



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS

NATURALES

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**EFEECTO DE BIORREGULADORES SOBRE EL CRECIMIENTO Y
RENDIMIENTO DE LECHUGA CRESPA (*Lactuca sativa*)**

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

Agrónomo/a

AUTORES:

Caballero Tapia Kevin Renan

Muylema León Limber Freddy

TUTOR:

Ing. Jonathan Bismar López Bósquez Mgs.

**LA MANÁ-ECUADOR
AGOSTO-2023**

DECLARACION DE AUTORIA

Nosotros, Caballero Tapia Kevin Renan y Muylema León Limber Freddy declaramos ser los autores del presente proyecto de investigación: “EFECTO DE BIORREGULADORES SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE LECHUGA CRESPA (*Lactuca sativa*)” siendo el Ing. Jonathan Bismar López Bósquez, Mgs tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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



Caballero Tapia Kevin Renan

C.I. 0503607632



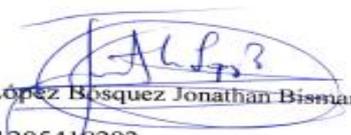
Muylema León Limber Freddy

C.I 1205444241

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACION

En calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el título: “EFECTO DE BIORREGULADORES SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE LECHUGA CRESPA (*Lactuca sativa*)” de los señores Caballero Tapia Kevin Renan y Muylema León Limber Freddy, de la Carrera de Agronomía, considero que dicho informe Investigativo cumple con los requisitos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyectos que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, julio 2023



Ing. López Bosquez Jonathan Bismar Mgs.
C.I.: 1205419292
TUTOR

APROBACION DEL TRIBUNAL DE TITULACION

En calidad de Tribuna de Lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las especificaciones reglamentaria emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, por lo cuanto las postulantes: Caballero Tapia Kevin Renan y Muylema León Limber Freddy con el título de Proyecto de Investigación; “EFECTO DE BIORREGULADORES SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE LECHUGA CRESPA (*Lactuca sativa*)” han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación del Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, 4 de Agosto del 2023

Para la constancia firman:


Ing. Pincay Ronquillo Wellington Jean M.Sc.
CI. 1206384586
LECTOR (PRESIDENTE)


Ing. Espinosa Cunuhay Kleber Augusto M.Sc.
CI. 0502612740
LECTOR 1 (MIEMBRO)


Ing. Quinatoa Lozada Eduardo Fabian M.Sc.
CI.1804011839
LECTOR 2 (SECRETARIO)

AGRADECIMIENTO

Nuestro más sincero agradecimiento va dirigido a ti Dios por bendecirnos para llegar hasta donde hemos llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado. Por darnos fortaleza necesaria para afrontar los infortunios que día a día se nos van presentado.

A todos los ingenieros quienes contribuyeron en la etapa de nuestra formación académica, orientándonos en el proceso de nuestro estudio para el cumplimiento de nuestras metas. De igual manera a mi tutor por compartir sus conocimientos y experiencia para el buen desarrollo de este trabajo investigativo. Y por último un agradecimiento muy especial a mi familia por brindarme el apoyo incondicional tanto sentimental, como económico en nuestra formación académica, creyó en nosotros en todo momento, logrando con ello que nuestro sueño se hiciera realidad.

Kevin

Limber

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mi madre, sin ella no lo hubiera logrado. Tu bendición a diario a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien, por eso te doy mi trabajo en ofrenda por tu paciencia y amor madre mía. Te Amo.

Limber

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis a mis padres y a mis hermanos porque ellos han dado razón a mi vida, por sus consejos, su apoyo incondicional, su paciencia y valores lo cual me ha ayudado a seguir adelante en los momentos difíciles.

Kevin

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: “EFECTO DE BIORREGULADORES SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE LECHUGA CRESPA (*Lactuca sativa*)”

Autores:

Caballero Tapia Kevin Renan

Muylema León Limber Freddy

RESUMEN

El proyecto de investigación se lo realizo en el Recinto el Progreso, en el Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi, el experimento tuvo una duración de 60 días. El objetivo de la investigación eseEvaluar el efecto de biorreguladores sobre el crecimiento y rendimiento de lechuga crespa (*Lactuca sativa*). En la investigación se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con cinco tratamientos y cinco repeticiones, conformando un total de veinte y cinco unidades experimentales con las siguientes variables: altura de planta (cm), número de hojas (unidad), largo de la hoja (cm), ancho de la hoja (cm), diámetro ecuatorial del repollo, peso neto de planta (g), peso neto de parcela (kg), rendimiento (kg/ha). En la investigación el mejor rendimiento lo obtuvo el tratamiento brasinoesteroides con un valor de 18933,33 kg/ha, lo que indica que los brasinoesteroides son una alternativa fiable para la producción de lechuga crespa. Se determinó que todos los biorreguladores son recomendados en lo que respecta al eje económico en el cultivo de lechuga, puesto que todos nos dan un gran beneficio neto, convirtiéndolo en apto económicamente para los agricultores, cabe mencionar que la giberelina fue la que mayor ingreso neto obtuvo con \$19,81.

Palabras clave: biorregulador, brasinoesteroides, neto, giberelina, rendimiento.

ABSTRACT

The research project was carried out at the El Progreso Campus, in the Pujilí Canton, Cotopaxi Province, the experiment lasted 60 days. The objective of the research is to evaluate the effect of bioregulators on the growth and yield of crisp lettuce (*Lactuca sativa*). In the investigation, a completely randomized block design (DBCA) was used, with five treatments and five repetitions, making up a total of twenty-five experimental units with the following variables: plant height (cm), number of leaves (unit) , leaf length (cm), leaf width (cm), cabbage equatorial diameter, plant net weight (g), plot net weight (kg), yield (kg/ha). In the investigation, the best performance was obtained by the brassinosteroids treatment with a value of 18933.33 kg/ha, which indicates that brassinosteroids are a reliable alternative for the production of crisp lettuce. It was determined that all the bioregulators are recommended with regard to the economic axis in lettuce cultivation, since they all give us a great net benefit, making it economically suitable for farmers, it is worth mentioning that gibberellin was the one with the highest net income. obtained with \$19.81.

Keywords: bioregulator, brassinosteroids, net, gibberellin, yield.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACION DE AUTORIA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACION	iii
APROBACION DEL TRIBUNAL DE TITULACION.....	iv
<i>AGRADECIMIENTO</i>	v
<i>DEDICATORIA</i>	vi
<i>DEDICATORIA</i>	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	4
4.1. Beneficiarios directos	4
4.2. Beneficiarios indirectos	4
5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS	6
6.1. Objetivo General.....	6
6.2. Objetivo Especifico	6
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	7
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	8
8.1. Importancia.....	8
8.2. Origen y generalidades	9
8.3. Morfología de la lechuga.....	9
8.4. Taxonomía.....	10
8.5. Condiciones edafoclimáticas	10

8.6. Requerimientos nutricionales	11
8.7. Manejo del cultivo	12
8.8. Plagas y enfermedades en el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>)	14
8.9. Biorreguladores	15
8.9.1. Auxinas	16
8.9.2. Giberelinas.....	17
8.9.3. Citoquininas.....	18
8.9.4. Brasinoesteroides.....	19
8.10. Antecedentes Investigativos	19
9. HIPÓTESIS	20
10. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	21
10.1. Ubicación del experimento	21
10.2. Tipos de investigación	21
10.2.1. Investigación documental	21
10.2.2. Investigación Experimental	21
10.2.3. Investigación Descriptiva	21
10.3. Técnicas	21
10.4. Materiales y equipos.....	22
10.4.1. Características de los biorreguladores utilizados en la investigación.....	22
10.5. Esquema del experimento.....	23
10.6. Diseño experimental	24
10.7. Esquema de análisis de varianza	24
10.8. Manejo del experimento	24
10.8.1. Limpieza y preparación del terreno	24
10.8.2. Diseño de parcelas	24
10.8.3. Trasplante	25
10.8.4. Control de malezas y control de plagas	25

10.8.5. Riego.....	25
10.8.6. Aplicación de bioestimulantes y toma de datos.....	25
10.9. Variables evaluadas	26
10.9.1. Altura de planta (cm).....	26
10.9.2. Número de hojas (unidad)	26
10.9.3. Largo de hoja (cm)	26
10.9.4. Ancho de hoja (cm)	26
10.9.5. Diámetro ecuatorial de repollo	26
10.9.6. Peso neto de planta (g).....	26
10.9.7. Rendimiento (kg/ha).....	27
10.10. Análisis económico.....	27
11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
11.1. Altura de planta	28
11.2. Número de hojas.....	29
11.3. Largo de hoja.....	30
11.4. Ancho de hoja.....	31
11.5. Diámetro ecuatorial del repollo	31
11.6. Peso neto de la planta	32
11.7. Rendimiento.....	33
12. ANÁLISIS DE COSTO DE PRODUCCIÓN	33
13. IMPACTOS	34
14. PRESUPUESTO.....	34
15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
16. BIBLIOGRAFÍA	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas entorno a los objetivos planteados.	7
Tabla 2. Taxonomía de la lechuga (<i>Lactuca sativa</i>).....	10
Tabla 3. Plagas del cultivo de lechuga	14
Tabla 4. Enfermedades del cultivo de lechuga	15
Tabla 5. Materiales y equipos.....	22
Tabla 6. Composición del biorregulador Allgrow.....	22
Tabla 7. Composición del biorregulador cytokin	23
Tabla 8. Composición del biorregulador New robust.....	23
Tabla 9. Composición del biorregulador Voltek-30.....	23
Tabla 10. Esquema del experimento.....	24
Tabla 11. Esquema de análisis de varianza.	24
Tabla 12. <i>Altura de planta en el efecto de biorreguladores sobre el crecimiento y rendimiento de lechuga crespa (Lactuca sativa).</i>	29
Tabla 13. <i>Número de hojas en el efecto de biorreguladores sobre el crecimiento y rendimiento de lechuga crespa (Lactuca sativa).</i>	30
Tabla 14. <i>Largo de hoja en el efecto de biorreguladores sobre el crecimiento y rendimiento de lechuga crespa (Lactuca sativa).</i>	30
Tabla 15. <i>Ancho de hoja en el efecto de biorreguladores sobre el crecimiento y rendimiento de lechuga crespa (Lactuca sativa).</i>	31
Tabla 16. <i>Diámetro ecuatorial del repollo en el efecto de biorreguladores sobre el crecimiento y rendimiento de lechuga crespa (Lactuca sativa).</i>	32
Tabla 17. <i>Peso neto de la planta en el efecto de biorreguladores sobre el crecimiento y rendimiento de lechuga crespa (Lactuca sativa).</i>	32
Tabla 18. <i>Rendimiento en el efecto de biorreguladores sobre el crecimiento y rendimiento de lechuga crespa (Lactuca sativa).</i>	33
Tabla 19. <i>Análisis de costo de producción en el efecto de biorreguladores sobre el crecimiento y rendimiento de lechuga crespa (Lactuca sativa).</i>	33
Tabla 20. Presupuesto.....	35

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Contrato de cesión no exclusiva de derecho de autor	46
Anexo 2. Currículum del tutor	49
Anexo 3. Currículum de los estudiantes.....	50
Anexo 4. Informe de antiplagio.....	52
Anexo 5. Aval de traducción del idioma ingles	53
Anexo 6. Fotografías de la investigación	54
Anexo 7. Croquis.....	55

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto:	Efecto de biorreguladores sobre el crecimiento y rendimiento de lechuga crespa (<i>Lactuca sativa</i>).
Fecha de inicio:	Abril del 2023
Fecha de finalización:	Agosto del 2023
Lugar de ejecución:	Cantón Pujilí
Facultad que auspicia:	Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales
Carrera que auspicia:	Agronomía
Proyecto de investigación:	Agricultura sostenible
Equipo de trabajo:	Caballero Tapia Kevin Renán Muylema León Limber Freddy Ing. Jonathan López Mgs Tutor del proyecto
Área de conocimiento:	Agricultura, silvicultura y pesca
Línea de investigación:	Producción agrícola sostenible

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En primera estancia, la lechuga (*Lactuca sativa*) es considerada una de las hortalizas de hoja más importante, es consumida principalmente por su consumo fresco, siendo una hortaliza conocida y cultivada en casi todos los países del mundo, entre los principales países tenemos a China, Estados Unidos, España, Italia, India, Francia Japón, Turquía y Reino Unido (García A. , 2011). El cultivo de lechuga es muy importante ya que es un cultivo de gran demanda, siendo unas de las principales especies dentro de las hortalizas de hoja, además, muchos de los agricultores la producen por su alta comercialización y por ser un cultivo de ciclo corto, se lo puede cultivar durante todo el año, también, aporta un alto contenido de vitaminas (Carguachi, 2022)

Por consiguiente, la agricultura es una de las actividades más importantes para el ser humano, por el aumento de la demanda de alimentos, se ha utilizado diferentes insumos agrícolas, dentro de ellos los reguladores de crecimiento, que son definidos como compuestos naturales que afectan los procesos metabólicos, logrando así mejorar la productividad y calidad de las cosechas (Ventura *et al.* 2020).

