UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

"EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES DIFERENTES BIOESTIMULANTES (EXTRACTO DE ALGAS MARINAS, ÁCIDOS HÚMICOS Y ÁCIDOS FÚLVICOS) EN EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE CAPULÍ (*Prunus serotina*) UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, CAMPUS SALACHE".

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

Autores:
Ganchala Tigmasa Brayan Fabricio

Tutor:
Jácome Mogro Emerson Javier

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2026

DECLARACION DE AUTORIA

Ganchala Tigmasa Brayan Fabricio, con cédula de ciudadanía No. 0503934077, declaro ser autor del presente Proyecto de Investigación: **"EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES DIFERENTES BIOESTIMULANTES (EXTRACTO DE ALGAS MARINAS, ÁCIDOS HÚMICOS Y ÁCIDOS FÚLVICOS) EN EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE CAPULÍ (*Prunus serotina*) UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, CAMPUS SALACHE",** siendo el Ing. Ph.D. Emerson Javier Jácome Mogro, 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 mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 3 de agosto del 2026

Brayan Fabricio Ganchala Tigmasa
C.C: 05039343077
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **GANCHALA TIGMASA BRAYAN FABRICIO**, identificado con cédula de ciudadanía 0503934077 de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE;** y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. – El CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **"EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES DIFERENTES BIOESTIMULANTES (EXTRACTO DE ALGAS MARINAS, ÁCIDOS HÚMICOS Y ÁCIDOS FÚLVICOS) EN EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE CAPULÍ (*Prunus serotina*) UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, CAMPUS SALACHE",** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico
Inicio de la carrera: abril 2022 - agosto 2022

Finalización de la carrera: abril 2026- agosto 2026

Tutor: Ing. Emerson Javier Jácome Mogro, Ph.D.

Tema: **"EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES DIFERENTES BIOESTIMULANTES (EXTRACTO DE ALGAS MARINAS, ÁCIDOS HÚMICOS Y ÁCIDOS FÚLVICOS) EN EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE CAPULÍ *(Prunus serotina*) UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, CAMPUS SALACHE".**

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, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

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

a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
b) La publicación del trabajo de grado.
c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial

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

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 3 días del mes de agosto del 2026.

Brayan Fabricio Ganchala Tigmasa	Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.
EL CEDENTE	**LA CESIONARIA**

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

"EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES DIFERENTES BIOESTIMULANTES (EXTRACTO DE ALGAS MARINAS, ÁCIDOS HÚMICOS Y ÁCIDOS FÚLVICOS) EN EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE CAPULÍ (*Prunus serotina*) UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, CAMPUS SALACHE", de Ganchala Tigmasa Brayan Fabricio, de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 3 de agosto del 2026

Ing. Emerson Javier Jácome Mogro, Ph.D.
C.C: 0501974703
DOCENTE TUTOR

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Ganchala Tigmasa Brayan Fabricio con el título de Proyecto de Investigación: **"EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES DIFERENTES BIOESTIMULANTES (EXTRACTO DE ALGAS MARINAS, ÁCIDOS HÚMICOS Y ÁCIDOS FÚLVICOS) EN EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE CAPULÍ (*Prunus serotina*) UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, CAMPUS SALACHE",** ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 3 de agosto del 2026

Ing. Carlos Javier Torres Miño, Ph.D.	Ing. Cristian Santiago Jiménez Jácome, Mg.
C.C: 0502329238	C.C: 0501946263
LECTOR 1 (PRESIDENTE)	**LECTOR 2 (MIEMBRO)**

Ing. David Santiago Carrera Molina, Mg.

C.C: 0502663180

LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios por darme salud, fortaleza y sabiduría para culminar esta importante etapa de mi vida, permitiéndome alcanzar una de las metas más significativas de mi formación profesional.

A mis padres y a toda mi familia, por su amor, apoyo incondicional, confianza y sacrificio. Gracias por motivarme a seguir adelante en los momentos difíciles y por creer siempre en mis capacidades.

A mi tutor, Ing. Emerson, por su orientación, conocimientos, paciencia y acompañamiento durante el desarrollo de esta investigación. Sus observaciones y recomendaciones fueron fundamentales para la culminación de este trabajo.

A los docentes de la Carrera de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi, quienes compartieron sus conocimientos, experiencias y valores a lo largo de mi formación académica, contribuyendo de manera significativa a mi desarrollo profesional.

