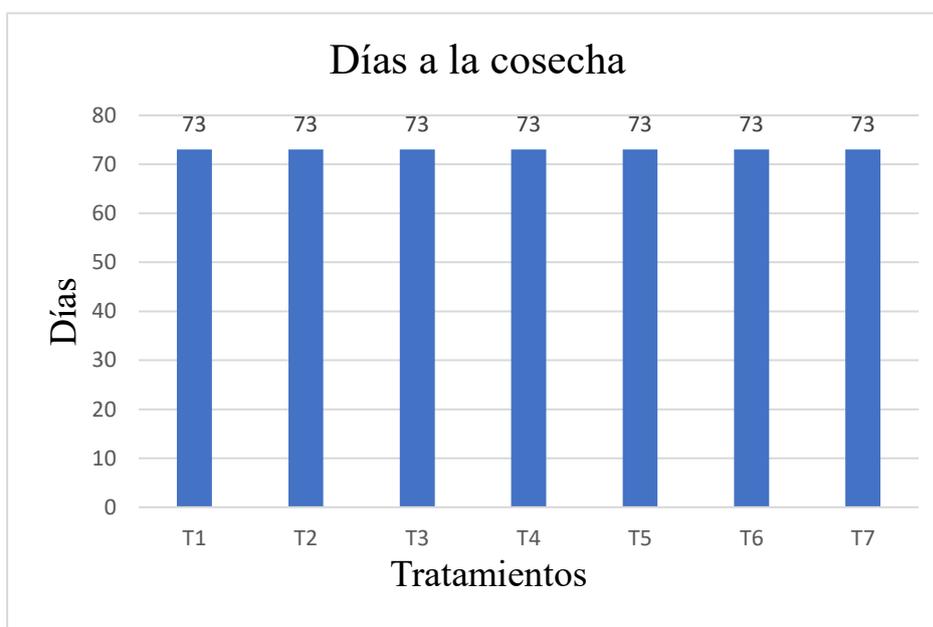
### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Análisis y discusión de resultados

##### 3.1.1. Días a la cosecha.

Los datos para esta variable nos indican que todos los tratamientos tuvieron un mismo número de días (73), tal como lo muestra la figura 5, en el cultivo de *Lactuca sativa* var. *Cooldguard*. (Guamán, 2017) en su estudio afirma que el cultivo de lechuga variedad *Cooldguard* es muy uniforme, de alto vigor por lo que se adapta a un variado tipo de climas, presentando un ciclo vegetativo que varía entre 80 a 85 días; sin embargo, en el presente trabajo el periodo de cosecha fue menor, y este puede ser atribuido a las condiciones que presenta la Granja experimental Querochaca, lugar donde se desarrolló el ensayo.

**Figura 5.** Variable días a la cosecha.



### 3.1.2. Diámetro del repollo (mm)

El análisis de varianza para la variable diámetro de repollo (**Tabla 4**) tomada el día de la cosecha, se determinó que existe una alta significancia estadística para los tratamientos, productos y dosis, mientras que para la interacción producto por dosis fue significativa y para la comparación testigo por tratamientos la respuesta es no significativa, con un coeficiente de variación de 4.99%.

**Tabla 4.** *Análisis de varianza para la variable diámetro del repollo.*

Fuentes de Variación	gl	CM	F	
Tratamiento	6	253,90	6,63	**
Productos	1	386,23	10,23	**
Dosis	2	297,23	7,88	**
Productos * Dosis	2	193,42	5,12	*
T vs Resto	1	155,69	4,06	Ns
Error	12	38,30		
Total	20			

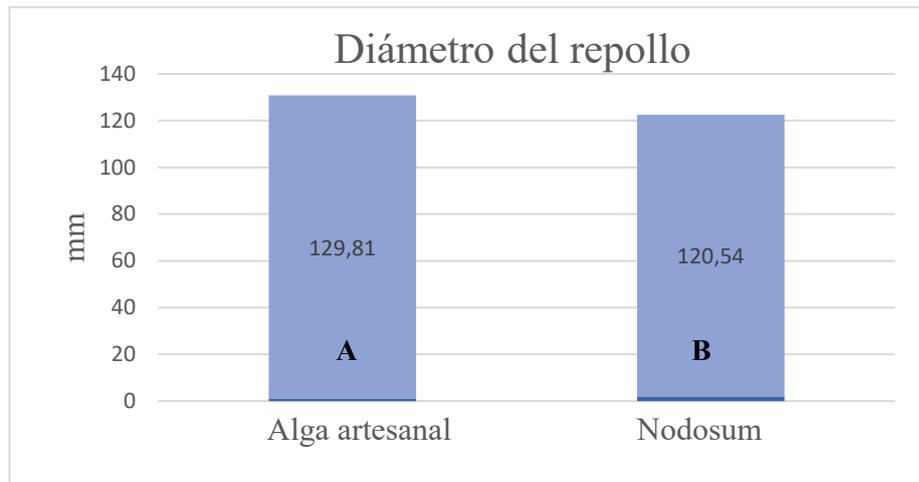
\* = significativo

ns = no significativo

\*\* = altamente significativo

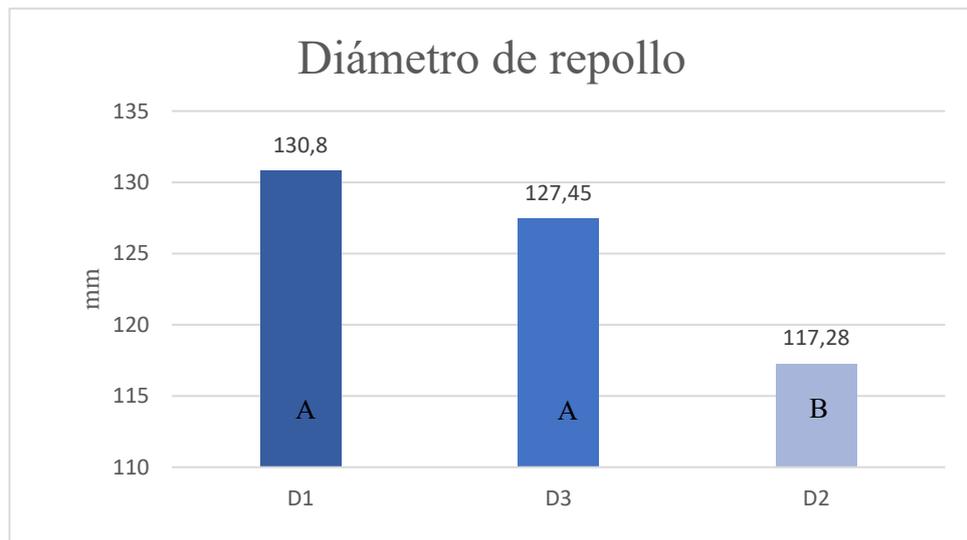
Realizada la prueba de Tukey al 5% (Figura 6), se identifican dos rangos diferentes, donde se determina que el producto con mayor diámetro fue el producto 1 (Extracto artesanal) con una media de 129,81 mm de diámetro, y el producto 2 (Extracto comercial Nodosun) que fue el que menor diámetro obtuvo con una media 120,54 mm.