Es importante mencionar que los biorreguladores de crecimiento son utilizados para manejar algún evento fisiológico como la floración, crecimiento del fruto en las plantas, presentan una formulación que contienen moléculas que generalmente son fitohormonas, son definidas como con un grupo de sustancias orgánicas que son sintetizadas por las plantas (Bieto y Talón, 2008). Los reguladores de crecimiento presentan beneficios para el agricultor favoreciendo la calidad y cantidad de la producción, aumentando el tamaño de los frutos, ayudan al crecimiento celular, apoyan a la formación de nuevas raíces (Villego, 1988).

El proyecto de investigación denominado “Efecto de biorreguladores sobre el crecimiento y rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa*)” se lo llevo a cabo en el Recinto el Progreso perteneciente al Cantón Pujilí, para este estudio de campo se planteó un diseño de bloques completamente al azar, con 5 tratamientos incluido el testigo, con 5 repeticiones, en el que se estudiaron las siguientes variables agronómicas: altura de planta (cm), número de hojas (unidad), largo de la hoja (cm), ancho de la hoja (cm), diámetro ecuatorial del repollo, peso neto de planta (g), peso neto de parcela (kg), rendimiento (kg/ha).

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Las hortalizas según (Chisaguano y Vilca, 2022) son la base de la alimentación humana, dentro de ellas *L. sativa var. crispa o intybacea L.* comúnmente se las conoce como lechugas de hoja o de hoja crespa, de corte o de mata o francesa, presentan cogollos firmes de hojas resistentes al daño mecánico y tolerante al transporte a largas distancias, no forman cabezas, tienen hojas anchas con margen muy recortado, sueltas y dispersas. La lechuga al ser un cultivo que presenta una constante demanda, los consumidores prefieren un producto de alta calidad, teniendo una regulación fitosanitaria tanto nacional como internacional (Suárez, 2013).

En el Ecuador la producción de hortalizas ha aumentado sus rendimientos significativamente con 7.5 tn/ha, así como el incremento de su consumo por parte de la población, es importante conocer los rendimientos de los diferentes cultivares en las distintas épocas del año y zonas productoras (Mera et al. 2019). La lechuga es considerada como una de las plantas de mayor importancia dentro de las hortalizas ya que su consumo en gran parte se lo hace en fresco (Granada y Prada, 2016).

Durante los últimos años la producción de hortalizas ha progresado de manera significativa con un incremento de 4,2% en las exportaciones, presentando productos de buena calidad, por lo que se ha ido incrementando la superficie cultivada en la Sierra con el 65%, la Costa con el 32% y en Amazonia el 3%, esto debido a la introducción de nuevos cultivares, por lo que es importante determinar la producción y rendimiento de los nuevos cultivares en diferentes épocas de siembra y con distintos sistemas de producción, así como estudios que están inclinados en la producción orgánica, con el uso de repelentes y fertilizantes que no causen impacto negativo en el medio ambiente, por lo que el cultivo orgánico cada vez cobra mayor importancia (León J. , 2015). En Ecuador existen de entre siete u ocho variedades de lechugas, pero solo la lechuga criolla es la que más aceptación tiene en el mercado con un 70% y las variedades que son más utilizadas en sistemas hidropónico son Great Lakes 188, Great Lakes 659 y Calmar (Yance M. , 2012).

El biorregulador es un compuesto orgánico que modifica los procesos morfológicos y fisiológicos de las plantas cuando son aplicados en concentraciones pequeñas (Castro et al. 2009). Los biorreguladores presentan una formulación que contienen compuestos hormonales, cuya acción es definida para cada evento o proceso fisiológico.

En ese contexto, en la presente investigación se plantea el estudio del efecto de biorreguladores sobre el crecimiento y rendimiento de lechuga crespa (*Lactuca sativa*), con el fin obtener una alternativa que permita la producción de esta hortaliza y así mismo permitir a los agricultores tener opciones para reducir los costos de producción, mejorando la calidad de la producción y presentando un producto inocuo al consumidor final.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1. Beneficiarios directos

Al final de la investigación los beneficiarios directos son las familias que viven en la zona, son quienes aprovecharán las técnicas que se pondrán en práctica, teniendo así más alternativas para la producción de lechuga, con lo que tendrán un ingreso económico extra y adquiriendo más conocimientos sobre el uso de los biorreguladores.

4.2. Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos son los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, ya que por este medio obtendrán conocimientos, además de ganar experiencia laboral sobre el uso de biorreguladores y su influencia sobre el desarrollo de los cultivos.

5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

En los últimos años el precio de los alimentos a nivel mundial, la agricultura ha venido sufriendo grandes pérdidas tanto en producción como en desarrollo de los cultivos debido al mal uso de agua y la indiscriminada aplicación de agroquímicos y prácticas de cultivo convencional alrededor de todo el mundo, desestabilizando en cierto porcentaje las tierras cultivables (Chisaguano y Maigua, 2022). La respuesta internacional por la crisis alimentaria varía en cuanto a su eficacia, tomando medidas de ayudas humanitarias y en algunos países e instituciones han comenzado a efectuar inversiones en la producción agrícola, aunque también requiere mayor inversión para satisfacer la demanda mundial de alimentos (García, 2023).

El paradigma actual en la agricultura es intensificar los sistemas de producción, para lograr esto se requieren conocimientos más profundos de la agricultura orgánica con el fin de aprovechar el cultivo de lechuga de una manera más racional y óptima, y lograr un rendimiento sustentable, los productores contarán con la información que proporciona este estudio como consulta para tomar decisiones mejor sustentadas de manejo, el cultivo de lechuga crespa (*Lactuca sativa*) es

reconocido a nivel nacional en el Ecuador, y es uno de los cultivos con mayor demanda en la alimentación, es ampliamente cultivado en base al uso de insumos químicos, con valores altos de producción, con una rentabilidad mínima, y muy pocas alternativas para su desarrollo, control de plagas y enfermedades consecuentemente (Burgos, 2015).

Es importante destacar que los insumos químicos presentes en los alimentos son a menudo consecuencia de la contaminación ambiental, que llegan a través del agua, aire, suelo, agravándose con el uso de pesticidas, productos químicos, viéndose afectada la salud humana, Por otra parte, al acumularse los residuos generan toxicidad en las plantas y como consecuencia de este proceso la fauna silvestre también se ve afectada, al igual que las fuentes de agua (Ramírez M. , 2018). En muchas zonas del Ecuador los agricultores utilizan exceso de productos químicos para la producción de alimento, estos son utilizados por su efecto inmediato, pero la mayoría de los agricultores no son conscientes de los daños que ocasionan al suelo y a los consumidores ya que el objetivo de ellos es producir en abundancia con el objetivo de enriquecerse, por otro lado, también afecta la falta de estudios en las diferentes zonas del Ecuador sobre la utilización de productor orgánicos, el cultivo lechuga es fuente de alimento e ingresos para las familias campesinas, Ecuador cuenta con 1.145 hectáreas de lechuga con un rendimiento promedio de 7.928 (kg/ha) y la provincia de Cotacachi cuenta con una producción de 481 hectáreas (Chisaguano y Vilca, 2022).

Por lo ya mencionado se puede decir que los biorreguladores juegan un papel importante en la agricultura ya que benefician a las plantas mediante la estimulación de los procesos metabólicos, mejorando su capacidad de asimilación de los nutrientes, lo que favorece al desarrollo de la cosecha, lo que impulsa a tener una agricultura más sostenible, contribuyendo a la reducción de los fertilizantes químicos (Valverde, 2021).

En el Cantón Pujilí, se produce la lechuga crespa para el consumo de los pobladores y de la misma manera se exporta, pero sin embargo la aplicación de biorreguladores representa una alternativa de ayudando a prevenir la caída de las hojas, mejora la formación de raíces, aumentando así su calidad y productividad del cultivo mejorando significativamente el rendimiento.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto de biorreguladores sobre el crecimiento y rendimiento de lechuga crespa (*Lactuca sativa*).

6.2. Objetivo Especifico

- Identificar las diferencias sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) con la aplicación de biorreguladores.
- Determinar el efecto de los biorreguladores en el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*)
- Realizar un análisis de costo de producción con los distintos biorregulador utilizados en el cultivo.

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

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas entorno a los objetivos planteados.

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS	MÉTODO DE VERIFICACIÓN
Identificar las diferencias sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) con la aplicación de biorreguladores	*Registro del progreso vegetativo de las plántulas en estudio *Instalación del experimento	*Datos experimentales en relación a las variables estudiadas. *Altura de planta, número de hojas, ancho y altura de hoja.	*Cuaderno de campo *Datos de campo *Fotografías
Determinar el efecto de los biorreguladores en el rendimiento del cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>)	*Cosecha por tratamiento en estudio. *Registro de variables	*Peso en gramos de la producción de las lechugas en la cosecha. *Peso neto de la parcela, diámetro del repollo, y rendimiento.	*Datos de rendimiento *Datos en Excel *Análisis estadístico
Realizar un análisis de costo de producción con los distintos biorregulador utilizados en el cultivo.	*Determinación de costos de producción del cultivo de lechuga, así como su rentabilidad y relación beneficio costo.	*Relación de B/C de ingresos *Rendimiento *Costos de producción.	*Cálculo del análisis económico. *Relación beneficio costo.

Elaborado por: Caballero & Muylema (2023)

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. Importancia

El cultivo de lechuga a nivel mundial tuvo una producción de 27,660,187 toneladas, con una superficie cosechada de 1,226,370 hectáreas, por lo que el rendimiento promedio fue aproximadamente de 22.6 toneladas por hectáreas para el año 2020, siendo el principal productor China con un total de 14,318,667 toneladas (51.8%), seguido de Estados Unidos con un 4,402,375 toneladas (15.9%) y India con 1,121,379 toneladas (4.1%), por lo que representan el 71.7 % de la producción mundial. (Olmo, 2022). La lechuga crespa (*L. sativa var. crispa o intybacea L*), es generalmente conocida como la lechuga de hoja, u hoja crespa, de corte o francesa, presentando una formación en su cogollo firme, con hojas resistentes conforme al daño mecánico y de igual manera tolerante a los transportes a las largas distancias, esta especie de lechuga no forman cabezas, es decir, solo tienen hojas unitarias, son anchas con un margen recortado, sueltas y de cierta forma dispersas (Chisaguano y Maigua, 2022).

En Ecuador la producción de hortalizas se está proyectando con éxito en los mercados locales como en los grandes mercados internacionales, por este motivo los agricultores incursionan en este importante renglón productivo, la lechuga es considerada especial dentro del mercado gourmet, debido a la gran aceptación, que se ha venido convirtiendo prácticamente en un requerimiento para el mercado, en el país en los últimos años se ha cultivado bajo invernadero para ser exportado, abriéndose mercados con buen potencial en las épocas de venta comercial. En Ecuador existen 1.145 ha cultivadas de lechugas presentando un rendimiento de 7.928 kg/ha, de toda la producción total el 70% es lechuga criolla, el otro 30% se cultivan variedades como la roja, romana o la salad. Las principales provincias productoras son Cotopaxi con 481 ha, Tungurahua con 325 ha y Carchi 96 ha, aunque en el país se cultivan entre siete u ocho variedades, solo una se lleva el 70% del mercado, siendo la lechuga criolla o repollo la más aceptada por los ecuatorianos (Yance & Rendón , 2012).

La lechuga es un cultivo anual con un ciclo de producción que puede ser de 35 y 120 días dependiendo del cultivar utilizado, la estación y el sistema de cultivo empleado, la lechuga tiene un periodo de crecimiento relativamente corto, los sistemas que se utilizan para la implementación del cultivo son: en campo, bajo invernadero, y en sistema hidropónicos, cuando la producción se realiza en condiciones más controladas se logra un producto más suave y delicado. El cultivo de lechuga se desarrolla mejor en climas templados o frescos con

temperaturas mensuales de entre 13 y 18 °C, el pH óptimo es de entre 6 a 7.5, siendo un cultivo que soporta suelos con altos niveles de sales, con esto aumenta la sensibilidad a altas temperaturas reduciendo el daño que producen (Aguero, 2011).

8.2. Origen y generalidades

Según Casseres (1980), el cultivo de lechuga fue domesticado desde hace aproximadamente hace unos 2500 años, su origen se encuentra en las regiones templadas de Europa, Asia, y América del Norte. El cultivo inicio con los egipcios donde la producían mediante semillas y fue representada como una planta sagrada de Min, que significa dios de la reproducción, existen registros del año 50, donde el escritor romano que trataba los temas rurales y agrícolas Columela escribió sobre las diversas variedades que existían de lechugas, donde, fue tal la importancia del cultivo que hasta el día de hoy existe la llamada lechuga romana, siendo de gran importancia.

8.3. Morfología de la lechuga

El cultivo de lechuga es una planta herbácea y anual, las hojas son el principal órgano que se consume de la lechuga son las hojas, la cuales son brillantes, de color verde o rojo, principalmente se consume en fresco, el cultivo tiene una duración de 50 a 60 días en variedades tempranas y de 70 a 80 días para las variedades tardías, desde que se realiza la siembra hasta la cosecha (Chacha , 2022).

Las hojas son de forma lanceoladas, oblongas o redondeadas, las cuales están en forma de roseta, en algunos casos se mantienen en esa forma por todo su desarrollo y en otros se acogollan más tarde. Los limbos son lisos, ondulados lo cual depende la variedad que se cultive, presentan un color verde amarillento, claro u oscuro, también depende del tipo y el cultivar a utilizar (Pastuña, S.f.).