A mis amigos Jonathan Sopalo, Jonathan Guanoluisa, Paúl Heredia, Carlos Chorlango, César de la Cruz, Cristian Cajas, Carolina Jima, Katherine Tucumbi y Heydi Quishpe por su amistad, apoyo, compañerismo y palabras de ánimo durante esta etapa universitaria. Gracias por los momentos compartidos y por estar presentes a lo largo de este camino.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una u otra manera, brindaron su apoyo y contribuyeron al desarrollo y culminación de esta investigación.

Brayan Fabricio Ganchala Tigmasa

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por darme la fortaleza, la sabiduría y la oportunidad de culminar una de las metas más importantes de mi vida.

A mi familia, especialmente a mi mamá y a mi papá, por su amor incondicional, esfuerzo, sacrificio y confianza. Gracias por acompañarme en cada paso, por sus consejos y por ser el pilar que me impulsó a seguir adelante hasta alcanzar este logro.

A mi abuelita, por su cariño, sus oraciones y el apoyo que siempre me brindó. Y, de manera muy especial, a mi abuelito, quien hoy descansa en paz. Aunque ya no esté físicamente conmigo, su recuerdo, sus enseñanzas y el amor que me dio vivirán siempre en mi corazón

A una persona muy especial, que, sin saberlo, contribuyó a mi crecimiento personal y me dejó enseñanzas que llevaré conmigo, aunque no este conmigo siempre guardaré con cariño los recuerdos, las experiencias compartidas y todo aquello que me ayudó a convertirme en la persona que soy hoy "A".

Brayan Fabricio Ganchala Tigmasa

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: "EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES DIFERENTES BIOESTIMULANTES (EXTRACTO DE ALGAS MARINAS, ÁCIDOS HÚMICOS Y ÁCIDOS FÚLVICOS) EN EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE CAPULÍ (*Prunus serotina*) UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, CAMPUS SALACHE".

Autor:
Ganchala Tigmasa Brayan Fabricio

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de tres bioestimulantes (extracto de algas marinas, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos), aplicados en tres dosis diferentes, sobre el crecimiento de plantas de capulí (*Prunus serotina*) establecidas en el Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi. La investigación respondió a la necesidad de generar información técnica sobre alternativas de manejo que contribuyan al desarrollo inicial de esta especie forestal y frutal de importancia para la región andina del Ecuador. Se empleó un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial 3 × 3 y tres repeticiones, evaluándose nueve tratamientos correspondientes a la combinación de bioestimulantes y dosis de aplicación. Las variables analizadas fueron altura de planta, número de brotes y relación costo-beneficio. Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 5 % de significancia, utilizando el software InfoStat. Los resultados mostraron que, para la variable altura, no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos durante las evaluaciones realizadas a los 0, 15, 30 y 45 días ($p>0,05$). En la variable número de brotes únicamente se observaron diferencias significativas entre bioestimulantes a los 15 días, mientras que en las evaluaciones posteriores no se detectaron diferencias estadísticas. Aunque algunos tratamientos presentaron promedios superiores de crecimiento, estos no representaron ventajas significativas respecto a los demás. El análisis beneficio-costo, el tratamiento T2 (extracto de algas marinas + 2 ml/l) presentó el valor más favorable (B/C = 1,57), mientras que el tratamiento T9 (ácidos fúlvicos + 4 ml/l) registró la menor rentabilidad (B/C = 0,95). Se concluye que, bajo las condiciones en que se desarrolló el ensayo, los bioestimulantes evaluados no modificaron significativamente el crecimiento del capulí durante el periodo experimental, por lo que se recomienda realizar evaluaciones de mayor duración, bajo diferentes condiciones de manejo agronómico.

Palabras clave: bioestimulantes, capulí, *Prunus serotina*, crecimiento vegetativo, extracto de algas, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

TITLE: "EVALUATION OF THE EFFECT OF THREE DIFFERENT BIOSTIMULANTS (SEAWEED EXTRACT, HUMIC ACIDS, AND FULVIC ACIDS) ON THE GROWTH OF CAPULÍ (*Prunus serotina*) PLANTS AT THE TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI, SALACHE CAMPUS".