**Figura 6.** Distribución de medias para la variable diámetro de repollo por productos



En el **Figura 7** se visualiza la distribución de las medias, para la variable diámetro de repollo por dosis, observando diferencias en cada dosis utilizada siendo la mejor la 1, seguida de la 3 mientras la dosis 2 resulta ser la de menor respuesta en cuanto a la variable en estudio.

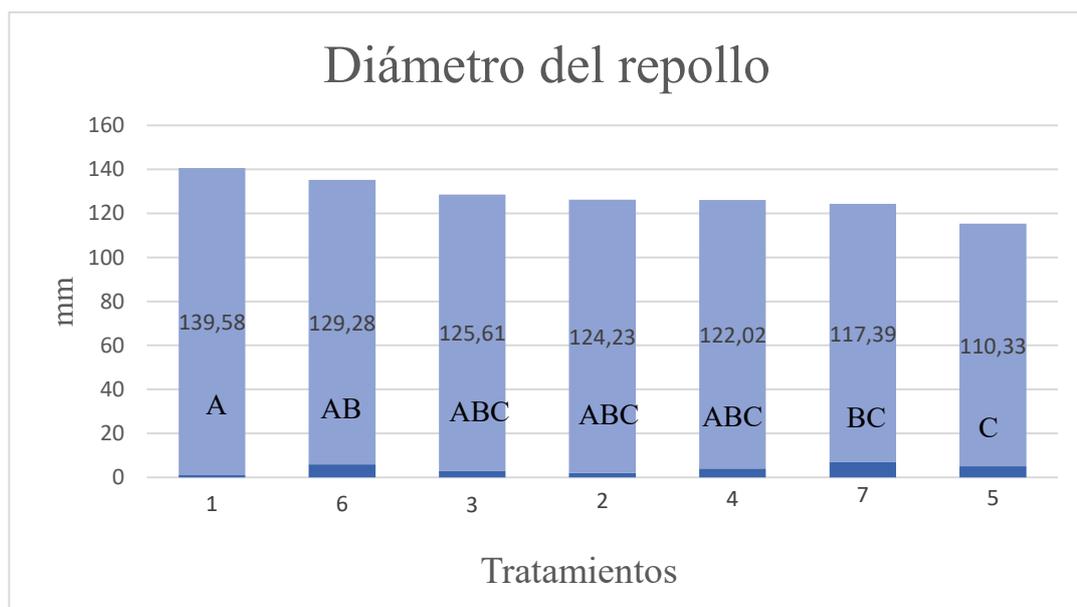
**Figura 7.** Distribución de medias de dosis para la variable diámetro de repollo.



Mediante la prueba de Tukey al 5%, (**Figura 8**) se observa la distribución de medias para la variable diámetro de repollo, observando la presencia de tres rangos, donde se determina que el tratamiento 1 destaca sobre los demás con una media de 139,58 mm de diámetro, seguido del tratamiento 6 con una media de 129,28 mm de diámetro,

mientras tanto los tratamientos 5 y 7 presentan los valores más bajos con medias de 110,33 mm y 117,39 mm, respectivamente; estos resultados pueden ser atribuidos a la influencia de los tratamientos sobre el cultivo en estudio.. Lascano (2011) en su trabajo encontró que al utilizar fertilizantes orgánicos (Vitamar excel) a base de algas marinas con dosis de 65 cc para 20 L vs. Agro-roat con dosis de 100 cc para 20 L, Lonite con dosis de 100 cc para 20 L y 15-15.15 (kg), el repollo de lechuga gana mayor diámetro, debido al aporte nutricional del extracto empleado, lo que coincide con esta investigación, ya que los resultados demuestran diferencias significativas en los valores obtenidos con el extracto de algas, teniendo una respuesta favorable en lo referente al diámetro del repollo con la dosis menor 1,5 ml de extracto artesanal, esto se debe a que el extracto artesanal tiene mayor contenido de ceniza 0,39 %, lo cual aporta buenas cantidades de potasio (K) dicho elemento es un macronutriente más demandado por las plantas después del nitrógeno, lo cual favorece al desarrollo y crecimiento de las lechugas, mientras que el extracto comercial Nodosum, Salvador (2019) afirma que tiene una concentración de 0,28 % de cenizas, lo que se demuestra que el extracto artesanal tiene mayor concentración en cenizas que el extracto comercial Nodosum.

**Figura 8.** Distribución de medias para la interacción producto \* dosis para la variable diámetro de repollo.



### 3.1.2. Altura de la planta (cm)

El análisis de varianza para la variable altura de planta (**Tabla 5**) tomada el día de la cosecha, se observa que existe una alta significancia estadística, tanto para los tratamientos, productos y la interacción de productos\*dosis, mientras que para dosis se visualiza que no existe diferencia estadísticas, con un coeficiente de variación de 5,75%.

**Tabla 5.** Análisis de varianza para la respuesta altura de planta.

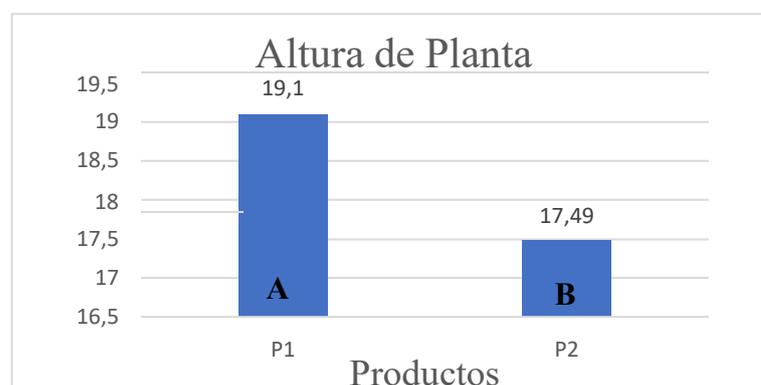
Fuentes de Variación	gl	CM	F	
Tratamiento	6	12062,11	0,93	**
Productos	1	8274,12	0,57	**
Dosis	2	12014,68	0,82	ns
Productos * Dosis	2	18354,81	1,26	**
T vs Resto	1	3359,57	0,26	ns
Error	12	12948,04		
Total	20			

ns = no significativo

\*\* = altamente significativo

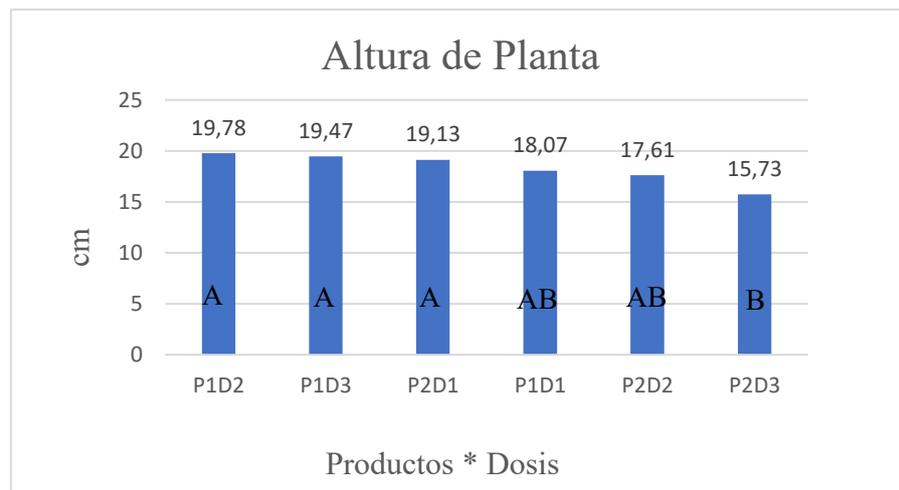
Realizada la prueba de Tukey al 5% para la variable altura de planta (**Figura 9**), presenta dos rangos diferentes, lo cual se determina que existe una alta diferencia estadística significativa entre productos.