La disposición de las hojas en el tallo es variable, en algunas de las especies se mantienen las hojas desplegadas y abiertas, llegado el momento el desarrollo de las hojas se expresan en forma de una cabeza o cogollo más o menos consistente y apretada. La madurez se basa en el número de hojas y el desarrollo de la cabeza, una lechuga que presenta un óptimo de firmeza y alrededor de 35 hojas se considera que el cultivo alcanzo el estado de madurez (Cantwell & Suslow, 2005).

La lechuga no presenta tallos tan notorios, de forma cilíndrica, es el lugar donde presenta una roseta de hojas, la cual varía en tamaño, forma y color según la variedad del cultivo, siendo una parte de la planta que no es consumida para la dieta humana, pero si es utilizada para la alimentación de animales (Saavedra, 2017).

La lechuga es una planta anual autógama que posee una raíz pivotante, gruesa en la corona, que se va adelgazando mientras va más profundo, pudiendo llegar a medir hasta 60 cm de profundidad. La mayor densidad de raíces laterales siempre se mantiene cerca de la superficie, por lo tanto, la mayor absorción de agua y nutrientes ocurre en los niveles superiores del suelo (Jackson, 2006).

8.4. Taxonomía

La taxonomía del cultivo de pepino es la siguiente:

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

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Dicotiledónea
Orden	Asterales
Familia	Compuestas o Asteráceas
Género	<i>Lactuca</i>
Especie	<i>sativa</i>

Fuente: (Fernandez, 1992)

8.5. Condiciones edafoclimáticas

La temperatura óptima que requieren las semillas para germinar oscila entre 20 y 26 °C, con temperaturas óptimas de 24 °C. En la fase de crecimiento el cultivo necesita temperaturas de entre 14 y 18 °C, como máxima 24° y mínima de 7 °C, por lo tanto, la lechuga necesita temperaturas diferentes tanto para el día como la noche para poder formar la cabeza. Cuando exista temperaturas que estén por debajo de 7 °C en un periodo de 10 a 30 días presentara una emisión prematura de los tallos florales. Temperaturas altas por encima de 24 °C aceleran el desarrollo del tallo floral y la calidad de la lechuga se ve afectada de inmediato con el calor, por lo que el látex se acumula en los tejidos (Vásquez & Lobo, 2015)

El sistema radicular de esta hortaliza es reducido en comparación con el sistema aéreo, por lo cual no soporta la falta de humedad, no es un cultivo que soporte a la exposición de la sequía

por rápida que sea. Una humedad óptima para la lechuga esta entre el 60% al 80%, por lo tanto, si existe una humedad alta esto provocaría el ataque de enfermedades. Problemas que se presentan en este cultivo es que, si se lo realiza en invernadero, incrementa la humedad ambiental, por lo que es recomendable cultivarlo al aire libre cuando las condiciones climáticas lo permitan

Según Valadez (1997), el cultivo de lechuga es una planta anual que tiene baja condiciones en fotoperiodos largos, más de 12 h/luz, en cuanto al cultivo es muy exigente en cuanto a la luminosidad para así tenga un mejor desarrollo del follaje, peso y calidad, debido a que estas plantas son exigentes a la luz ya que sin la presencia de la misma hacen que las hojas sean más delgadas, y que sus cabezas sean más flojas y no se compacten bien, por lo tanto, no se recomienda sembrar en épocas de invierno, cuando haya alta nubosidad y poca radiación solar.

La lechuga es una planta que se adapta a cualquier tipo de suelo, menos a los que presentan problemas por encharcamiento, siendo los más idóneos los que presenten rica materia orgánica, ligeros y que tengan un buen drenaje (Holle & Montes, 1985).

Lo suelos que prefiere el cultivo de lechuga son ligeros, arenoso-limoso, que presenten un buen drenaje, con un pH óptimo de 5,2 a 5,8 en suelos orgánicos y 5,5 a 6,7 en suelos de origen mineral. Es un cultivo que no soporta la sequía, aunque la superficie del suelo tiene que estar seca para evitar la aparición de podredumbre (Angulo, 2021).

8.6. Requerimientos nutricionales

La extracción de nutrientes para la lechuga cuyos rendimientos son aproximadamente de 45t/ha, 100kg de Nitrógeno/ha, 50 kg/ha de fósforo, 250 kg/ha de potasio, 51 kg/ha de calcio y 22 kg/ha de magnesio, por lo que se necesita equilibrar las posibles carencias que existan en el cultivo. También, es exigente en molibdeno durante la primera etapa de desarrollo, la materia orgánica presenta el 5% de nitrógeno total, esto sirve como un depósito para que este elemento se conserve, el nitrógeno aporta a que la planta crezca, hace que las hojas y el tallo se formen y desarrollen, también aportan para que las hojas tengan una coloración verde, además, la materia orgánica contiene otros elementos que son primordiales para el desarrollo de la planta denominados macronutrientes como el azufre, magnesio y los elementos que la planta los requiere en menos proporción denominados micronutrientes (Guangasig, 2022).

8.7. Manejo del cultivo

Según Vallejo & Estrada (2004), dicen que se puede realizar una siembra directa o por trasplante, aunque la siembra directa no se la recomienda debido a la competencia de las malezas y al ataque de enfermedades. La multiplicación de esta hortaliza debe ser siempre en cepellón, es decir, que se lleva la planta con una cierta cantidad de tierra en sus raíces para ser trasplantada, esto se obtiene en semilleros. La temperatura que es recomendable para la germinación es de 15 y 20 °C, otro motivo por el cual no se recomienda la siembra directa es que las semillas de lechuga no germinan en temperaturas por debajo de 3 a 5 °C en el suelo, ni por encima de 25 a 30 °C. La temperatura óptima que debe estar el semillero debe ser de 15°C en el día y 19 °C por la noche, una buena producción de plántula es el éxito para lograr tener un buen cultivo, ya que el crecimiento y producción es afecto por la calidad de las plántulas que son llevadas al campo.

El trasplante se lo realiza una vez que las plantas presentes sus hojas verdaderas, un día antes de la siembra se satura el suelo con agua para la siembra, en el caso de las lechugas crespas al ser pequeñas no requieren una profundidad de siembra más de 0.06 m, al momento de ya haber trasplantado es recomendable compactar un poco la tierra alrededor de la planta (Chisaguano & Maigua, 2022).

Según Pinzón *et al.* (1993), la distancia de la plantación depende de la variedad que se va utilizar, en variedades pequeñas se puede plantar 18 plantas por metro cuadrado, se siembra en eras o llano a distancias de 25 cm por 25 cm o en caballón a una distancia de 50 cm y en hileras separadas en 25 cm entre sí. La siembra en caballón es recomendada si en el terreno existen los riegos de exceso de humedad, esto con el fin de evitar ataques de enfermedades. La siembra que más se utiliza en lechuga es de 35 a 40 cm entre plantas y 40 cm entre surcos, cuando se siembra a una distancia de 40 x 40 cm se tiene una población de 56100 plantas/ha. Para lechugas foliares se utiliza una distancia de siembra de 20 y 30 cm entre plantas igual que en los surcos.

Para Gutiérrez (2018), la maleza es un componente propio de los agroecosistemas, la maleza aparece con frecuencia, donde menos se lo espera, interfiriendo con los cultivos, esto ocasiona que haya una disminución en el rendimiento y calidad de las cosechas. El control de maleza es primordial, pero no todos los productores le dan la importancia que se merece, esto se da por el desconocimiento de cómo combatirlos y también porque no saben del problema que presenta para el cultivo, principalmente la maleza compite por recursos, agua, nutrientes, etc., cuando

existe una gran cantidad de malezas esto crea microclimas que favorecen al desarrollo de plagas y enfermedades.

Las plantas de lechuga presentan un sistema de raíces poco profundas, por lo que el riego se lo realiza en secciones pequeñas, pero se lo debe realizar con más frecuencia, en los meses de verano se debe regar todos los días, si no son regadas en esas épocas las hojas pueden presentar un sabor amargo, la mayoría de los agricultores tienen un sistema de riego por goteo o por aspersión, lo que les beneficia para mantener un suelo húmedo, por lo que se recomienda realizar el riego en las mañanas, es primordial evitar el exceso de riego para que no haya presencia de enfermedades y podredumbre de la raíz, por lo que un estado de humedad adecuado servirá para que el cultivo de lechuga se desarrolle de la mejor manera (Wikifarmer, 2019). La cosecha se la realiza de forma manual, cuando las plantas alcanzaron su madurez fisiológica, se cortan las plantas al nivel del cuello, esto se lo realiza en las primeras horas de la mañana, luego se extraen las hojas que se encuentran en el exterior quedando libre las hojas del centro (Guangasig, 2022).

Para Jaramillo *et al.* (1998), la calidad del producto depende de la cosecha, estimando que el manejo que se le de a la cosecha incide entre un 10 y 20% sobre la calidad comercial de la lechuga, se debe evitar causar daños mecánicos a los productos, ya sea golpes, presión al producto, cortaduras, entre otro. Para el almacenamiento de la lechuga es necesario el preenfriamiento con una temperatura de 2 °C, con una conservación de 0-1°C y una humedad alta. Es necesario cubrir las piezas con plástico para así evitar que se deshidraten, los métodos más adecuados son el enfriamiento por vacío, aire forzado húmedo y el enfriamiento por agua, el más recomendable es el de vacío que se hace cuando la lechuga esta envasada (Hortalizas, S.f)

En la agricultura los reguladores de crecimiento en su mayoría son utilizados para provocar retraso en la senescencia de flores y hortalizas de hoja, conservando así por más tiempo el color verde, también ayudan a mejorar la calidad en la producción y ayudan a la formación de las raíces (Sánchez , 2015).

8.8. Plagas y enfermedades en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*)

En la tabla 3 se encuentran las plagas que afectan al cultivo de lechuga consecuentemente:

Tabla 3. Plagas del cultivo de lechuga

Plaga	Nombre científico	Daño	Control
Pulgón de la lechuga	<i>Nasonovia ribisnigri</i>	Contamina, infecta y trasmite varios virus, atacando a la planta desde dentro hacia fuera. En las hojas se presenta encarrujamiento.	*Desmalezar *Uso de manta térmica *Instalación de trampas
Mosca minadora de la lechuga	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	Formas de picaduras en las hojas, disminución de la capacidad de realizar fotosíntesis.	*Eliminar los restos vegetales una vez se realiza la recolección para evitar que se proliferen.
Mosca blanca	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Absorben la savia de las hojas, afectando fisiología de la planta, lo que provoca la disminución de la cosecha.	*Utilizar trampas cromáticas *No asociar cultivos *Eliminar la maleza que sirve como hospedero
Gusano trozador	<i>Agrotis ipsilon</i>	Se alimentan de la base de las plantas, causando daños en los tejidos en desarrollo.	*Control de la maleza *Uso de trampas luz *Enterrar los residuos vegetales

Elaborado por: Caballero & Muylema (2023)

Fuente: (Convención Internacional de Protección Fitosanitaria [CIPF], 2016).

En la tabla 4 se encuentran las enfermedades que afectan al cultivo de lechuga:

Tabla 4. Enfermedades del cultivo de lechuga

Enfermedades	Nombre científico	Daños	Control
Pudrición blanca en la lechuga	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Destruye la corona de la planta y se pudre hasta que la planta colapse.	*Rotación de cultivos *Evitar el riego excesivo *Aplicar fungicidas
Antracnosis	<i>Marssonina panattoniana</i>	Provoca lesiones que provocan en la nervadura de las hojas, formando manchas circulares	*Utilizar semillas sanas libres de algún patógeno *Realizar rotación de cultivos
Mildiu vellosa	<i>Bremia lactucae</i>	Afecta a los tejidos jóvenes, hojas, tallos, en las hojas se presentan manchas irregulares	*Adecuado manejo cultural *Remover material infectado
Septoriosis	<i>Septoria lactucae</i>	Afecta primero a hojas viejas, produce manchas en la parte inferior de las hojas de lechuga	*Control de humedad *Limpieza de la maleza *Utilizar fungicidas
Pudrición	<i>Rhizoctonia solani</i>	Descomposición de los tallos presentando lesiones marrones, lo que limita el movimiento del agua y nutrientes	*Eliminar plantas enfermas *Evitar estrés en las plantas *Buen espacio entre plantas

Elaborado por: Caballero & Muylema (2023)

Fuente: (Convención Internacional de Protección Fitosanitaria [CIPF], 2016).

8.9. Biorreguladores

Los biorreguladores son el proceso mediante el cual se puede manejar los eventos fisiológicos en las plantas, por lo tanto, los biorreguladores son aquellos que presentan una formulación que contienen moléculas para la expresión de un cierto proceso denominado fitohormona. Dentro del grupo de hormonas encontramos el grupo de hormonas vegetales o fitohormonas que regulan las actividades y las funciones de las plantas como es el crecimiento y el desarrollo,

cabe mencionar que cada uno de ellos tiene las funciones establecido, por lo que si existe la presencia o ausencia de algunas de estas determinara el proceso fisiológico que sucederá en la planta, donde tenemos como ejemplo, germinación, crecimiento, formación de flore, la fructificación, maduración y llenado de frutos (García B. , 2011).

Por lo tanto, en cada proceso fisiológico que lleva a cabo una planta es regulado mediante la fitohormona, el cual actuara a favor o en contra del mismo, por lo que al momento de aplicarlo toca asegurarse que sea un éxito o un fracaso de todo el sistema de producción (Bieto & Talón, 2015).