Author:
Ganchala Tigmasa Brayan Fabricio

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of three biostimulants (seaweed extract, humic acids, and fulvic acids), applied at three different doses, on the growth of capulí (*Prunus serotina)* plants established at the Salache Campus of the Technical University of Cotopaxi. The research addressed the need to generate technical information on management alternatives that contribute to the initial development of this forest and fruit species, which is important for the Andean region of Ecuador. A completely randomized block design with a 3 × 3 factorial arrangement and three replications was used, evaluating nine treatments corresponding to the combination of biostimulants and application rates. The variables analyzed were plant height, number of shoots, and cost-benefit ratio. The data obtained were subjected to analysis of variance and comparison of means using Tukey's test at a 5% significance level, using InfoStat software. The results showed that, for the height variable, there were no statistically significant differences among treatments during the evaluations conducted at 0, 15, 30, and 45 days ($p > 0.05$). For the number of shoots variable, significant differences were observed only between biostimulants at 15 days, while no statistically significant differences were detected in subsequent evaluations. Although some treatments showed higher average growth rates, these did not represent significant advantages over the others. In the cost-benefit analysis, treatment T2 (seaweed extract + 2 ml/l) had the most favorable value (B/C = 1.57), while treatment T9 (fulvic acids + 4 ml/l) had the lowest cost-effectiveness (B/C = 0.95). It is concluded that, under the conditions in which the trial was conducted, the biostimulants evaluated did not significantly alter the growth of capulí during the experimental period; therefore, it is recommended to conduct longer-term evaluations under different agronomic management conditions.

Keywords: Biostimulants, Capulí, *Prunus serotina*, Vegetative growth, Seaweed extract, Humic acids, Fulvic acids.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACION DE AUTORIA ..... **ii**

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR ..... **iii**

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN ..... **v**

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN ..... **vi**

AGRADECIMIENTO ..... **vii**

DEDICATORIA ..... **viii**

RESUMEN ..... **ix**

ABSTRACT ..... **x**

ÍNDICE DE CONTENIDO ..... **xi**

INIDICE DE TABLAS ..... **xiv**

INDICE DE FIGURAS ..... **xiv**

1. INFORMACION GENERAL **1**

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO **2**

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO **2**

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN **3**

5. OBJETIVOS: **4**

5.1 General **4**

5.2 Específicos **4**

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS **4**

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA **7**

I. GENERALIDADES **7**

II. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA **8**

III. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA **8**

IV. REQUERIMIENTOS CLIMATICOS 9

V. IMPORTANCIA DEL CAPULI 9

VI. MANEJO AGRONOMICO 10

VII. NUTRICION 10

VIII. NUTRICIÓN FOLIAR 10

IX. BIOESTIMULANTES 11

TIPOS DE BIOESTIMULANTES 11

a) EXTRACTO DE ALGAS *..... 11*

b) ACIDOS HUMICOS- FULVICOS *..... 12*

COMPOSICÓN DE LOS BIOESTIMULANTES 12

a) BENEFICOS DE LOS BIOESTIMULANTES 13

EFECTO DE DOSIS 13

EFECTO EN EL CAPULI 14

8. VALIDACION DE HIPOTESIS 15

HIPÓTESIS 15

i. Hipótesis nula 15

ii. Hipótesis alternativa 15

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL 15

9.1 ÁREA DE ESTUDIO 15

9.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN 15

9.3 MODALIDADES BASICAS DE INVESTIGACIÓN 16

9.3.1 De Campo 16

9.3.2 Documentos bibliográficos 17

9.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECION DE DATOS PARA LA INVESTIGACIÓN 17

9.4.1 Datos *17*

9.4.2 Análisis estadístico *17*

9.5 DISEÑO EXPERIMENTAL **17**

9.6 TRATAMIENTOS **18**

9.7 DISEÑO DEL ESTUDIO **19**

9.8 VARIABLES **19**

A. VARIABLES INDEPENDIENTES **19**

B. VARIABLES DEPENDIENTES **19**

9.9 RECURSOS **20**

9.10 RECOLECCION DE DATOS **20**

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULATDOS **22**

10.1 Análisis de varianza de Altura *22*

10.2 Análisis de varianza de Brotes *26*

10.3 Costo Beneficio *28*

11. CONCLUSIONES **30**

12. RECOMENDACIONES **31**

13. BIBLIOGRAFIA **32**

14. ANEXOS ..... ¡Error! Marcador no definido.

INIDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Actividades por objetivos. *7*
Tabla 2.- Descripción botánica. *9*
Tabla 3.-Modelo diseño experimental. *18*
Tabla 4.-Tratamientos evaluados. *19*
Tabla 5.-Análisis de la varianza de altura de planta. *22*
Tabla 6.- Tukey al 0,5% de altura. *24*
Tabla 7.-Cuadro de análisis de la varianza de numero de brotes. *26*
Tabla 8.-Tukey al 0,5% de brotes. *27*
Tabla 9.- Relación beneficio-costo (B/C) por tratamiento. *29*