**Figura 9.** Distribución de medias de productos para la variable altura de planta.



En la **Figura 10** se muestra la distribución de medias para la interacción de producto\*dosis, obteniendo que el tratamiento 2, 3 y 4 son los más destacados con medias de 19,78 cm, 19,47 cm y 19,13 cm; mientras tanto el valor más bajo fue el tratamiento 6 con una media de 15,73 cm. En la investigación publicada por Ruiz (2022) se menciona que no existe una diferencia significativa ya que la altura de la lechuga depende de varios factores ambientales, de tal manera que en esta investigación la altura de planta si presentó valores significativos, por lo que podemos decir que estos valores son diferentes a lo del autor antes mencionado, la altura de la lechuga puede variar por causa de las diferentes variaciones climáticas de acuerdo donde se haya realizado el trabajo investigativo.

**Figura 10.** Distribución de medias de la interacción producto\*dosis para la variable altura de planta



### 3.1.3. Peso del repollo (gr)

En la **Tabla 6** realizado el análisis de varianza para la variable peso del repollo se muestra que no existen diferencias estadísticas, por tanto podemos resumir que todos los tratamientos son estadísticamente iguales, con un coeficiente de variación de 20,67%. Estos resultados no coinciden con lo establecido por Estudillo (2017) que al evaluar extractos de algas marinas y aminoácidos se observó en los resultados diferencias significativas en el peso fresco de la planta, condición que pudo ser favorecida por la utilización de los aminoácidos que no se aplicaron en este estudio.

**Tabla 6.** Análisis de varianza para la respuesta peso del repollo

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	
Tratamiento	6	23308,19	2,21	ns
Productos	1	24690,86	2,60	ns
Dosis	2	33526,99	3,53	ns
Productos * Dosis	2	20041,40	2,11	ns
T vs Resto	1	8021,50	0,76	ns
Error	12	10552,38		
Total	20			

ns = no significativo

#### 3.1.4. Longitud de raíz (cm)

En la **Tabla 7** se observa la respuesta al análisis de varianza para la variable longitud de raíz identificando alta significancia estadística para los tratamientos como también en la interacción de productos\*dosis, mientras que para productos y dosis no existieron diferencias estadísticas significativas, con un coeficiente de variación 6,59%.

**Tabla 7.** *Análisis de varianza para la respuesta longitud de raíz*

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	
Tratamiento	6	6,31	6,61	**
Productos	1	0,44	0,38	Ns
Dosis	2	3,51	3,01	ns
Productos * Dosis	2	14,80	12,69	**
T vs Resto	1	0,80	0,84	ns
Error	12	0,96		
Total	20			

\* = significativo

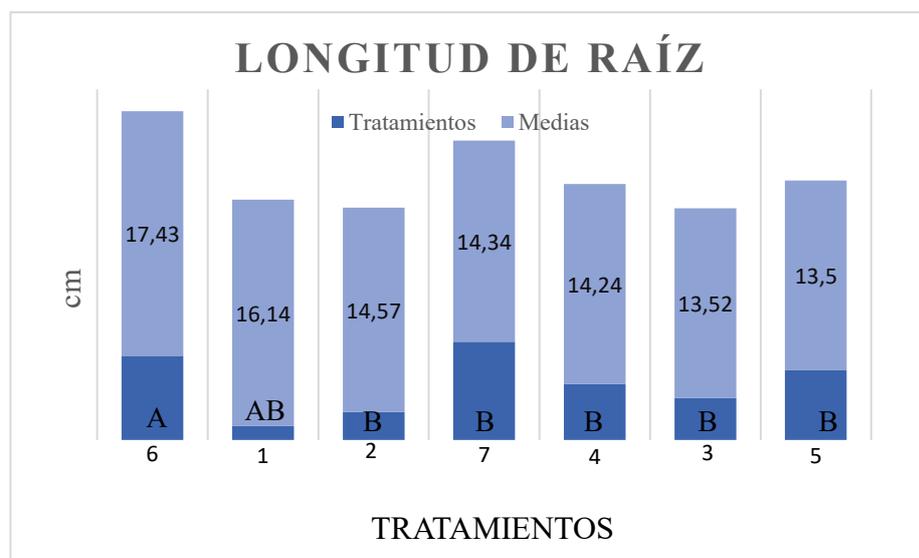
ns = no significativo

\*\* = altamente significativo

En la **Figura 11** se observa la distribución de medias para la variable longitud de raíz observando la existencia de dos rangos, destacando el tratamiento 6 con una media de 17,43 cm de longitud radicular, seguido del tratamiento 1 con una media de 16,14 cm,

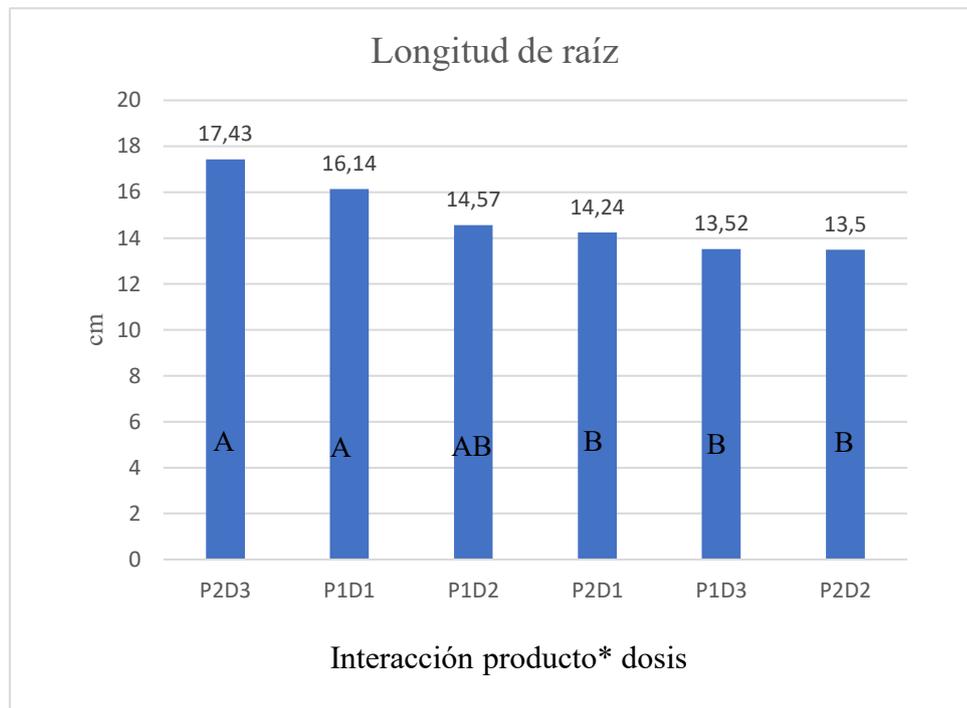
mientras tanto el tratamiento 5 presenta el valor más bajo con una media de 13,50 cm. Estudillo (2017) en su trabajo de investigación usó extractos de algas marinas más aminoácidos T1 aminoácidos a una dosis de 20g/200 L, T2 extracto de algas marinas a 20g/200 L, T3 Aminoácidos más extracto de algas 10 g/200 L y 10g/200 L y como mejor resultado obtuvo el T1 con la dosis 20g/200 L teniendo un menor porcentaje de significancia en la longitud radicular, a diferencia de los resultados que se obtuvieron en nuestra investigación, por lo tanto no se concuerda con lo mencionado debido a que los resultados de la presente investigación reflejaron una alta significancia en los tratamientos al aplicar extracto de alga de agua dulce con extracto comercial, los resultados que se obtuvieron se debe a la influencia de los productos que utilice en mi investigación ya que en el estudio del autor antes mencionado utiliza aminoácidos en menor cantidad a comparación de nuestro trabajo de investigación.