Por otra parte, estudios han demostrado la eficacia del uso de biorreguladores en cítricos cultivados *in vitro*, siendo los principales frutales del mundo de gran impacto para la sociedad, es una alternativa para mejorar las plantas de interés económico por medio de embriogénesis somática, en el caso de los biorreguladores se han estudiado los análogos de brasinoesteroides, en sustitución de las auxinas y citoquininas, con eso se busca conocer la efectividad de los procesos morfogénéticos y así estudiar posible estabilidad genética de los cultivos (Hernández *et al.* (2010).

Según Diaz (2017), menciona que dentro de las fitohormonas existen 5 grupos que son los de mayor importancia por los efectos que ejercen en la regulación de crecimiento y el desarrollo de las plantas en los que tenemos las auxinas, citoquininas, giberelinas entre otras.

En cada grupo de hormonas existen varios compuestos que aun entre ellos existen diferencias debido a la composición química que tienen o debido a la bioactividad que generan en las plantas, con lo que se lo denomina octanaje, que es la capacidad que tienen los biorreguladores para cumplir sus funciones en las plantas, es decir, que mientras la hormona tenga más octanaje de algún biorregulador sus efectos serán más específicos que los biorreguladores que presentan menor octanaje (Montenegro, 2007).

8.9.1. Auxinas

Es un grupo de hormonas cuyo nombre proviene del término griego que significa “crecer”, es una sustancia relacionada directamente con el ácido indolacético (IAA) siendo la fórmula predominante, aunque existen otras auxinas indólicas naturales en las plantas. Por otra parte, existen muchas sustancias que son reguladoras de crecimiento que no poseen una estructura

indólica, pero que si presenta actividades auxínicas. Las auxinas se encuentran en toda la planta, siendo las enzimas responsables de la biosíntesis de IAA que son las más activas en los tejidos jóvenes de la planta, hojas y frutos crecientes, las concentraciones más altas de IAA se encuentran localizadas en los tejidos más finos, como son las regiones meristemáticas. Las concentraciones de las auxinas varían en la planta, puede ser de 1 a 100mg/kg, siendo la concentración de auxinas conjugadas superior (Barelo *et al.* 2000).

Su forma de acción esta compuesta por el aumento del volumen de las células estimulandolas por la absorción de agua, poseendo una gran variedad de usos que son muy importantes para la agronomía, ya que son de gran importancia tanto para la estimulación de las raíces como en el ámbito económico, distintas investigaciones han demostrado que las auxinas presentan un efecto positivo en el desarrollo radicular, además, de beneficiar en el número de raíces presentando un mayor longitud (Dabski y Parzymies, 2004).

El grupo de auxinas también son importantes ya que pueden producir frutos sin polinización y por ende sin la utilización de semillas (frutos partenocárpicos), además, cumplen la función de acelerar la maduración de los frutos previniendo la caída de los mismos antes de realizar su cosecha, también, controlan la rices adventicias, retención de flores y frutos, la juventud del follaje (Kojima, 2004).

Las auxinas además de promover el crecimiento, maduración de frutos, floración, elongación celular y geotropismo, también es responsable del movimiento que es conocido como fototropismo, que es la formación de curvaturas de la planta hacia la luz, eso ocurre cuando la auxina se distribuye en la parte que recibe luz probando que las células crezcan y presenten una elongación más prominente (Bieto, 2000).

8.9.2. Giberelinas

Son un grupo numeroso dentro de las hormonas vegetales que son conocidos en la actualidad. En la actualidad existen más de 90 giberelinas que están aisladas de los tejidos vegetales, variando su estructura y actividad. Estas hormonas son sintetizadas en los primordios apicales de las hojas, es totalmente diferente a las auxinas ya que presenta un modo de transporte diferente, ya que no se transporta polarizado, presenta un movimiento por el floema junto con los productos de la fotosíntesis, esta hormona presenta un incremento notable en el crecimiento

del vástago, a veces los tallos se vuelven largos y delgados, presentando pocas ramas (Mauseth, 2014).

Las giberelinas estimulan la división celular afectando tanto las hojas como los tallos. Las funciones principales de la giberelina es que ayuda a la estimulación de los tallos y a la germinación, en el caso de cereales mantiene reservas para que la planta tenga un buen desarrollo inicial, en algunas especies de frutales causa partenocarpia, es decir, desarrollo de un fruto sin semilla, ayuda también a retrasar la maduración de los frutos y evita la senescencia de las hojas. Las giberelinas también han sido utilizadas para incrementar el tamaño de los frutos en viñedos de uva, ayudando a que el racimo elongue, permitiendo que circule mejor el aire entre las uvas, reduciendo notablemente las posibilidades que el cultivo sea afectado por botritis (Mauseth, 2014).

La hormona mejor conocida es la GA3 (ácido giberélico) que es producida por el hongo *Giberella fujikuroi*, se cree que se dan en todas las plantas superiores, esta sustancia se presenta en grandes cantidades en todos los órganos de la planta, pero las concentraciones mayores solo se encuentran en los órganos más jóvenes, pero sobre todo en semillas inmaduras (Ramírez *et al.* 2015).

8.9.3. Citoquininas

Las citoquininas son compuestos con una estructura que es igual a la adenina que promueve la división celular en los tejidos no meristemáticos. Estos compuestos se han encontrado en la mayoría de las plantas específicamente en los tejidos que se dividen de forma activa como los meristemas, semillas en germinación, frutos que se encuentran madurando y las raíces que se están desarrollando. Estudios han demostrado que la acción de las citoquininas sobre la división celular ha demostrado que son necesarias para realizar algunos procesos posteriores a la compilación de ADN, pero siendo anterior a la mitosis (Davies, 2005).

Las concentraciones de citoquininas se encuentran en concentraciones pequeñas, las cuales han sido detectadas en el floema y xilema y se transportan por la planta por vía arco pétala, desde el ápice hasta los tallos. Los diferentes tipos de citoquininas son zeatina, kinetina y benziladenina (Pérez & Laborde, 1994).

Los efectos que causan las citoquininas en su mayoría son la estimulación de la división celular, promueve la movilización de nutrientes hacia las hojas, ayuda a la formación de los tubérculos. La aplicación de citoquininas es muy extensa ya que son utilizadas para cultivos in vitro, por lo tanto, comercialmente se puede encontrar formulaciones como Benziladenina al 1,9 % y si es combinado con 19 % de giberelinas ayudan a la ramificación y alargamiento de los brotes (Duval, 2008).

8.9.4. Brasinoesteroides

Las plantas poseen una gran capacidad de sintetizar gran variedad de esteroides, así los llamados brasinoesteroide tienen una gran distribución en el reino vegetal, ya que se ha encontrado en diferentes especies en el reino vegetal, marino y terrestre. Estos brasinoesteroides son compuestos vegetales que pueden presentar una gran capacidad de estimulación en el crecimiento de las plantas, ayudando a la germinación, floración, senescencia y en los procesos de maduración. También ayuda a que las plantas tengan mayor resistencia contra el estrés abiótico y biótico, por lo que se la considera una nueva clase de hormona vegetal que presenta efectos pleiotrópicos. Los nuevos descubrimientos permiten considerarlos como una sustancia natural capaz de aportar protección a la planta y así obtener una mayor producción agrícola (Hernández & García, 2016).

8.10. Antecedentes Investigativos

En México, se realizó una investigación para evaluar el efecto de tres biorreguladores en semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L) utilizando hormonas como Biozyme PP y Biozyme TS (Giberelinas y Ácido indolacético) y un testigo, en la investigación emplearon un diseño de bloques al azar, donde tomaron las siguientes variables: longitud de la radícula, longitud de la plúmula y el índice acumulado de la velocidad de emergencia. Se concluyó que al utilizar el biorregulador Biozyme PP y su dosis de 600gr/ en 50 kg de semillas se obtiene excelentes resultados en cuanto a la estimulación de la germinación, obteniendo una longitud de plúmula de 19,21 mm en comparación con el testigo que se obtuvo un valor de 10,55 mm y radícula fue de 8,11 mm y el testigo con un valor de 6,18 mm, por lo que utilizar menos producto estimulan mejor a la semilla y favorece a la germinación (Cueto, 2002).

En Ecuador, se realizó una investigación en el cual se evaluó el efecto de biorreguladores para mejorar el amarre, rendimiento y calidad del fruto en tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.)

cultivar anaranjado gigante, en el cual se evaluó 5 biorreguladores y un testigo en el cual se utilizaron las siguientes dosis: Esteroides (Brassinolinas) se utilizaron tres dosis; T1 ($0,05 \text{ g.L}^{-1}$), T2 ($0,1 \text{ g.L}^{-1}$) y T3 ($0,15 \text{ g.L}^{-1}$); Giberelinas (New Gibb) tres dosis, T4 ($1,00 \text{ g.L}^{-1}$), T5 ($2,00 \text{ g.L}^{-1}$) y T6 ($3,00 \text{ g.L}^{-1}$), el mejor biorregulador es Brassinolinas T1 ($0,05 \text{ g.L}^{-1}$) y T2 ($0,10 \text{ g.L}^{-1}$) presentando mejores resultados en los números de frutos cuajados, porcentaje y rendimiento kg, peso y diámetro ecuatorial de cada fruto obteniendo un calibre A y B. El uso de Brassinolina beneficia la producción incrementando la producción y la calidad de los frutos en el tomate de árbol (Valencia, 2012).

En Santo Domingo Ecuador, se realizó una investigación donde evaluaron el efecto del uso de biorreguladores en el crecimiento y maduración de frutos de piña (*Ananas comusus*) MD2. Los biorreguladores utilizados fueron Auxinas 1L/ha^{-1} , Giberelinas 1L/ha^{-1} y una combinación de Auxinas $0,5 + \text{Giberelinas } 0,5\text{L/ha}^{-1}$. En esta investigación se empleó un diseño de Bloques Completos al Azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, dando como resultado que el T3 (Giberelinas 1L/ha^{-1}) presento furtos más largos, más gruesos y pesado. En el contenido de azúcar y traslucidez de la pupa dio como ganador el T4 (Auxinas + Giberelinas 1L/ha^{-1}) presentando frutos en promedio $15,84$ grados Brix y $1,17$ de traslucidez de la pulpa (Padilla, 2015).

9. HIPÓTESIS

Ha: El uso de biorreguladores aplicados foliarmente en lechuga crespa tienen efecto sobre el crecimiento y rendimiento.

Ho: El uso de biorreguladores aplicados foliarmente en lechuga crespa no tienen efecto sobre el crecimiento y rendimiento.

10. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

10.1. Ubicación del experimento

El proyecto de investigación se lo realizo en el Recinto el Progreso, en el Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi, el experimento tuvo una duración de 60 días.

10.2. Tipos de investigación

10.2.1. Investigación documental

Se considera una investigación de tipo documental debido a la recopilación bibliográfica de antecedentes y de información referente al tema que permita comparar y discutir los resultados obtenidos, todo lo mencionado que permitió poner en práctica el pensamiento crítico y la habilidad de razonamiento para rechazar o aceptar la hipótesis.

10.2.2. Investigación Experimental

El estudio presente es de carácter experimental, por la razón de que se basa en el establecimiento de un ensayo práctico, fijándose variables a la aplicación de biorreguladores sobre el crecimiento y rendimiento de lechuga crespa, de la misma manera se busca dar respuesta a los objetivos ya planteados, en las condiciones dispuestas en la investigación.

10.2.3. Investigación Descriptiva

La investigación ya establecida es de carácter descriptiva, debido a que se tomaron directamente los valores, de las variables establecidas en la investigación: altura de planta (cm), número de hojas (unidad), largo de la hoja (cm), ancho de la hoja (cm), diámetro ecuatorial del repollo, peso neto de planta (g), peso neto de parcela (kg), rendimiento (kg/ha) a los 60 días de evaluación, entre ellos se obtuvo datos cuantificables, totalmente vitales para emplear los análisis de resultados.

10.3. Técnicas

Observación de campo: es una técnica que permite mantener el control del proyecto a través de la toma de datos y controlar los factores que pueden repercutir de alguna manera los resultados de la investigación.

10.4. Materiales y equipos

En la siguiente tabla se muestran los materiales usados durante la investigación:

Tabla 5. Materiales y equipos

Materiales y equipos	Cantidad
Machete	1
Pala	1
Flexómetro	1
Auxinas	1 Litro
Giberelinas	1 Litro
Citoquininas	1 Litro
Brasinoesteroides	1 Litro
Piola	5 Libras
Regadora de agua	1
Balanza	1
Libreta de campo	1

Elaborado por: Caballero & Muylema (2023)

10.4.1. Características de los biorreguladores utilizados en la investigación

a. Auxinas

Tabla 6. Composición del biorregulador Allgrow

Composición	Concentración
Polisacáridos	0.31% p/v
Manitol	0,0507 % p/v
Auxinas	4,65 ppm
Citoquininas	0,29 ppm

Fuente: (ECUAQUIMICA, 2023)

Las auxinas regulan los aspectos del desarrollo y crecimiento de las plantas, mejorando la producción y rendimiento de los cultivos, lo que la hace ideal para mejorar la calidad y cantidad de las cosechas (Jordán & Casaretto, 2006).

b. Citoquininas

Es un bioestimulante cuyo objetivo es el crecimiento vegetal, lo que facilita la nutrición de las plantas, mejora el crecimiento de la raíz y aumenta el vigor de la planta (ECUAQUIMICA, 2023)

Tabla 7. Composición del biorregulador cytokin

Ingredientes	Cantidad
Citoquininas	0.01 p/v
Potasio (K ₂ O)	6.34% p/v

Fuente: (ECUAQUIMICA, 2023)

c. Giberelinas

Las giberelinas regulan el crecimiento vegetal, actuando en la estimulación de la división y elongación celular, además, estimula el crecimiento y mejora la calidad del cultivo (Agrofortaleza, 2023).