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.-Mapa de Área de propagación UTC. *15*
Figura 2.-Flujograma *16*
Figura 3.-Medidas de parcelas. *19*
Figura 4.-Promedios de altura de planta. *25*
Figura 5.-Promedios de numero de brotes *28*

1. INFORMACION GENERAL

Título del Proyecto:

"Evaluación del efecto de tres diferentes bioestimulantes (extracto de algas marinas, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos) en el crecimiento de plantas de capulí (*Prunus serotina)* Universidad Técnica de Cotopaxi, Campus Salache".

Fecha de inicio:

Mayo 2026

Fecha de finalización:

Julio 2026

Lugar de ejecución:

Parroquia: Eloy Alfaro, Barrio: Salache, Cantón: Latacunga, Provincia: Cotopaxi
Lugar: Universidad Técnica de Cotopaxi.

Facultad que auspicia

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Carrera de Agronomía

Equipo de Trabajo:

Tutor: Ing. Emerson Javier Jácome Mogro, Ph.D.
Lector 1: Ing. Carlos Javier Torres Miño, Ph.D.
Lector 2: Ing. Cristian Santiago Jiménez Jácome, Mg.
Lector 3: Ing. David Santiago Carrera Molina, Mg.
Coordinador del Proyecto:

Nombre/s: Brayan Fabricio Ganchala Tigmasa
Teléfonos: 0983357990
Correo electrónico: brayan.ganchala4077@utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

Agricultura silvicultura y Pesca – Producción agropecuaria

Línea de investigación:

Análisis, conservación y aprovechamiento racional de la biodiversidad, fauna y recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales.

Sublínea de investigación

Caracterización de la biodiversidad.

Línea de vinculación de la carrera:

Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología, y genética para el desarrollo humano social.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En nuestro país en especial en cantón Cotopaxi se utiliza mucho el capulí en lo que se destaca o tiene importancia es por sus frutos y por los beneficios que aporta, pero en el país todavía existe poca información sobre el uso de bioestimulantes para mejorar su crecimiento durante la etapa de establecimiento en campo. Por esta razón, es necesario realizar investigaciones que permitan conocer cómo responden las plantas a diferentes bioestimulantes y dosis de aplicación, generando información que pueda ser utilizada en futuros estudios y en el manejo del cultivo.

A pesar del creciente interés en el uso de bioestimulantes para mejorar el crecimiento vegetal, existe limitada información sobre su efecto en el desarrollo inicial de (*Prunus serotina*) bajo las condiciones agroecológicas de la provincia de Cotopaxi. Esta falta de evidencia científica limita la formulación de recomendaciones técnicas para viveros y sistemas de producción. Los resultados obtenidos contribuirán a ampliar el conocimiento sobre la respuesta fisiológica del capulí frente a la aplicación de bioestimulantes, proporcionando información útil para investigaciones futuras y para el manejo técnico de esta especie.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

a) Beneficiaros directos

Este proyecto está orientado hacia los alumnos de agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

b) Beneficiarios indirectos

Están destinados a los productores de plantas, ya sea para su cultivo en vivero o en condiciones de campo, en la región de Cotopaxi.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

El capulí (*Prunus serotina*) es una especie frutal nativa de los Andes ecuatorianos, ampliamente distribuida en provincias como Cotopaxi, donde forma parte de sistemas agroforestales y de la biodiversidad local. Además de su importancia ecológica, posee un alto valor nutricional, económico y potencial para programas de reforestación y conservación; sin embargo, su aprovechamiento productivo aún es limitado y existe poca información sobre prácticas agronómicas que permitan mejorar su crecimiento, establecimiento en vivero y en campo (Pathania et al., 2024).

Durante las primeras etapas de desarrollo, las plantas de capulí suelen presentar un crecimiento lento, escasa emisión de brotes y una respuesta variable entre individuos, lo que dificulta la obtención de plantas vigorosas y uniformes para su establecimiento definitivo. Aunque la especie es reconocida por su adaptabilidad a las condiciones de la región andina, el desarrollo inicial depende en gran medida de un adecuado manejo agronómico, en zonas de Cotopaxi, donde se han reportado variaciones en las propiedades edáficas y microbiológicas que pueden influir en el crecimiento vegetal (Baquero et al., 2023).