**Figura 11.** Distribución de medias para la variable longitud de raíz



En la **Figura 12** se visualiza que el tratamiento sobresaliente fue T6 (P2D3) con un media de 17,43 cm, seguido del T1(P1D1) con una media de 16,14 cm, mientras que la media más baja resultó del tratamiento T5 (P2D2) con un valor de 13,5 cm.

**Figura 12.** Distribución de medias para la interacción producto por dosis para la variable de longitud de raíz.



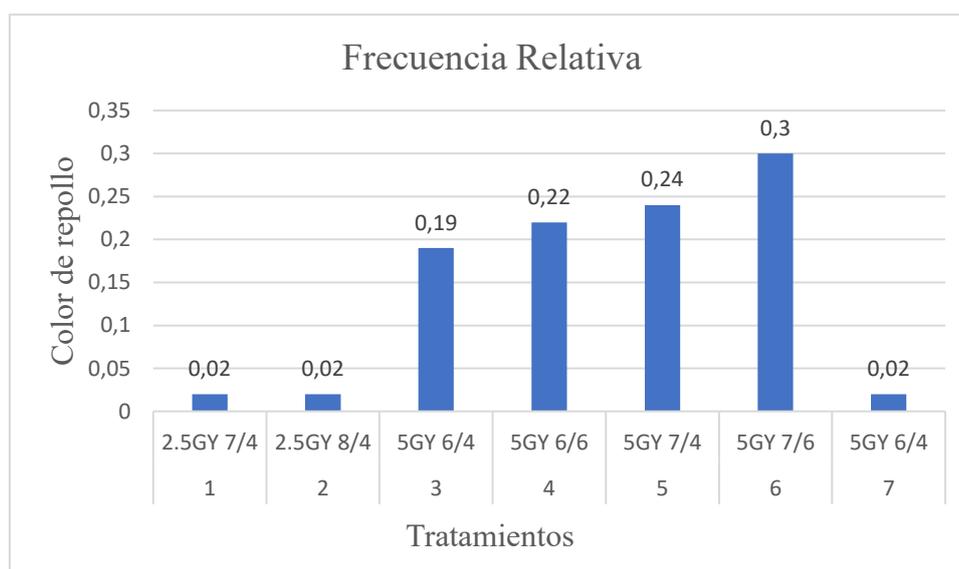
### 3.1.5. Color de repollo

Realizado la distribución de frecuencias de la variable color de repollo tal como se observa en la **Tabla 8** y **Figura 13** el tratamiento 6 es el más destacado con una frecuencia de 5GY 7/6 que corresponde a una coloración verde claro, mientras que en los tratamientos 1, 2 y 7 con unas frecuencias de 2.5 GY 7/4, 2.5GY 8/4 y 5GY 6/7 corresponden a una coloración verde amarillento. Ruiz (2022) evaluó la pigmentación de la lechuga y la clasificó en cuatro tonalidades de verde y el color predominante fue el color verde claro, esto depende de la concentración de pigmentos que presentan las hojas, siendo que entre más clara las hojas de lechuga, menor cantidad de pigmentos presentan, mientras que entre más oscuro es el color mayor es la concentración de pigmentos. Por lo tanto en nuestra investigación se concuerda con el autor, ya que el resultado más desatacado fue el color verde claro.

**Tabla 8.** Frecuencias Absoluta y relativa de Color del repollo

Color del repollo	Tratamientos	Categorías	FA	FR
Color del repollo	1	2.5GY 7/4	1	0,02
Color del repollo	2	2.5GY 8/4	1	0,02
Color del repollo	3	5GY 6/4	12	0,19
Color del repollo	4	5GY 6/6	14	0,22
Color del repollo	5	5GY 7/4	15	0,24
Color del repollo	6	5GY 7/6	19	0,30
Color del repollo	7	5GY 6/4	1	0,02

**Figura 13.** Distribución de frecuencias para la variable color del repollo.



### 3.1.6. Rendimiento

En la **Tabla 9** se observa el análisis de varianza para la rendimiento, identificando que no existe diferencias estadísticas para los tratamientos; productos; dosis; interacción productos\*dosis y Testigo vs Resto, con un coeficiente de variación 20,68%.

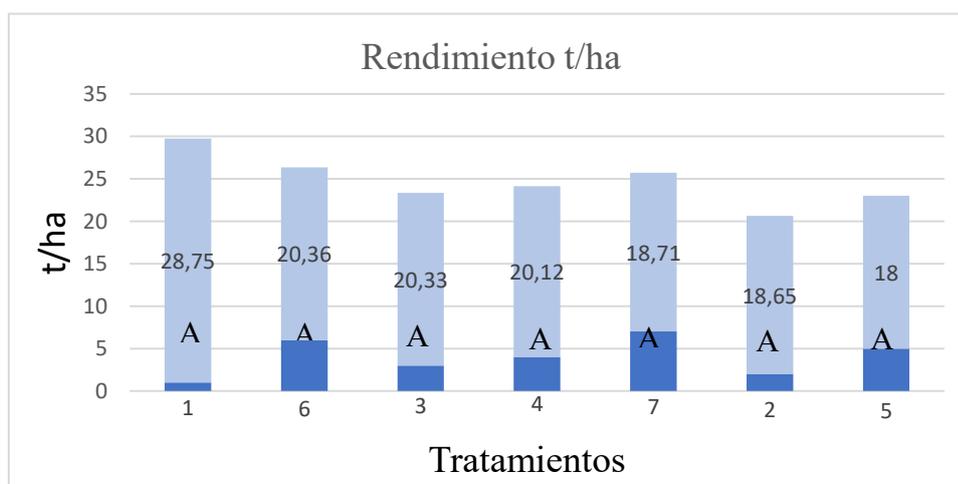
**Tabla 9.** Análisis de varianza para la respuesta rendimiento t/ha.