Tabla 8. Composición del biorregulador New robust

Composición	Cantidad
Ácido giberélico	10%
Nitrógeno total	12%

Fuente: (Agrofortaleza, 2023)

d. Brasinoesteroides

Son compuestos vegetales que ayudan a la estimulación en el crecimiento de las plantas, además, influyen en la germinación, floración, senescencia y en los procesos de maduración y ayudan a que las plantas tengan mayor resistencia en contra de estrés abiótico y biótico (Hernández & García, 2016).

Tabla 9. Composición del biorregulador Voltek-30

Ingrediente activo	Cantidad
Brasinoesteroides (polihidroxifenoles esteroides)	100 g/l
Glúcidos	50 g/l
Terpenos	10 g/l
Saponinas	10 g/l

Fuente: (ECUAQUIMICA, 2023)

10.5. Esquema del experimento

Basado en las variables dependientes e independientes se muestra a continuación los tratamientos de la presente investigación:

Tabla 10. Esquema del experimento.

Tratamientos	Dosis ml/litro	Repeticiones	Plantas/U. E	Total
Testigo	0	5	21	105
Auxinas	5	5	21	105
Citoquininas	2,5	5	21	105
Giberelinas	5	5	21	105
Brasinoesteroides	2,5	5	21	105
Total				525

Elaborado por: Caballero & Muylema (2023)

10.6. Diseño experimental

En la investigación se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con cinco tratamientos y cinco repeticiones, conformando un total de veinte y cinco unidades experimentales.

10.7. Esquema de análisis de varianza

El esquema de análisis de varianza, con sus respectivos grados de libertad se especifica a continuación:

Tabla 11. Esquema de análisis de varianza.

Fuente de variación		Grados de libertad
Repeticiones	(r-1)	4
Tratamientos	(t-1)	4
Error experimental	(t-1) (r-1)	16
Total	(t.r-1)	24

Elaborado por: Caballero & Muylema (2023)

U.E: Unidad Experimental

10.8. Manejo del experimento

10.8.1. Limpieza y preparación del terreno

Se inició con la limpieza del terreno, para lo cual se utilizó un machete y después se procedió a retirar toda la maleza que se cortó para que quede totalmente limpio el terreno a utilizar.

10.8.2. Diseño de parcelas

Para el diseño de las parcelas se midió utilizando un flexómetro, dejando estacas en los puntos esquineros como referencia, posterior a esto con la ayuda de la piola se realizó las mediciones y divisiones de cada parcela con sus respectivas distancias entre camas mismas que fueron de 1 m de ancho por 2,25 m de largo, dejando 1 metro de camino.

10.8.3. Trasplante

El trasplante se lo realizo cuando las plantas presentaron 4 hojas verdaderas, observando que presenten un buen desarrollo para que puedan ir a campo.

10.8.4. Control de malezas y control de plagas

El control de maleza se lo realizo de forma manual, se limpió las camas en los bordes y en la parte superior, este control se lo realizó cada vez que se presentó maleza en el lugar de la investigación,

En lo que respecta en el control de plagas se utilizó un insecticida Sensei con ingrediente activo Imidacloprid para controlar a la langosta voladora (*Schistocerca cancellata*) en dosis de 2,5 ml/litro cada 15 días y de igual manera con la ayuda del fungicida Cimoxprón para el hongo Esclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*) en dosis de 2,5 g/litro en una única aplicación.

10.8.5. Riego

Se lo efectuó de forma manual en cada una de las camas de la investigación, el riego se lo realizó todos los días o dependiendo del estado de humedad del suelo.

10.8.6. Aplicación de bioestimulantes y toma de datos

La aplicación de los bioestimulantes y su propio establecimiento se dio a partir de la ficha técnica de cada uno de los productos utilizados, las dosis a aplicar fueron Auxinas 5 ml/litro, las Citoquininas 2,5 ml/litro, la Giberelinas 5 ml/litro, los Brasinoesteroides 2,5 ml/litro, la toma de datos se lo realizó cada 15 días, dichos datos fueron tomados a las 5 plantas de cada unidad experimental teniendo en cuenta el efecto borde, siendo las variables: altura de planta (cm), número de hojas, largo de hoja (cm), ancho de hoja (cm), las siguientes variables se las tomo al momento que se realizó la cosecha: diámetro ecuatorial del repollo, peso neto de la planta (g) y rendimiento (kg/ha).

10.9. Variables evaluadas

10.9.1. Altura de planta (cm)

Esta variable se la tomo a los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante a las 5 plantas teniendo en cuenta el efecto borde, se utilizó una cinta métrica y se midió desde la base hasta el ápice de la planta.

10.9.2. Número de hojas (unidad)

Esta variable se la tomo a los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante a las 5 plantas teniendo en cuenta el efecto borde, contabilizando las hojas presentes en la planta.

10.9.3. Largo de hoja (cm)

Se evaluó con una cinta métrica a los 15, 30, 45 y 60 días, después del trasplante, se midió todo el largo de la hoja.

10.9.4. Ancho de hoja (cm)

Esta variable fue evaluada en los periodos de 15,30,45 y 60 días después del trasplante, para la obtención de los datos se utilizó una cinta métrica, mismos que fueron expresados en centímetros.

10.9.5. Diámetro ecuatorial de repollo

Esta variable se la tomo al momento de la cosecha, se utilizó una cinta métrica y se procedió a medir el diámetro ecuatorial de repollo, de las 5 plantas evaluadas de cada tratamiento.

10.9.6. Peso neto de planta (g)

En el caso de la presente variable se realizó mediante el peso de las 5 plantas cosechadas, se utilizó una balanza para obtener los datos, mismos que fueron expresados en gramos.

10.9.7. Rendimiento (kg/ha)

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

$$\text{Rendimiento} \left(\frac{Kg}{Ha} \right) = \frac{\text{Peso en campo (Kg)}}{\text{Area de estudio (m}_2\text{)}} * \frac{10000\text{m}^2}{1Ha}$$

10.10. Análisis económico

Para la establecer los ingresos y beneficios obtenidos en cada uno de los tratamientos de estudio se consideró el precio actual del mercado al momento de la cosecha y los rendimientos expresados en cajas producidas, para lo cual se estimaron los siguientes rubros: a. Ingreso bruto por tratamiento Este rubro se obtuvo de multiplicar la producción obtenida por valor comercial de venta de la misma, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

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

Donde:

IB= ingreso bruto

Y= producto

PY= precio del producto

b. Costos totales por tratamiento (CT)

Para el cálculo de los costos totales se considera cada uno de los valores invertidos para desarrollar las diferentes actividades e insumos empleados en el presente estudio, los mismos que fueron identificados y sumados por cada uno de los tratamientos.

c. Beneficio neto (BN)

Se estableció mediante la diferencia entre los ingresos brutos y los costos totales de cada tratamiento, con ayuda de la fórmula:

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

Donde:

BN = beneficio neto

IB = ingreso bruto

CT = costos totales

d. Relación costo beneficio (C/B)

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

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

Donde:

BN = beneficio neto

CT = costos totales por tratamiento

11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

11.1. Altura de planta

En la tabla 12 se observa que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos, , la diferencia estadística se evidencia con el tratamiento testigo, el tratamiento de brasinoesteroides sobresale con los promedios ligeramente mayores en la altura de planta, a los 15 días el mejor tratamiento fue brasinoesteroides con 7,70 cm, mientras que el segundo mejor tratamiento fue giberelina con 7,60 cm, a los 30 días de evaluación el mejor tratamiento resultó ser brasinoesteroides con 9,70 cm y giberelina con 9,60 cm, a los 60 días la tendencia de los tratamientos se mantuvo con brasinoesteroides con 18,70 cm y giberelina 18,60 cm, y por último a los 60 días brasinoesteroides con 23,70 cm, y giberelina con 23,60 cm. En este contexto Burgos (2015), a la aplicación de diferentes bioestimulantes, auxinas, giberelinas, donde obtuvo

el mejor resultado con 22,50 cm de altura, resultado inferior a esta investigación demostrando así el efecto positivo que tiene los reguladores de crecimiento en el cultivo de lechuga, de la misma forma Terry *et al* (2011), al probar productos bioactivos en su investigación obtuvo como mayor efecto en el crecimiento al tratamiento de brasinoesteroides comprobando de esta manera que los biorreguladores hormonales tienen un gran impacto positivo en la altura de planta.

Tabla 12. Altura de planta en el efecto de biorreguladores sobre el crecimiento y rendimiento de lechuga crespa (*Lactuca sativa*).

Tratamientos	Altura de Planta (cm)			
	15 días	30 días	45 días	60 días
Brasinoesteroides	7,70 a	9,70 a	18,70 a	23,70 a
Giberelina	7,60 a	9,60 a	18,60 a	23,60 a
Citoquinina	7,45 a	9,45 a	18,45 a	23,45 a
Auxinas	7,40 a	9,40 a	18,40 a	23,40 a
Testigo	5,00 b	8,00 b	13,00 b	15,00 b
CV	22,16	16,88	8,94	7,14

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

Elaborado por: Caballero & Muylema (2023)

11.2. Número de hojas

En la tabla 13 se muestra los resultados obtenidos de la investigación del cultivo de lechuga crespa. Según la prueba de Tukey al ($p > 0,05$) demuestra que no existe diferencias estadísticas entre los tratamientos de biorreguladores con el tratamiento testigo, por lo que la aplicación de biorreguladores no tuvo ningún efecto en el número de hoja en los diferentes tratamientos. Según León (2015), menciona en su investigación que al aplicar microalgas (*Chlorella sp.*) y (*Scenedesmus sp.*) obtuvo resultados mayores que la presente investigación en el número de hojas, esto se da ya que las microalgas son organismos capaces de fijar más CO₂ que las plantas, además, al ser usadas como biofertilizante ayudan a disminuir los impactos del medio ambiente. Por otro lado, Mendoza (2017), menciona que en la aplicación de auxinas en el cultivo de lechuga crespa obtuvo resultados superiores en el número de hojas en comparación con nuestra investigación, esto se da porque el número de hojas en el cultivo de lechuga depende de como la planta asimila y absorbe las soluciones nutritivas (Quispe, 2015).

Tabla 13. Número de hojas en el efecto de biorreguladores sobre el crecimiento y rendimiento de lechuga crespa (*Lactuca sativa*).

Tratamientos	Número de hojas			
	15 días	30 días	45 días	60 días
Brasinoesteroides	1,90 a	3,90 a	7,90 a	12,90 a
Giberelina	1,80 a	3,80 a	7,80 a	12,80 a
Auxinas	1,75 a	3,75 a	7,75 a	12,75 a
Citoquinina	1,70 a	3,70 a	7,70 a	12,70 a
Testigo	1,65 a	3,65 a	7,65 a	12,65 a
CV	13,77	18,46	12,05	10,27

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

Elaborado por: Caballero & Muylema (2023)

11.3. Largo de hoja

La tabla 14 muestra los resultados que se obtuvieron de la investigación de lechuga a los 15 días brasinoesteroides tiene un valor de 7 cm y como segundo giberelina con 6,10 cm, a los 30 días el cultivo de lechuga crespa mostro los mejores valores en brasinoesteroides con 9 cm, y giberelina con 8,10 cm, a los 45 días brasinoesteroides domina con 10 cm, el segundo mejor tratamiento fue giberelina con 8,10 cm, el largo de hoja a los 60 días tuvo como mejor tratamiento al brasinoesteroides con un valor de 15 cm y a giberelina con 13,10 cm.

En este contexto Pincay (2016), al aplicar diferentes dosis de hidratantes las cuales contiene alginato, quitina y quitosano, considerados dentro de la categoria de biorreguladores, en su investigación arrojaron valores menores a nuestra investigación, de igual forma Condor & Romero (2023), menciona que al aplicar diferentes dosis de soluciones nutritivas que estan compuestas por nitrato de potasio, nitrato de calcio, ácido bórico, con lo que se obtuvo un valor de 13,65 cm inferiores a nuestra investigación, por lo que se puede decir que los biorreguladores ayudan a que el cultivo tenga mayor largo en sus hojas.

Tabla 14. Largo de hoja en el efecto de biorreguladores sobre el crecimiento y rendimiento de lechuga crespa (*Lactuca sativa*).

Tratamientos	Largo de hoja (cm)			
	15 días	30 días	45 días	60 días
Brasinoesteroides	7,00 a	9 a	10,00 a	15,00 a
Giberelina	6,10 a	8,10 a	8,10 b	13,10 b
Citoquinina	4,90 b	6,90 a	7,26 c	11,90 c
Auxina	4,60 b	6,60 a	6,60 c	11,60 c
Testigo	2,70 c	3,70 a	5,10 d	7,70 d
CV	23,04	16,06	11,44	9,83

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

Elaborado por: Caballero & Muylema (2023)

11.4. Ancho de hoja

En la tabla 15 se muestran los resultados del ancho de la hoja del cultivo de lechuga en el lapso de tiempo de 15 hasta los 60 días.