El empleo de estos extractos se ha presentado como una solución ante esta problemática para optimizar el crecimiento de las plantas, debido a que dichos productos promueven procesos fisiológicos como la absorción de nutrientes, la actividad metabólica y la tolerancia a situaciones estresantes. Sin embargo, en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi hay poca información acerca del impacto que estos productos tienen sobre el crecimiento temprano de las plantas de capulí. Por lo tanto, es imperativo crear información técnica que ayude a perfeccionar su manejo y potenciar su producción en la zona.

5. OBJETIVOS:

5.1 General

Evaluar el efecto de la aplicación de bioestimulantes (extractos de algas marinas y ácidos húmicos-fúlvicos) en el crecimiento en plantas de capulí (*Prunus serotina)* Universidad Técnica de Cotopaxi, Campus Salache.

5.2 Específicos

- Identificar el mejor bioestimulante.
- Determinar la mejor dosis para el desarrollo de plantas de capulí en vivero (*Prunus serotina*).
- Identificar el mejor tratamiento de bioestimulantes + dosis (*Prunus serotina*).

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

OBJETIVO 1	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	RESULTADOS
• Identificar el mejor bioestimulante.	*Revisión bibliográfica sobre bioestimulantes.	* Indagación de datos en artículos, tesis y libros relacionados con bioestimulantes.	* Información recopilada sobre bioestimulantes.
	* Preparación del área experimental.	*Limpieza y delimitación del terreno donde se realizará el ensayo.	* Área experimental lista para la investigación.
	* Aplicación de los bioestimulantes.	* Aplicación de los tratamientos según las dosis establecidas.	* Tratamientos aplicados correctamente.
	* Recopilación de datos para las variables.	* Medición de altura, número de brotes cada 15 días.	* Datos obtenidos de las variables evaluadas.

	* Tratamiento estadístico de datos.	* Evaluación de datos usando el programa InfoStat.	* Identificación del bioestimulante con mejor respuesta en el desarrollo vegetativo.

OBJETIVO 2	**ACTIVIDAD**	**METODOLOGÍA**	**RESULTADOS**
• Determinar la mejor dosis para el desarrollo de plantas de capulí (*Prunus serótina*).	* Análisis bibliográfico sobre las dosis de bioestimulantes.	*Buscar y leer artículos científicos relacionados con dosis y aplicaciones de bioestimulantes.	* Información adquirida de las variables relacionadas con el crecimiento vegetativo.
	* Revisión de las dosis recomendadas en la etiqueta del producto.	*Consultar las recomendaciones del fabricante para establecer las dosis de aplicación.	*Dosis definidas para la evaluación experimental.
	*Aplicación de tratamientos en campo.	*Aplicar las dosis en cada bloque experimental manteniendo las mismas condiciones de manejo agronómico.	*Determinación de la dosis más eficiente de bioestimulante.
	*Evaluación periódica de variables agronómicas.	* Realizar la medición de la altura de las plantas y el conteo de los brotes cada dos semanas.	
	*Registro y análisis estadístico de datos.	*Ingresar los datos recopilados en el software InfoStat para el análisis estadístico correspondiente.	

OBJETIVO 3	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	RESULTADOS
Identificar el mejor tratamiento de bioestimulante + dosis (*Prunus serotina*).	*Implementación de los tratamientos experimentales.	*Establecimiento de las combinaciones bioestimulante + dosis según el diseño experimental. En investigaciones agrícolas.	*Tratamientos establecidos en el área experimental.
	* Aplicación de los tratamientos.	*Aplicación periódica de las combinaciones bioestimulante + dosis de acuerdo con el cronograma de investigación.	*Tratamientos aplicados correctamente.
	* Evaluación de variables agronómicas.	* Medición quincenal de la altura de la planta y del número de brotes.	*Información recopilada de las variables evaluadas.
	* Procesamiento y análisis de datos.	*Las variables agronómicas serán evaluadas cada 15 días mediante mediciones directas en campo.	*Resultados estadísticos obtenidos de la interacción bioestimulante + dosis.
	* Interpretación de resultados.	* El programa InfoStat se usará para procesar los datos obtenidos, a	*Identificación del mejor tratamiento bioestimulante +

	través de análisis de varianza y prueba de Tukey, con el objetivo de determinar cuál es el tratamiento más eficaz.	dosis para el desarrollo vegetativo del capulí.

Tabla 1.- Actividades por objetivos.