Fuentes de Variación	gl	CM	F	
Tratamiento	6	40,45	2,21	Ns
Productos	1	42,81	1,50	Ns
Dosis	2	1,70	0,06	Ns
Productos * Dosis	2	19,18	0,67	Ns
T vs Resto	1	13,91	0,76	Ns
Error	12	28,51		
Total	17			

ns = no significativo

En la **Figura 14** se observa la distribución de medias para la variable rendimiento expresada en t/ha, teniendo que el T1 con un media de 28,75 t/ha, fue el más destacado, seguido del T6 con una media de 20,36 t/ha, mientras que el tratamiento T5 resultó inferior a los demás tratamientos con una media de 18 t/ha. Cabezas (2010) en su trabajo investigativo menciona que el rendimiento en variedades productivas de lechuga puede llegar de 20 a 40 t/ha. Por tanto podemos decir que al utilizar extractos de algas en el cultivo de lechuga resulta muy beneficioso por lo cual el rendimiento de nuestra investigación mostró valores más altos a lo que menciona el autor.

**Figura 14.** Distribución de medias para la variable rendimiento t/ha.



## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1. Conclusiones**

Se determinó que el tratamiento 1 compuesto por extractos artesanales de algas a una dosis 1,5 ml presentó un mayor rendimiento, seguido del tratamiento T6 concluyendo que al utilizar extractos de algas, ya sean artesanales o de casas comerciales, estos mejoran la productividad del cultivo obteniendo resultados favorables.

Para los días a la cosecha estableció un periodo de 73 días después del trasplante, para todos los tratamientos, esto puede estar atribuido a que ningún tratamiento en estudio influye sobre el ciclo de cultivo de lechuga variedad Coolguard, observando diferencias en otras características distintas, menos en la de días a la cosecha.

#### **4.2. Recomendaciones**

Para obtener buenos rendimientos se recomienda utilizar extractos de algas artesanales ya que este trabajo investigativo presentó un buen nivel de rendimiento para el cultivo de lechuga, por la influencia que estos presentan sobre los cultivos.

Se recomienda realizar más investigaciones en diferentes lugares, para poder evaluar la resistencia de plagas y enfermedades, como también comportamiento agronómico, condiciones ambientales de la zona, y solucionar problemas como es el exceso de uso de agroquímicos y otros factores que afectan el crecimiento de los cultivos.

## MATERIAL BIBLIOGRÁFICO

- Bray, G., & Fernández, F. (1986). *Influencia de la aplicación del producto alga marina en cultivos hortícola (rábano, pepino y cebolla de hoja)*. Universidad Tecnológica de Magdalena.  
[https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/21569/25197\\_9492.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/21569/25197_9492.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cabezas, O. (2010). *Aclimatación de 15 cultivares de lechuga*. 93.  
<http://dspace.espoeh.edu.ec/bitstream/123456789/671/1/13T0694.pdf>
- Campos, J. (2012). *Evaluación del efecto del uso de fertilizantes foliares con acción bioestimulante, sobre la producción y calidad de lechugas*.  
<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/116070/MEMORIAJuanPauloCamposFINAL.pdf?sequence=1>
- Carrión, A., & García, C. (2010). "Preparación de extractos vegetales: determinación de eficiencia de metódica". *Universidad De Cuenca, Tesis previa a la obtención del título de Bioquímica y Farmecéutica*, 27–31.  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2483/1/tq1005.pdf>
- Coyago, C. (2017). Identificación morfológica de los hongos causantes de la pudrición radicular en lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el valle de Tumbaco. *Universidad Central del Ecuador*, 91, 399-404.  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15114/1/T-UCE-0004-A78-2018.pdf>
- Estudillo, A. (2017). Efecto de Extractos de Algas Marinas y Aminoácidos en el Crecimiento de Lechuga (*Lactuca Sativa* L.) Bajo un Sistema de Raíz Flotante. *Universidad Autonoma Agraria Antonia Narro*, 1, 54.  
[http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42211/K64759\\_ALEJANDRA\\_ANDREA\\_ESTUDILLO\\_BAHENA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42211/K64759_ALEJANDRA_ANDREA_ESTUDILLO_BAHENA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- GAD-Cevallos, M. del C. C. (2011). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL canton Cevallos. *Chasqui: Revista Latinoamericana de Comunicación*, 4.  
<http://www.cevallos.gob.ec/index.php/component/phocadownload/category/170-plan-de-ordenamiento-y-desarrollo-territorial->

pdot%0Ahttp://www.cevallos.gob.ec/index.php/component/phocadownload/category/170-plan-de-ordenamiento-y-desarrollo-territorial-pdot#

- González, W. (2020). Producción de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa* L.) En sistema de raíz flotante bajo el efecto de 3 bioestimulantes. *Repositorio DSPACE*, (“Plan de comercialización para la línea de productos a base de tagua de la comuna dos mangas, parroquia manglaralto, cantón Santa Elena, 2013”), 1–2. <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/handle/46000/2100>
- Guamán, A. (2017). Efecto de la aplicación de tres bioformulados en el desarrollo dde 2 variedades de lechuga (*Lactuca sativa*L.) Var. Coolguard y Gentilina a campo abierto, en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. <http://dspace.espoeh.edu.ec/bitstream/123456789/7653/1/13T0851.pdf>
- Guarro, E. (1989). *Horticultura Práctica*. [https://biblioteca.espoeh.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=17925&query\\_desc=an%3A%2280898%22](https://biblioteca.espoeh.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=17925&query_desc=an%3A%2280898%22)
- Hidalgo, J. (2017). La situación actual de la sustitución de insumos agroquímicos por productos biológicos como estrategia en la producción agrícola: In *Universidad Andina Simón Bolívar* (Vol. 1). [https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6095/1/T2562-MRI-Hidalgo-La situacion.pdf](https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6095/1/T2562-MRI-Hidalgo-La%20situacion.pdf)
- infoAgro. (2019). *Las algas en la agricultura: su uso como fertilizante*. <https://infoagro.com/abonos/algas.htm>
- Infoagro. (2011). *El cultivo de lecguga*. <https://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>
- Lascano, I. M. (2011). *Producción de lechuga (lactuca sativa) con fertilizacion ORGÁNICA*. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/74f2629f-053e-4a45-b642-52bc803e21e3/content>
- Lema, K. (2018). “Evaluación de soluciones de microalgas como bioestimulante natural en el cultivo hidropónico de lechuga (*Lactuca sativa*). In *Economía*. <https://core.ac.uk/download/pdf/160757437.pdf>
- López, V. A. (2014). Caracterización fitoquímica y biodinámica de las algas de agua dulce y del helecho acuático (*Azolla* sp.) en el proceso de compostaje, latacunga cotopaxi. *Repo.Uta.Edu.Ec*, 126. [http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7689/1/tesis-024 Maestría en Agroecología y Ambiente - CD 248.pdf](http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7689/1/tesis-024%20Maestría%20en%20Agroecología%20y%20Ambiente%20-%20CD%20248.pdf)
- MAGAP. (2015). *Cantón Saquisilí / Bloque 1 . 3 Proyecto : “ Levantamiento De*