En los resultados obtenidos se muestran diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos a los 15 días los brasinoesteroides tienen un valor de 6,45 cm, mientras que el segundo mejor tratamiento fue giberelinas con 6,10 cm, a los 30 días siguió dominando brasinoesteroides con 8,45 cm y giberelina con 8,10 cm, a los 45 días se obtuvo como mejor tratamiento a los brasinoesteroides con un valor de 10,45 cm y giberelinas con 10,10 cm, a los 60 días brasinoesteroides obtuvo 13,45 cm y giberelinas 13,10 cm de ancho de hojas.

En la investigación realizada por Cantos (2019), menciona que evaluó cinco variedades de lechuga, en el caso de la lechuga crespa obtuvo un valor de 10,60 cm inferior a la presente investigación, por otra parte.

Cabrera (2021), menciona en su investigación que en el ancho de hoja obtuvo 7,10 cm valor inferior a nuestra investigación, dando a entender que los biorreguladores ayudaron a incrementar el área foliar en largo y ancho del cultivo de lechuga.

Tabla 15. Ancho de hoja en el efecto de biorreguladores sobre el crecimiento y rendimiento de lechuga crespa (*Lactuca sativa*).

Tratamientos	Ancho de hoja (cm)			
	15 días	30 días	45 días	60 días
Brasinoesteroides	6,45 a	8,45 a	10,45 a	13,45 a
Giberelina	6,10 ab	8,10 ab	10,10 ab	13,10 ab
Citoquinina	5,50 b	7,50 b	9,50 b	12,50 b
Auxina	4,45 c	6,45 c	8,45 c	11,45 c
Testigo	2,60 d	3,60 d	4,60 d	6,60 d
CV	19,94	14,68	11,61	8,77

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

Elaborado por: Caballero & Muylema (2023)

11.5. Diámetro ecuatorial del repollo

En la tabla 16 se muestran diferencias estadísticas entre los los resultados obtenidos de la investigación realizada al cultivo de lechuga, resultados que fueron obtenidos a los 60 días. En el cuadro se muestran diferencias estadísticas entre los tratamientos, siendo el tratamiento de brasinoesteroides quien obtuvo mejores resultados en el diámetro ecuatorial del repollo con un valor de 12,65 cm, seguido por las giberelinas con un valor de 11,50 cm. Según Martínez (2019), en su investigación usó un biorregulador en base a auxinas el cual contiene gran cantidad de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, su aplicación fue realizada en

diferentes dosis, obteniendo en su mejor tratamiento un diámetro de 9,95 cm valor inferior a nuestra investigación, por otro lado, Chango (2020) en su investigación comprueba el efecto de un bioestimulante de brasinoesteroides, dando como resultado ganador al tratamiento 2 de brasinoesteroides con el 10% de brasinoesteroides con un resultado de 16,78 cm de diámetro, valor superior a la presente investigación, ya que este tipo biorregulador aporta los principales nutrientes para las plantas (Ramirez N. , 2022).

Tabla 16. Diámetro ecuatorial del repollo en el efecto de biorreguladores sobre el crecimiento y rendimiento de lechuga crespa (*Lactuca sativa*).

Tratamientos	Diámetro ecuatorial del repollo (cm)
Brasinoesteroides	12,65 a
Giberelina	11,50 ab
Citoquinina	11,05 b
Auxinas	9,20 c
Testigo	8,20 c
CV	15,50

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

Elaborado por: Caballero & Muylema (2023)

11.6. Peso neto de la planta

En la tabla 17 se muestran los resultados del peso neto de las parcelas de cada tratamiento.

En los resultados obtenidos se observan diferencias estadísticas potenciales entre los tratamientos, siendo el tratamiento de brasinoesteroides quien obtuvo mejor resultado con un valor de 203 g, seguido por el tratamiento de giberelinas con un resultado de 170 g.

De acuerdo a Lique (2020), la aplicación de dos niveles de estiércol ovino tiene un efecto positivo en el cultivo de lechuga, en su investigación el mejor peso por planta lo obtuvo al aplicar 4 kg de estiércol destacando su resultado en comparación con los demás tratamientos de la investigación, por otro lado, Intipampa (2014), evaluó el comportamiento de tres variedades de lechuga en diferentes zonas geográficas, obteniendo un valor de 139,44 g, el mismo autor menciona que a los 882 msnm, con una temperatura de 15 a 23 °C es donde se desarrollo mejor el cultivo.

Tabla 17. Peso neto de la planta en el efecto de biorreguladores sobre el crecimiento y rendimiento de lechuga crespa (*Lactuca sativa*).

Tratamientos	Peso neto de la planta (g)
Brasinoesteroides	203 a
Giberelina	170 b
Citoquinina	155 c
Auxinas	140 d
Testigo	90 e
CV	4,45

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

Elaborado por: Caballero & Muylema (2023)

11.7. Rendimiento

En la tabla 18 se muestra los resultados del rendimiento del cultivo de lechuga que se obtuvo de cada tratamiento.

Los resultados presentes en la siguiente tabla muestran que existe diferencias estadísticas entre los tratamientos, dando como mejor tratamiento al de brasinoesteroides con un rendimiento de 18933,33 kg, seguido por el tratamiento de giberelinas con un valor de 15866,67 kg.

Corroborando con la investigación de Chapi (2018), quien presento valores inferiores en el rendimiento aplicando brasinoesteroides, presento valores bajos debido ha que aplico 1 cc/litro, por lo que al aplicar una dosis mayor del producto se obtiene mejores resultados, por otra parte. Ramirez (2022), en su investigación evaluó tres bioestimulantes, donde obtuvo valores similares a nuestra investigación, esto se debe a que los estimulantes de crecimiento presentaron un efecto positivo en el aumento de la biomasa para lo que se refiere al rendimiento, por lo que es indispensable conocer que los estimulantes favorecen a la calidad y producción de esta hortaliza.

Tabla 18. Rendimiento en el efecto de biorreguladores sobre el crecimiento y rendimiento de lechuga crespa (*Lactuca sativa*).

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)
Brasinoesteroides	18933,33 a
Giberelina	15866,67 b
Citoquinina	14444,44 c
Auxinas	13066,67 d
Testigo	11400,00 e
CV	9,73

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

Elaborado por: Caballero & Muylema (2023)

12. ANÁLISIS DE COSTO DE PRODUCCIÓN

En la tabla 19 se detalla el análisis de costo de producción de cada uno de los tratamientos realizados en la investigación.

Tabla 19. Análisis de costo de producción en el efecto de biorreguladores sobre el crecimiento y rendimiento de lechuga crespa (*Lactuca sativa*).

Tratamientos	Peso en kg	Precio \$ kg	IB \$	CT \$	BN \$	C/B
Testigo	7,56	2,62	19,80	8,60	11,20	1,30
Brasinoesteroides	17,05	2,62	44,67	26,60	18,07	0,67
Giberelina	14,28	2,62	37,41	17,60	19,81	1,12
Citoquinina	13,02	2,62	34,11	16,10	18,01	1,11
Auxina	11,76	2,62	30,81	16,60	14,21	0,85

Elaborado por: Caballero & Muylema (2023)

Tomando en cuenta que el peso en kg es el peso total de cada tratamiento y que el precio por kg es el precio comercial manejado en los mercados nacionales, en lo que respecta a los ingresos el mejor tratamiento fue brasinoesteroides con un ingreso bruto de \$44,67 dólares, valor que se toma en cuenta de acuerdo en su venta en kg.

El mejor beneficio neto se lo obtuvo del tratamiento de giberelinas con un valor de \$ 19,81 dólares, esto se da porque hay diferencia de los costos totales por tratamiento.

13. IMPACTOS

Impacto técnico: La investigación realizada es una nueva alternativa sustentable incorporando métodos para la obtención de mejores resultados en la producción de lechuga crespa, con esto se busca dar a conocer la efectividad de los biorreguladores, beneficiando así para obtener una agricultura libre de químicos.

Impacto social: Los principales beneficiados son los agricultores ya que este proyecto busca darles a conocer alternativas más amigables con el medio ambiente, generando la producción de alimentos más sanos para la salud.

Impacto ambiental: Se puede decir que el proyecto causa un gran impacto en el medio ambiente, ya que los productos utilizados son totalmente orgánicos, lo que significa que con la aplicación de estos productos no solo estaríamos evitando la degradación del suelo, sino también preservando la salud a los agricultores.

Impacto económico: Con alternativas que son más amigables con el medio ambiente para la producción de hortalizas les da un valor agregado en el mercado, ya que actualmente los consumidores buscan productos que no tengan presencia de toxinas producidas por el exceso de productos químicos, lo que beneficiaría a los productores mejorando su economía de manera progresiva.

14. PRESUPUESTO

En la tabla 20 se muestra los recursos que se requirieron para el desarrollo de la investigación, cuyos valores fueron exclusivos de los tesisistas.

Tabla 20. Presupuesto

Descripción	Cantidad	Costo Unitario USD	Costo Total USD
Brasinoesteroides	1 litro	\$18,00	\$18,00
Mano de obra	1	\$15,00	15,00
Giberelina	1 litro	\$6,00	\$6,00
Citoquinina	1 litro	\$7,50	\$7,50
Auxinas	1 litro	\$4,00	\$4,00
Balanza	1	\$15,00	\$15,00
Flexómetro	1	\$2,50	\$2,50
Insecticida	1	\$6,50	\$6,50
Fungicida	1	\$6,00	\$6,00
Cinta métrica	1	\$1,00	\$1,00
Bandeja germinadora	3	\$3,00	\$9,00
Sobres de semillas	2	\$1,50	\$3,00
Total			\$93,50

Elaborado por: Caballero & Muylema (2023)

15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- ❖ La utilización de biorreguladores tuvo un efecto positivo en el crecimiento y desarrollo del cultivo de lechuga crespa, además, son productos que no afectan al medio ambiente, ya que son productos netamente orgánicos, lo que no afectara a la salud de los consumidores, por lo tanto, en la investigación el mejor tratamiento fue brasinoesteroides quien obtuvo los mejores resultados en todas las variables evaluadas.
- ❖ Se determinó que al aplicar los biorreguladores se obtuvo un resultado positivo en el rendimiento del cultivo de lechuga, esto se debe a que los biorreguladores ayudan al cultivo a mejorar su crecimiento, vigorosidad y calidad. En la investigación el mejor rendimiento lo obtuvo el tratamiento brasinoesteroides con un valor de 18933,33 kilogramos por hectárea, lo que indica que los brasinoesteroides son una alternativa fiable para la producción de lechuga crespa.
- ❖ Se realizó el análisis de costo de producción de los diferentes biorreguladores utilizados en la investigación, se determinó que todos los biorreguladores son recomendados en lo que respecta al eje económico en el cultivo de lechuga, puesto que todos nos dan un gran beneficio neto, convirtiéndolo en apto económicamente para los agricultores, cabe mencionar que la giberelina fue la que mayor ingreso neto obtuvo con \$19,81.

- ❖ Por lo tanto, se acepta la hipótesis a la que manifiesta que el uso de biorreguladores aplicados foliarmente en lechuga crespa tienen efecto sobre el crecimiento y rendimiento.

Recomendaciones

- ❖ Realizar una comparación de diferentes variedades de lechuga a la aplicación de biorreguladores, para determinar si los biorreguladores actúan en dependencia de la variedad del cultivo.
- ❖ Evaluar el desarrollo del cultivo de lechuga en diferentes climas del Ecuador, para determinar si la aplicación de biorreguladores tiene un efecto entorno la diferencia climática.