- Cartografía Temática*. 1–72. [http://metadatos.sigtierras.gob.ec/pdf/Memoria\\_tecnica\\_Coberturas\\_GONZALO\\_PIZARRO\\_20150601.pdf](http://metadatos.sigtierras.gob.ec/pdf/Memoria_tecnica_Coberturas_GONZALO_PIZARRO_20150601.pdf)
- Pérez, J., Salazar, W., & Loría, M. (2022). *Aplicación foliar de fertilizantes y extracto de algas en pepino ( Cucumis sativus L . ) en invernadero*. 177–189. <http://www.ucol.mx/revaia/pdf/2022/enero/12.pdf>
- Ruiz, N. (2022). “*Evaluación de la adaptabilidad de cultivares de lechuga (lactuca sativa l.), en el cantón pujilí, provincia de cotopaxi.*” documento. 8.5.2017, 2003–2005. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36398/1/Tesis-327 Ingenieria Agronomica - Ruiz Turushina Nereyda Viviana.pdf>
- Saavedra, G. (2017). *Manual de producción de L echuga*. 9. file:///C:/Users/HP - i5/Downloads/Boletín INIA N° 374.pdf
- Salinas, C. (2013). Introducción de cinco variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) en el barrio de Snta Fé de la parroquia Atahualpa en el cantón Ambato. *Universidad Técnica de Ambato*, 74. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6491/1/Tesis-63 Ingenieria Agronomica -CD 204.pdf>
- Salvador, G. (2019). *Extracto líquido viable de algas marinas*. República Oriente. [https://tacsamx/DEAQ/src/productos/103\\_28.htm](https://tacsamx/DEAQ/src/productos/103_28.htm)
- Suzuki, W., Sugawara, M., Miwa, K., & Morikawa, M. (2014). Plant growth-promoting bacterium *Acinetobacter calcoaceticus* P23 increases the chlorophyll content of the monocot *Lemna minor* (duckweed) and the dicot *Lactuca sativa* (lettuce). *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 118(1), 41–44. <https://doi.org/10.1016/J.JBIOSEC.2013.12.007>
- Terry, E., Josefa, M. S., Padrón, R., & Sc, M. (2010). *Respuesta del cultivo de la lechuga ( lactuca productos bioactivos crop response of lettuce ( Lactuca sativa L . )*. 28–37. file:///C:/Users/HP - i5/Downloads/tesis/lecguga-articulo.....pdf
- Vasquez, B. (2021). Facultad de ciencias agropecuarias carrera de ingeniería agronómica. *Universidad Técnica de Machala*, 1–67. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15166>

## ANEXOS

### Anexo 1. Recolección de algas de agua dulce



### Anexo 2. Secado de las algas



### Anexo 3. Molienda de las algas secas



**Anexo 4. Elaboración del extracto**



**Anexo 5. Preparación de terreno**



**Anexo 6. Elaboración de parcelas**



**Anexo 7. Siembra de las plántulas de lechuga de 15 días**



**Anexo 8.** Riego de agua cuando el cultivo lo requería



**Anexo 9.** Aplicación de letreros para los tratamientos



**Anexo 10.** Aplicación de los tratamientos



### Anexo 11. Limpieza de malezas



### Anexo 12. Presencia de plagas y enfermedades



### Anexo 13. Fumigación para el control de plagas y enfermedades



### Anexo 14. Visita del tutor



**Anexo 15.** Segunda y tercera aplicación de tratamientos



**Anexo 16.** Cultivo a los 25 días y 50 después de la siembra



**Anexo 17.** Días a la cosecha: toma de la variables





## Anexo 18. Análisis básico del extracto



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA**  
**LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS**

01089

### CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

<b>Certificado No: 23-152</b>		R01-7 8 03				
Solicitud N°: 23-152		Pág.: 1 de 1				
Fecha recepción: 18 de julio de 2023		Fecha de ejecución de ensayos: 19 al 20 de julio de 2023				
<b>Información del cliente:</b>						
Empresa:	C.I./RUC: 2150118681					
Representante: Kerly Cueva	TIF: 0981930019					
Dirección: Ambato	Email: kerlynicolcuevagomez09@gmail.com					
Ciudad: Ambato						
<b>Descripción de las muestras:</b>						
Producto: Extracto de algas	Peso / Volumen:	400g				
Marca comercial: n/a	Tipo de envase:	botella plástica				
Lote: n/a	No de muestras:	una				
F. Elb.: 17/05/23	F. Exp.:					
Conservación: Ambiente: X Refrigeración: Congelación:	Almac. en Lab:	30 días				
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente:	18 de julio de 2023				
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Extracto de algas	15223308	Ninguno	Cenizas, Gravimetría	AOAC Ed. 22, 2023 923.03	%	0,392
			Proteína, Kjeldhal	AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	% (Nx6,25)	0,516
			Humedad, Gravimetría	AOAC Ed. 22, 2023 925.10	%	98,5
			Grasa, Gravimetría	AOAC Ed. 22, 2023 2003.06	%	0,114
Conds. Ambientales: 20,6°C; 55,0 %HR						
 Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad						
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si						
Fecha de emisión del certificado: 21 de julio de 2023						

Nota: La muestra fue suministrada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra en las condiciones recibidas. El Laboratorio se responsabiliza exclusivamente de los resultados emitidos, en base a la muestra entregada por el cliente.

El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Solo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".



## Anexo 19. Análisis estadísticos

### Análisis de la varianza

#### Diámetro del repollo (mm)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Diámetro del repollo (mm)	21	0,77	0,62	4,99

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1537,04	8	192,13	5,02	0,0065
Tratamiento	1523,40	6	253,90	6,63	0,0028
Repetición	13,64	2	6,82	0,18	0,8391
Error	459,63	12	38,30		
Total	1996,67	20			

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=17,68572

Error: 38,3025 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
P1D1	139,58	3	3,57 A
P2D3	129,28	3	3,57 A B
P1D3	125,61	3	3,57 A B C
P1D2	124,23	3	3,57 A B C
P2D1	122,02	3	3,57 A B C
TESTIGO	117,39	3	3,57 B C
P2D2	110,33	3	3,57 C

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

#### Altura de la planta (cm)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura de la planta (cm)	21	0,75	0,59	6,52

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	50,53	8	6,32	4,60	0,0091
Tratamiento	48,33	6	8,06	5,87	0,0046
Repetición	2,20	2	1,10	0,80	0,4708
Error	16,47	12	1,37		
Total	67,00	20			

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,34772

Error: 1,3724 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
P1D2	19,78	3	0,68 A
P1D3	19,47	3	0,68 A
P2D1	19,13	3	0,68 A B
P1D1	18,07	3	0,68 A B C
P2D2	17,61	3	0,68 A B C
TESTIGO	15,94	3	0,68 B C
P2D3	15,73	3	0,68 C

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

#### Diámetro del repollo (mm)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Diámetro del repollo (mm)	18	0,75	0,65	4,95

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1367,71	5	273,54	7,25	0,0024
productos	386,23	1	386,23	10,23	0,0076
dosis	594,63	2	297,32	7,88	0,0065
productos*dosis	386,84	2	193,42	5,12	0,0246
Error	452,93	12	37,74		
Total	1820,64	17			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,31012**

Error: 37,7440 gl: 12

productos Medias n E.E.

P1 129,81 9 2,05 A

P2 120,54 9 2,05 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=9,46296**

Error: 37,7440 gl: 12

dosis Medias n E.E.

D1 130,80 6 2,51 A

D3 127,45 6 2,51 A

D2 117,28 6 2,51 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=16,84915**

Error: 37,7440 gl: 12

productos dosis Medias n E.E.

P1 D1 139,58 3 3,55 A

P2 D3 129,28 3 3,55 A B

P1 D3 125,61 3 3,55 A B C

P1 D2 124,23 3 3,55 A B C

P2 D1 122,02 3 3,55 B C

P2 D2 110,33 3 3,55 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Altura de la planta (cm)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura de la planta (cm)	18	0,73	0,61	5,75

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	34,08	5	6,82	6,39	0,0041
productos	11,71	1	11,71	10,99	0,0062
dosis	4,41	2	2,21	2,07	0,1690
productos*dosis	17,95	2	8,98	8,42	0,0052
Error	12,79	12	1,07		
Total	46,86	17			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,06032**

Error: 1,0657 gl: 12

productos Medias n E.E.

P1 19,10 9 0,34 A

P2 17,49 9 0,34 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,59011**

Error: 1,0657 gl: 12

dosis	Medias	n	E.E.
D2	18,70	6	0,42 A
D1	18,60	6	0,42 A
D3	17,60	6	0,42 A

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

### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,83125

Error: 1,0657 gl: 12

productos	dosis	Medias	n	E.E.
P1	D2	19,78	3	0,60 A
P1	D3	19,47	3	0,60 A
P2	D1	19,13	3	0,60 A
P1	D1	18,07	3	0,60 A B
P2	D2	17,61	3	0,60 A B
P2	D3	15,73	3	0,60 B

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

## Análisis de la varianza

### Diámetro del repollo (mm)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Diámetro del repollo (mm)	21	0,77	0,62	4,99

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1537,04	8	192,13	5,02	0,0065
Tratamiento	1523,40	6	253,90	6,63	0,0028
Repetición	13,64	2	6,82	0,18	0,8391
Error	459,63	12	38,30		
Total	1996,67	20			

### Contrastes

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
testigo vs resto		46,69	23,16	1	155,69	4,06	0,0667
Total			155,69	1	155,69	4,06	0,0667

### Coefficientes de los contrastes

Tratamiento	Ct.1
P1D1	1,00
P1D2	1,00
P1D3	1,00
P2D1	1,00
P2D2	1,00
P2D3	1,00
TESTIGO	-6,00

### Altura de la planta (cm)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura de la planta (cm)	21	0,75	0,59	6,52

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	50,53	8	6,32	4,60	0,0091

Tratamiento	48,33	6	8,06	5,87	0,0046
Repetición	2,20	2	1,10	0,80	0,4708
Error	16,47	12	1,37		
Total	67,00	20			

### Contrastes

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
testigo vs resto	14,13	4,38	14,25	1	14,25	10,39	0,0073
Total			14,25	1	14,25	10,39	0,0073

### Coefficientes de los contrastes

Tratamiento	Ct.1
P1D1	1,00
P1D2	1,00
P1D3	1,00
P2D1	1,00
P2D2	1,00
P2D3	1,00
TESTIGO	-6,00

### Análisis de la varianza

#### Peso del repollo (gr)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso del repollo (gr)	21	0,53	0,22	20,67

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	145549,94	8	18193,74	1,72	0,1904
Tratamiento	139849,15	6	23308,19	2,21	0,1144
Repetición	5700,79	2	2850,39	0,27	0,7678
Error	126628,57	12	10552,38		
Total	272178,51	20			

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=293,55142

Error: 10552,3806 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
P1D1	690,11	3	59,31 A
P2D3	488,56	3	59,31 A
P1D3	488,00	3	59,31 A
P2D1	482,89	3	59,31 A
TESTIGO	449,00	3	59,31 A
P1D2	447,56	3	59,31 A
P2D2	432,00	3	59,31 A

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

#### Longitud de raíz (cm)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Longitud de raíz (cm)	21	0,78	0,64	6,59

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	40,93	8	5,12	5,36	0,0050
Tratamiento	37,89	6	6,31	6,61	0,0028
Repetición	3,04	2	1,52	1,59	0,2434

Error	11,46	12	0,96
Total	52,39	20	

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,79284**

Error: 0,9552 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
P2D3	17,43	3	0,56	A
P1D1	16,14	3	0,56	A B
P1D2	14,57	3	0,56	B
TESTIGO	14,34	3	0,56	B
P2D1	14,24	3	0,56	B
P1D3	13,52	3	0,56	B
P2D2	13,50	3	0,56	B

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

**Análisis de la varianza**

**Peso del repollo (gr)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso del repollo (gr)	18	0,54	0,34	19,62

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	131827,66	5	26365,53	2,78	0,0684
productos	24690,86	1	24690,86	2,60	0,1329
dosis	67053,99	2	33526,99	3,53	0,0623
productos*dosis	40082,81	2	20041,40	2,11	0,1640
Error	113994,27	12	9499,52		
Total	245821,93	17			

**Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones**

Error: 9499,5229 gl: 12

productos	Medias	n	E.E.
P1	541,89	9	32,49
P2	467,82	9	32,49

**Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones**

Error: 9499,5229 gl: 12

dosis	Medias	n	E.E.
D1	586,50	6	39,79
D3	488,28	6	39,79
D2	439,78	6	39,79

**Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones**

Error: 9499,5229 gl: 12

productos	dosis	Medias	n	E.E.
P1	D1	690,11	3	56,27
P2	D3	488,56	3	56,27
P1	D3	488,00	3	56,27
P2	D1	482,89	3	56,27
P1	D2	447,56	3	56,27
P2	D2	432,00	3	56,27

**Longitud de raíz (cm)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Longitud de raíz (cm)	18	0,73	0,61	7,29

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	37,08	5	7,42	6,36	0,0042
productos	0,44	1	0,44	0,38	0,5485
dosis	7,03	2	3,51	3,01	0,0871
productos*dosis	29,61	2	14,80	12,69	0,0011
Error	14,00	12	1,17		
Total	51,09	17			

**Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones**

Error: 1,1670 gl: 12

productos	Medias	n	E.E.
P2	15,06	9	0,36
P1	14,74	9	0,36

**Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones**

Error: 1,1670 gl: 12

dosis	Medias	n	E.E.
D3	15,48	6	0,44
D1	15,19	6	0,44
D2	14,03	6	0,44

**Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones**

Error: 1,1670 gl: 12

productos	dosis	Medias	n	E.E.
P2	D3	17,43	3	0,62
P1	D1	16,14	3	0,62
P1	D2	14,57	3	0,62
P2	D1	14,24	3	0,62
P1	D3	13,52	3	0,62
P2	D2	13,50	3	0,62

**Análisis de la varianza****Peso del repollo (gr)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso del repollo (gr)	21	0,53	0,22	20,67

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	145549,94	8	18193,74	1,72	0,1904
Tratamiento	139849,15	6	23308,19	2,21	0,1144
Repetición	5700,79	2	2850,39	0,27	0,7678
Error	126628,57	12	10552,38		
Total	272178,51	20			

**Contrastes**

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
testi vs resto		335,11	384,36	8021,50	1	8021,50	0,76
Total				8021,50	1	8021,50	0,76

**Coefficientes de los contrastes**

Tratamiento	Ct.1
P1D1	1,00
P1D2	1,00
P1D3	1,00
P2D1	1,00

P2D2	1,00
P2D3	1,00
TESTIGO	-6,00

#### Longitud de raíz (cm)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Longitud de raíz (cm)	21	0,78	0,64	6,59

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	40,93	8	5,12	5,36	0,0050
Tratamiento	37,89	6	6,31	6,61	0,0028
Repetición	3,04	2	1,52	1,59	0,2434
Error	11,46	12	0,96		
Total	52,39	20			

#### Contrastes

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
testi vs resto		3,35	3,66	0,80	1	0,80	0,3777
Total			0,80	1	0,80	0,84	0,3777

#### Coefficientes de los contrastes

Tratamiento	Ct.1
P1D1	1,00
P1D2	1,00
P1D3	1,00
P2D1	1,00
P2D2	1,00
P2D3	1,00
TESTIGO	-6,00

#### Análisis de la varianza

##### Rendimiento t/ha

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Ren t/ha	21	0,53	0,22	20,68

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	252,63	8	31,58	1,72	0,1906
Tratamientos	242,72	6	40,45	2,21	0,1145
Repeticiones	9,90	2	4,95	0,27	0,7677
Error	219,89	12	18,32		
Total	472,52	20			

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=12,23273

Error: 18,3244 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
1	28,75	3	2,47 A
6	20,36	3	2,47 A
3	20,33	3	2,47 A
4	20,12	3	2,47 A
7	18,71	3	2,47 A
2	18,65	3	2,47 A
5	18,00	3	2,47 A

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	84,58	5	16,92	0,59	0,7059
productos	42,81	1	42,81	1,50	0,2440
dosis	3,39	2	1,70	0,06	0,9425
productos*dosis	38,37	2	19,18	0,67	0,5285
Error	342,16	12	28,51		
Total	426,74	17			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,48451**

Error: 28,5134 gl: 12

productos Medias n E.E.

P1 22,58 9 1,78 A

P2 19,49 9 1,78 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=8,22484**

Error: 28,5134 gl: 12

dosis Medias n E.E.

D2 21,46 6 2,18 A

D1 21,20 6 2,18 A

D3 20,44 6 2,18 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=14,64464**

Error: 28,5134 gl: 12

productos dosis Medias n E.E.

P1 D1 24,80 3 3,08 A

P1 D2 21,80 3 3,08 A

P1 D3 21,13 3 3,08 A

P2 D2 21,13 3 3,08 A

P2 D3 19,75 3 3,08 A

P2 D1 17,61 3 3,08 A

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Ren t/ha	21	0,53	0,22	20,68

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	252,63	8	31,58	1,72	0,1906
Tratamientos	242,72	6	40,45	2,21	0,1145
Repeticiones	9,90	2	4,95	0,27	0,7677
Error	219,89	12	18,32		
Total	472,52	20			

**Contrastes**

Tratamientos	Contraste	E.E.	SC	gl	CM	F	p-valor
Testigo	vs resto	13,95	16,02	13,91	1	13,91	0,76
Total				13,91	1	13,91	0,76

**Coefficientes de los contrastes**

Tratamientos	Ct.1
1	1,00
2	1,00
3	1,00
4	1,00
5	1,00
6	1,00
7	-6,00

**Tabla 10.** Cálculo del rendimiento utilizando los pesos promedios.

T	Repeticiones	productos	dosis	Peso				
				Plantas/ parcela	Plantas/ ha	promedio/ planta (gr)	Peso por ha/kg	Ren t/ha
1	1	P1	D1	30	41666	591,33	24638,49	24,64
1	2	P1	D2	30	41666	758,67	31610,61	31,61
1	3	P1	D3	30	41666	720,33	30013,41	30,01
2	1	P1	D1	30	41666	526,67	21944,09	21,94
2	2	P1	D2	30	41666	411,67	17152,50	17,15
2	3	P1	D3	30	41666	404,33	16846,95	16,85
3	1	P1	D1	30	41666	667,67	27819,00	27,82
3	2	P1	D2	30	41666	399,33	16638,62	16,64
3	3	P1	D3	30	41666	397,00	16541,40	16,54
4	1	P2	D1	30	41666	515,67	21485,77	21,49
4	2	P2	D2	30	41666	411,33	17138,61	17,14
4	3	P2	D3	30	41666	521,67	21735,76	21,74
5	1	P2	D1	30	41666	362,00	15083,09	15,08
5	2	P2	D2	30	41666	526,00	21916,32	21,92
5	3	P2	D3	30	41666	408,00	16999,73	17,00
6	1	P2	D1	30	41666	390,00	16249,74	16,25
6	2	P2	D2	30	41666	583,67	24319,06	24,32
6	3	P2	D3	30	41666	492,00	20499,67	20,50
7	1			30	41666	559,33	23305,18	23,31
7	2			30	41666	400,00	16666,40	16,67
7	3			30	41666	387,67	16152,52	16,15

**Tabla 11.** Resultados de las variables de estudio

Productos	Dosis	Días a la cosecha		Diámetro del repollo		Altura de la planta	Masa del repollo		Longitud de raíz		Rendimiento		
1	1,5 ml	73	a	139,58	a	18,07	ab	690,11	a	16,14	ab	28,75	a
1	2,5 ml	73	a	124,23	abc	19,78	a	447,56	a	14,57	b	18,65	a
1	3,5 ml	73	a	125,61	abc	19,47	a	488,00	a	13,52	b	20,33	a
2	1,5 ml	73	a	122,02	abc	19,13	a	482,89	a	14,24	b	20,12	a
2	2,5 ml	73	a	110,33	c	17,61	ab	432,00	a	13,50	b	18,00	a
2	3,5 ml	73	a	129,28	ab	15,73	b	488,56	a	17,43	a	20,36	a
Testigo		73	a	117,39	bc	15,94	bc	499,00	a	14,34	b	18,71	a
Promedio				124,06		17,96		504,02		14,82		20,70	
E.E				3,57		0,68		59,31		0,56		2,47	
p-valor				0,0028		0,0046		0,1144		0,0028		0,1145	
CV (%)				4,99		5,75		20,67		6,59		20,68	