16. BIBLIOGRAFÍA

- Agricultura, S. d. (2012). Determinación del nivel riesgo fitosanitario para los cultivos de importancia económica en México. México.
- Agrofortaleza. (2023). New robust. Obtenido de <https://delmonteag.com.ec/producto/new-robust/>
- Aguero, M. (2011). Modelado de evolución de índices de calidad integral de lechuga mantecosa desde la precosecha hasta el consumidor. Universidad Nacional de la Plata. Obtenido de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/1458/Documento_completo_original.pdf%3Fsequence%3D1
- Angulo, C. (12 de Marzo de 2021). Producción del cultivo de lechuga . Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos58/produccion-lechuga/produccion-lechuga2#xrequer>
- Arias, F. (2006). El proyecto de Investigación, Introducción a la metodología científica. Caracas-Venezuela: EPISTEME, C.A.
- Barelo, J., Rodrigo, G. N., & Sánchez, S. B. (2000). Fisiología vegetal. Obtenido de <https://www.edicionespiramide.es/libro.php?id=297926>
- Bieto, J. (2000). Fundamentos de Fisiología Vegetal. Introducción a las hormonas vegetales. España: Mc. Graw - Hill.
- Bieto, J. A., & Talón, M. (2008). Fundamentos de Fisiología Vegetal. Madrid-España: Interamericana McGraw-Hill.
- Bieto, J., & Talón, M. (2015). Fundamento de la Fisiología Vegetal. Obtenido de <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FundamentosdeFisiologiaVegetal2008Azcon..pdf>
- Cabezas, E. (2018). Introducción a la metodología de la investigación científica. Sangolqui : Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Cabrera, J. (2021). Evaluación de cuatro cultivares de lechuga en parámetros agronómicos similares en la Granja Santa Ines. Machala: Universidad Técnica de Machala. Obtenido

- de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16544/1/TTUACA-2021-IA-DE00010.pdf>
- Cajamar, G. C., & Informativo, B. (S.f). Gusano de alambre Detección y Métodos de Control. Recuperado el 4 de Mayo de 2023, de <https://www.cajamar.es/storage/documents/boletin-huerto-168-1496659029-c67a6.pdf>
- Cantos , P. (2019). Relación genotipo ambiente de cinco variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/39561/1/Cantos%20Torres%20Pr%C3%B3spero%20Guillermo.pdf>
- Cantwell, M., & Suslow, T. (2005). Lechuga crespa: recomendaciones para mantener la calidad poscosecha. . Davis, California: Universidad de California.
- Carguachi, L. (2022). Evaluación del rendimiento de lechuga crespa (*Lactuca sativa* L.) var. Batavia, en dos tipos de invernaderos, Parroquia Calpi, Cantón Riobamba Provincia De Chimborazo. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Casseres, E. (1980). Producción de Hortalizas. San José - Costa Rica: IICA.
- Castro, P. R., Serciloto, C. M., Pereira, M. A., Rodrigues, J. L., & Rossl, G. (2009). Agroquímicos para el Control Hormonal, Fosfitos y Aplicación Potencial de Aminoácidos en la Agricultura Tropical. Piracicaba: Universidad de Sao Paulo.
- Chacha , R. (2022). “Evaluación del hongo trichoderma spp. nativo y comercial con la aplicación de cuatro diferentes concentraciones en el comportamiento agronómico de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad romana en Salache – Latacunga – Cotopaxi 2022”. LATACUNGA – ECUADOR: Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9452/1/PC-002400.pdf>
- Chango , W. (2020). Efecto de un abono organomineral en el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*). Cevallos: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31456/1/Tesis-253%20Ingenier%20Agron%20mica%20CD%20668%20WILMA%20CHANGO.pdf>
- Chapi, T. (2018). “Estudio de la incidencia de Brasinoesteroides en el cultivo de Lechuga (*Lactuca Sativa* L.), en San Vicente de Pusir, Cantón Bolívar, Provincia de Carchi. Espejo: Universidad Técnica de Babahoyo. Obtenido de

<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/4379/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000093.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Chisaguano, E., & Maigua, J. (2022). “Respuesta del cultivo de lechuga crespa (*Lactuca sativa*) a la aplicación de tres láminas de riego deficitario en las terrazas de formación lenta en el Campus Salache, Cantón Latacunga Provincia Cotopaxi 2022”. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga - Ecuador. Recuperado el 3 de Mayo de 2023, de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9445/1/PC-002394.pdf>

CIPF. (2016). Protocolos de diagnóstico para plagas reglamentadas PD 16: Género *Liriomyza*. Recuperado el 4 de Mayo de 2023, de https://www.ippc.int/static/media/files/publication/es/2017/02/DP_16_2016_Es_2017-01-31.pdf

Condor, D., & Romero, F. (2023). Desarrollo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) por hidroponía con diferentes soluciones nutritivas. Tarma: Universidad Nacional del Centro del Perú. Obtenido de https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/9036/T010_74124208_T%20%20CONDOR.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cueto, F. (2002). Reguladores de Crecimiento en la Estimulación Fisiológica de Semillas de Lechua (*Lactuca sativa*). Buenavista, Saltillo, Coahuila, México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1223/T13079%20CUETO%20%20OROZCO%2C%20FELIPE%20ALONSO%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Dabski, M., & Parzymies, M. (2004). El efecto de las Auxinas: enraizamiento IAA, IBA y NAA de *Hebe buchananii* (Hook) y *Hebe canterburiensis* (J.B.ARMSTR) “postrata” in vitro. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*.

Davies, P. (2005). *Plant Hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology*.

Diaz, D. (2017). Las hormonas vegetales en las plantas. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/las-hormonas-vegetales-en-las-plantas>

- Duval, R. (2008). Hormonas vegetales: Crecimiento y Desarrollo de la planta. Recuperado el 5 de Mayo de 2023, de <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Reguladores%20general.pdf>
- ECUAQUIMICA. (2023). Cytokin. Obtenido de <http://www.ecuaquimica.com.ec/producto/cytokin/>
- Fernandez, L. (1992). Cultivo de Lechuga. Murcia - España.
- García , G. (27 de Enero de 2023). Precios de los alimentos presentan aumento histórico a nivel mundial. The Food Tech - Medio de Noticias lider en la industria de Alimentos y Bebidas. Obtenido de <https://thefoodtech.com/industria-alimentaria-hoy/precios-de-los-alimentos-presentan-aumento-historico-a-nivel-mundial/>
- García, A. (2011). Introduccion al cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*). Universidad Técnica de Babahoyo .
- García, B. (2011). Biorreguladores de crecimiento, fertilizantes químicos y orgánicos en tomate (*Lycopersicon esculentum* MILL.) de invernadero. Escobedo, Nuevo León: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/2417/1/1080211208.pdf>
- Glass, G., & Hopkins, K. D. (1984). Statistical methods in education and psychology. Nueva Jersey.
- Granada, A., & Prada, Y. (2016). Evaluación del lixiviado agroecológico como acondicionador del suelo en cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) variedad crespa verde. Revista de Investigación Agraria y Ambiental, 47-57.
- Guangasig, A. (2022). “Evaluación del efecto de temperatura en el cultivo de hortalizas lechuga crespa, (*Lactuca sativa*) papa nabo, (*Brassica rapa*), nabo (*Brassica napus*), bajo cubierta plástica y campo abierto en el Campus Ceasa, Cantón Latacunga, Provincia De Cotopaxi, 2022. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi. Recuperado el 3 de Mayo de 2023, de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9459/1/PC-002405.pdf>
- Gutiérrez, M. (2018). El cultivo de la lechuga en Cantabria. Gobierno de Cantabria.
- Hernández, E., & García, I. (2016). Brasinoesteroides en la agricultura. I. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 3. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-

09342016000200441#:~:text=Los%20brasinoesteroides%20son%20compuestos%20vegetales,en%20los%20procesos%20de%20maduraci%C3%B3n.

- Hernández, R., Diosdado, E., Cabrera, J., & Coll, F. (2010). Efecto de los biorreguladores del crecimiento en la embriogénesis somática de mandarina cleopatra (*Citrus reshni* Hort. ex Tan.). *Cultivos Tropicales*, 32-38. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193217921006.pdf>
- Holle, M., & Montes, A. (1985). *Manual Enseñanza Práctica de Producción de Hortalizas*. San José - Costa Rica: IICA. Recuperado el 3 de Mayo de 2023, de <http://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/15267/BVE21031214e.pdf?sequence=>
- Hortalizas. (S.f). Lechuga, *Lactuca Sativa* / Compositae; Manejo del ambiente de posrecolección. Obtenido de *Frutas/Hortalizas*: <https://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Poscosecha-Lechuga.html>
- Intipampa, A. (2014). Evaluación del comportamiento agronómico de tres cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en dos comunidades del Municipio de Caranavi de la Paz. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5595/T-2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jackson, L. (2006). Arquitectura radicular en lechuga cultivada y silvestre (*Lactuca* spp.). *Planta, Célula y Medio Ambiente*.
- Jamarca, A., Cardona, C., & Araméndiz, H. (2012). Efecto del cambio climático sobre la fisiología de las plantas cultivadas: una revisión. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 15(1): 63 - 76, 66-67. Obtenido de <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/803/893>
- Jaramillo, J., Tamayo, A., Suaza, D., & Rodas, D. (1998). Fertilización química y orgánica en lechuga (*Lactuca sativa* Great Lakes) en suelos Andisoles del municipio de Marinilla. Oriente Antioqueño.
- Jordán, M., & Casaretto, J. (2006). *Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Auxinas, Giberelinas y Citocininas*.
- Kojima, K. (2004). Fitohormonas endógenas del tomate. Distribución y transporte de auxina en la raíz, tallo y hojas. *Agriculture and Horticulture*.

- León , J. (2015). Estudio del comportamiento agronómico del cultivo de lechuga a la aplicación de bioestimulantes orgánicos en la zona de Cuesaca provincia del Carchi. Babahoyo - Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/143/T-UTB-FACIAG-AGR-000039.03.pdf;jsessionid=262697173A43ADC71EB2CD67C32DFA6C?sequence=10>
- León , M. (2015). Respuesta de lechuga (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) y remolacha (*Beta vulgaris* L. var. *conditiva*) a la aplicación al suelo del consorcio de microalgas (*Chlorella* sp.) Y (*Scenedesmus* sp.). Quito: Universidad Central del Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6757/1/T-UCE-0004-21.pdf>
- Lique, M. (2020). Evaluación de la producción de lechuga cressa (*Lactuca sativa*) con aplicación de dos niveles de estiércol de ovino en ambiente atemperado en la localidad de Patacamaya. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/25687/TS-2840.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mauseth, J. D. (2014). Botánica; Introducción a la biología vegetal. Filadelfia; Saunders: University of Texas at Austin. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=0BGEs95p5EsC&oi=fnd&pg=PR3&dq=Mauseth,+J.D.+2006.+Botany%3B+An+introduction+to+plant+Biology.+Philadelphia%3B+Saunders.+PP.348-+415&ots=55R_5zAMrY&sig=5TYJsfsm4aO8HYt2AWOLw3GgQQGQ#v=onepage&q&f=false
- Mendoza, A. (2017). Cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) hidrónica en sistema recirculante "NFT" tipo piramidal con tres niveles de aireación. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Obtenido de <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e2bdec63-a690-4764-8dcf-fe5930708af4/content>
- Mera, M., Recalde, E., & Lema, K. (2019). Evaluación de soluciones de microalgas (*Scenedesmus* sp) como bioestimulante natural en el cultivo hidropónico de lechuga (*Lactuca sativa*). Ibarra: Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra.
- Montenegro, D. (2007). Uso de biorreguladores en el cultivo de hortalizas bajo invernadero. México.

- Olmo Axayacatl. (2022). Estadísticas mundiales de producción de lechuga. Recuperado el 18 de Mayo de 2023, de Blog Agricultura.
- Padilla, W. (2015). “Uso de biorreguladores en el crecimiento y maduración de frutos de piña MD2 (Ananas comusus)”. Quevedo - Ecuador: Universidad Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2384/1/T-UTEQ-0294.pdf>
- Pastuña, A. (S.f.). El Cultivo De La Lechuga (Lactuca Sativa L.). Universidad Técnica de Babahoyo. Recuperado el 2 de Mayo de 2023
- Pérez, F., & Laborde, J. (1994). Introducción a la fisiología vegetal. España: Mundi Prensa Libros.
- Pincay, G. (2016). Comportamiento de tres dosis de Hidratantes en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.), en Huerto Organopónico en el Cantón Marcelino Maridueña, provincia del Guayas. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/6939/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRONO-17.pdf>
- Pinzón, H., Laverde, H., & Clavijo, J. (1993). Producción de semilla de lechuga en Colombia. Revista Agronomía Colombiana , 105-113.
- Quispe, L. (2015). Evaluación de seis variedades de lechuga (Lactuca sativa L.) cultivadas con el sistema hidropónico recirculante NFT en el Centro Experimental de Cota Cota. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés.
- Ramírez, E. L., Castillo, C. A., Navarro, E. A., & Carrillo, E. (2015). Efecto de productos con reguladores de crecimiento sobre la floración y amarre de fruto en chile ‘habanero’. Revista Chapingo. Recuperado el 5 de Mayo de 2023, de <https://www.redalyc.org/pdf/609/60912502014.pdf>
- Ramirez, M. (2018). El uso de pesticidas en la agricultura y su desorden ambiental. Rev. enferm. vanguard. 2018; 6(2): 40-4. Obtenido de <file:///C:/Users/Personal/Downloads/210-Texto%20del%20art%C3%ADculo-847-1-10-20200129.pdf>
- Ramirez, N. (2022). Efecto de tres estimulantes radiculares en las características Morfo-productivas de la lechuga (Lactuca sativa L.) hidropónica. Tumbes: Universidad Nacional de Tumbes. Obtenido de

<https://repositorio.untumbes.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12874/63743/TESIS%20-%20RAMIREZ%20NU%C3%91EZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Saavedra, G. (2017). Manual de producción de Lechuga. Instituto de Desarrollo Agropecuario - Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA La Platina). Obtenido de <https://es.scribd.com/document/410683988/Manual-de-lechuga-Inia-pdf>

Sánchez, J. (2015). Evaluación del efecto de tres dosis de reguladores de crecimiento en el cultivo de hortalizas en el Barrio Centro, Parroquia La Libertad, Cantón Espejo, Provincia Del Carchi. Ibarra – Ecuador: UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.

Suárez, D. (2013). “Determinación de los cambios físico-químicos, sensoriales y microbiológicos en la lechuga (*Lactuca sativa*), variedad capitata sometida a tratamiento con luz ultravioleta de onda corta (UV-C)”. AMBATO – ECUADOR: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6737/1/AL%20524.pdf>

Teran, D. (2015). Comportamiento Agronómico del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) con diferentes abonos orgánicos en el Colegio Pueblo Nuevo Cantón El Empalme. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/3bd37cc7-c250-40e1-b3fc-8f8a841e8705/content>

Terry, A., Ruiz, J., Tejada, T., Escobar, I., & Díaz, M. (2011). Respuesta del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) a la aplicación de diferentes productos bioactivos. Instituto Nacional de Ciencias Agraria. Obtenido de redalyc.org/pdf/1932/193222352010.pdf

Valadez, A. (1997). Producción de hortalizas. México.

Valencia, E. (2012). "Evaluación del efecto de biorreguladores para mejorar el amarre, rendimiento y calidad del fruto en tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) cultivar anaranjado gigante". Sangolquí: Escuela Politécnica del Ejército. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/6067/T-ESPE-IASA%20I-004596.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vallejo, F., & Estrada, E. (2004). Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/17559>

- Valverde, M. (16 de Diciembre de 2021). Bioestimulantes agrícolas: El futuro de la agricultura sostenible. Obtenido de <https://www.zschimmer-schwarz.es/noticias/bioestimulantes-agricolas-el-futuro-de-la-agricultura-sostenible/>
- Vásquez, J., & Lobo, M. (2015). Hortalizas. Manual de asistencia técnica. Obtenido de <https://1library.co/document/q056rmgy-hortalizas.html>
- Ventura, R. B., Otiniano, A. J., & Alvarado, H. L. (2020). Las fitohormonas una pieza clave en el desarrollo de la agricultura. Scielo, 150-164.
- Villee, C. A. (1988). Hormonas vegetales. México: Mc. Graw - Hill.
- Wikifarmer. (28 de Julio de 2019). Cómo Cultivar Lechuga – Guía Completa de Cultivo de la Lechuga, desde la Siembra hasta la Cosecha. Obtenido de <https://wikifarmer.com/es/como-cultivar-lechuga-guia-completa-de-cultivo-de-la-lechuga-desde-la-siembra-hasta-la-cosecha/>
- Yance, M. (2012). Establecimiento del cultivo hidropónico de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Great Lakes 188, mediante la utilización de diferentes tipos de sustratos sólidos en la zona de Babahoyo. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo. Recuperado el 17 de Mayo de 2023, de SAKATA: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/201>
- Yance, M., & Rendón, M. (2012). Establecimiento del cultivo hidropónico de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Great Lakes 188, mediante la utilización de diferentes tipos de sustratos sólidos en la zona de Babahoyo. Babahoyo - Ecuador. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/201>

ANEXOS

Anexo 1. Contrato de cesión no exclusiva de derecho de autor

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebra de una parte: Caballero Tapia Kevin Renan con C.I. 0503607632 y Muylema León Limber Freddy con C.I. 1205444241, de estado civil soltera/o y con domicilio en La Maná-Cotopaxi, a quien en lo sucesivo se denominará **LOS CEDENTES**; y, de otra parte, la Dra. Idalia Eleonora Pacheco Tigselema., en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LAS CEDENTES son personas naturales estudiantes de la carrera de **Agronomía**, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **Efecto de biorreguladores sobre el crecimiento y rendimiento de lechuga crepsa (*Lactuca sativa*)** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. Octubre 2017 – Agosto 2023

Aprobación HCA. -

Tutor. - Ing. Jonathan Bismar López Bósquez, Mgs.

Tema: “Efecto de biorreguladores sobre el crecimiento y rendimiento de lechuga crepsa (*Lactuca sativa*)”

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

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

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

a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.

b) La publicación del trabajo de grado.

c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

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

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

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

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

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la

resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 24 días del mes de febrero del 2023.



Caballero Tapia Kevin Renan

EL CEDENTE



Muylema León Limber Freddy

EL CEDENTE

Dra. Idalia Eleonora Pacheco Tigselema

EL CESIONARIO

Anexo 2. Currículum del tutor

JONATHAN BISMAR LÓPEZ BÓSQUEZ

Tel: 0969884450 - 0997845551 - 052771332

E-mail: jonh.lpz@gmail.com / jonh_jr@hotmail.com



FORMACIÓN ACADÉMICA

2005 - 2011
Quevedo - Ecuador

ESTUDIOS SUPERIORES INGENIERO AGRÓNOMO

Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Facultad de Ciencias Agrarias
Escuela de Ingeniería Agronómica
Unidad Educativa Abdón Calderón Muñoz

2018 - 2021
Manabí - Ecuador

CUARTO NIVEL

MAGISTER

Maestría en Agronomía
Mención, Producción Agrícola Sostenible
Universidad Técnica Estatal de Manabí
Instituto de Posgrado

EXPERIENCIA LABORAL

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

Docente: Carrera Ingeniería Agronómica

INSTITUTO TECNOLOGICO SUPERIOR CIUDAD DE VALENCIA

Docente: Carrera Tecnología Superior en Producción Agrícola

FEBRES CORDERO CIA DE COMERCIO SA. AGRICOLA COMERCIAL

Cargo: Técnico Comercial

Actividades Realizadas: Parcelas demostrativas, ensayos comerciales, atención a clientes directos pos venta, desarrollo con distribuidores en cultivos, Maíz, Soya, Arroz, Cacao, Maracuyá.

TRANSMAR - ECUADOR

Anexo 3. Currículum de los estudiantes**DATOS INFORMATIVOS PERSONALES DEL ESTUDIANTE****DATOS PERSONALES****APELLIDOS:** CABALLERO TAPIA**NOMBRES:** KEVIN RENAN**ESTADO CIVIL:** SOLTERO**CEDULA DE CIUDADANÍA:** 0503607632**NUMERO DE CARGAS FAMILIARES:** 0**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** LATACUNGA, COTOPAXI 18-04-1996**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** CHIPE HAMBURGO N2**TELÉFONO CELULAR:** 0981023482**EMAIL INSTITUCIONAL:** kevin.caballero7632@utc.edu.ec**TIPO DE DISCAPACIDAD:** NINGUNO**NUMERO DE CARNET CONADIS:** NINGUNO**ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS**

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO
BACHILLERATO	Informática	14/03/2014

DATOS INFORMATIVOS PERSONALES DEL ESTUDIANTE

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: MUYLEMA LEON

NOMBRES: LIMBER MUYLEMA

ESTADO CIVIL: SOLTERO

CEDULA DE CIUDADANÍA: 1205444241

NUMERO DE CARGAS FAMILIARES: NINGUNO

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: 21 DE AGOSTO DEL AÑO 1998

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: VALENCIA PARROQUIA NUEVA UNIÓN

TELÉFONO CELULAR: 0992067311

EMAIL INSTITUCIONAL: limber.muylema4251@utc.edu.ec

TIPO DE DISCAPACIDAD: NINGUNO

NUMERO DE CARNET CONADIS: NINGUNO

ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS



NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO
BACHILLERATO	Industriales	26/02/2016

Anexo 4. Informe de antiplagio



CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

CABALLERO Y MUYLEMA_LECHUGA2023

5% Similitudes
< 1% Texto entre comillas
< 1% similitudes entre comillas
2% Idioma no reconocido

Nombre del documento: CABALLERO Y
MUYLEMA_LECHUGA2023.pdf

ID del

documento: 5954f32599a799292a05f6fda92d31b1ead0a32b

Tamaño del documento original: 919,33 kB

Depositante: JONATHAN BISMAR LOPEZ BOSQUEZ

Fecha de depósito: 23/7/2023

Tipo de carga: interface

fecha de fin de análisis: 23/7/2023

Número de palabras: 10.518

Número de caracteres: 66.893

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes

Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Tesis Terminada Herrera-Ormaza (2).pdf Tesis Terminada Herrera-Ormaza... #c0769a El documento proviene de mi grupo 20 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (160 palabras)
2	repositorio.utc.edu.ec Producción de la ZUCCHINI (Curcubita pepo L.) http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4117/3/AUTC-PIM-000085.pdf.txt 20 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (127 palabras)
3	repositorio.utc.edu.ec http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8565/1/AUTC-PIM-000456.pdf 20 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (110 palabras)
4	repositorio.utn.edu.ec Evaluación del efecto de tres dosis de reguladores de creci... http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/4450/7/03_AGP_186_TESIS.pdf.txt	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (49 palabras)
5	repositorio.utc.edu.ec http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9452/1/PC-002400.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (32 palabras)

Anexo 5. Aval de traducción del idioma ingles



CENTRO
DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“EFECTO DE BIORREGULADORES SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE LECHUGA CRESPA (*Lactuca sativa*)”**, presentado por **Caballero Tapia Kevin Renan y Muylema León Limber Freddy**, egresados de la Carrera de: **Agronomía**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, agosto del 2023

Atentamente,

Mg. Núñez Moreira Wendy Elizabeth
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0925025041

Anexo 6. Fotografías de la investigación

Fotografía 1. Limpieza del terreno



Elaborado por: Caballero & Muylema (2023)

Fotografía 2. Realización de camas



Elaborado por: Caballero & Muylema (2023)

Fotografía 3. Toma de datos



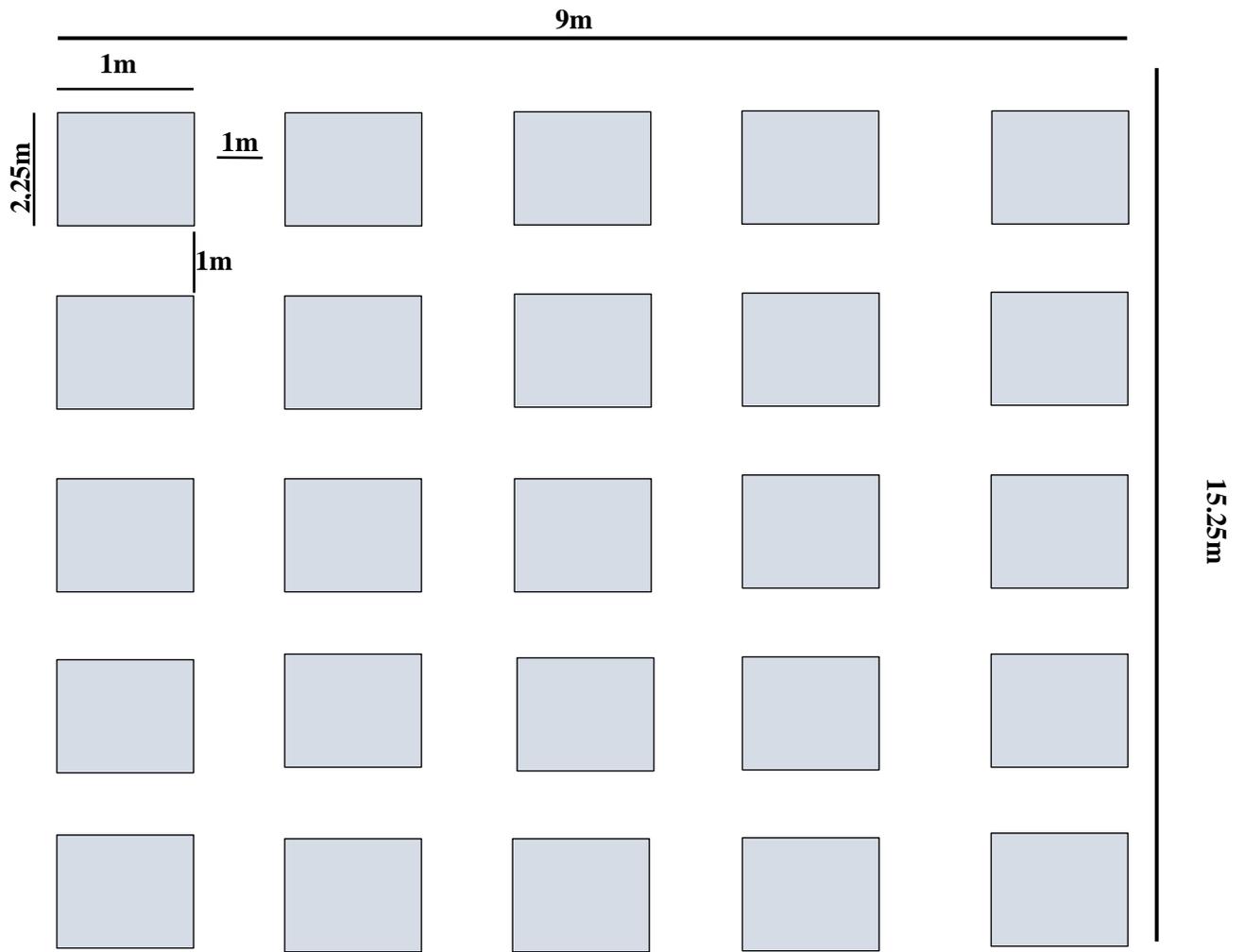
Elaborado por: Caballero & Muylema (2023)

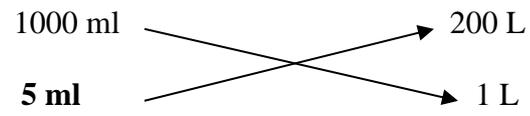
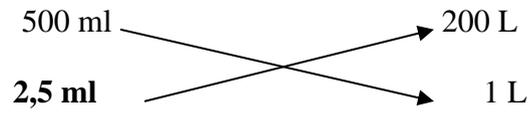
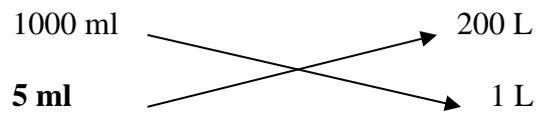
Fotografía 4. Cosecha



Elaborado por: Caballero & Muylema (2023)

Anexo 7. Croquis



CÁLCULOS DE DOSIS**Giberelina****Citoquinina****Auxina****Brasinoesteroides**