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

Capulí (*Prunus serotina*)

I. GENERALIDADES

El capulí, también llamado cerezo criollo americano o (*Prunus serotina)* (black cherry), es un árbol que se originó en América, concretamente en México, y ha estado presente desde antes de la llegada de los españoles. Su nombre proviene de la expresión mahua capolli; cabe destacar que, en América del Norte, los frutos de Prunus serotina son pequeños, con un diámetro de entre 6 mm y 10 mm; sin embargo, en América Central y del Sur son carnosos y tienen un diámetro que oscila entre 2 cm y 3,5 cm (Guzman et al., 2020).

El capulí se encuentra en las regiones áridas del corredor interandino de Ecuador, a altitudes que oscilan entre los 1800 y los 3400 msnm, desde la provincia norteña de Carchi hasta la sureña Loja. No obstante, la mayor densidad de esta especie corresponde a las provincias andinas centrales (Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo), consideradas como el hábitat perfecto para su óptimo crecimiento. Sin embargo, el número de ejemplares del capulí está disminuyendo considerablemente en varias zonas donde esta especie está al borde de desaparecer por el mal uso del suelo; por ejemplo, cuando estas zonas se convierten en aparcamientos públicos. Asimismo, muchos árboles han sido talados para dar lugar a pastizales. Principalmente, la especie ha sido ignorada por la sociedad, dado su gradual desaparición, en parte debido a la alta demanda de cultivos como el tomate (Carrasco Baquero et al., 2023).

II. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Su clasificación botánica se describe a continuación:
Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Rosales
Familia: Rosaceae
Subfamilia: Amygdaliodeae
Género: Prunnus
Especie: *P. serotina*
Nombre común: Capulí

III. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

En Ecuador, se le caracteriza a esta especie como una planta del género Prunus que es leñosa. Las personas llegan a medir 15 metros de altura, en promedio. Poseen una corteza externa de color marrón y una interna de color blanco. Los frutos son drupas negras que contienen solamente una semilla, y las flores están dispuestas en racimos de color blanco (Chisaguano & Armando, 2012).

NOMBRE	DESCRIPCION
Raíz	Esta especie de planta presenta un sistema radicular bien desarrollado desde sus primeras etapas de crecimiento, compuesto de una raíz principal profunda y múltiples raíces secundarias laterales
Tallo	El árbol posee un tronco recto y ramas arqueadas de crecimiento ascendente, las cuales forman una copa amplia y frondosa. Su corteza es de color oscuro y, a medida que el árbol envejece, adquiere una textura agrietada, mientras que la madera se caracteriza por ser dura y de tonalidad rojiza.
Hojas	Presentan un follaje denso, con hojas alternas y sencillas, que tienen bordes dentados y cuya forma es elíptica o lanceolada. Asimismo, las hojas tienen una coloración verde fuerte en la cara superior y más tenue en la inferior. La forma en que se disponen sus ramas permite que las hojas tengan una buena exposición a la luz del sol, lo que beneficia al crecimiento y desarrollo de esta planta.
Ramas	La forma en que se disponen sus ramas permite que las hojas tengan una buena exposición a la luz del sol, lo cual favorece el crecimiento y desarrollo de la planta.

Flores	Las flores son pequeñas, de color blanco y hermafroditas. Durante la floración, se agrupan en racimos colgantes que las hacen muy atractivas.
Frutos	Estos frutos son apreciados por su sabor, importante aporte nutricional y su contenido de compuestos antioxidantes beneficiosos para la alimentación humana (Borja & Jose, 2017).

Tabla 2.- Descripción botánica.

IV. REQUERIMIENTOS CLIMATICOS

El capulí se encuentra en la región interandina de Ecuador, especialmente en las provincias de Cañar, Azuay, Loja, Chimborazo, Bolívar, Tungurahua y Cotopaxi. Se desarrolla en altitudes que fluctúan entre los 2,300 y los 3,200 m.s.n.m. La especie se amolda a climas templados y fríos, con precipitaciones al año que oscilan entre 600 y 1.500 mm y temperaturas promedio de 10 a 18 °C, características propias de los ecosistemas altoandinos. Además, el capulí se adapta a diversas condiciones agroclimáticas y suelos en la Sierra ecuatoriana, en zonas con humedad moderada y un drenaje adecuado (Borja & Jose, 2017).

V. IMPORTANCIA DEL CAPULI

El capulín ha sido aprovechado tradicionalmente por sus múltiples usos, destacándose como una especie de interés por su producción de frutos, el aprovechamiento de su madera y su valor ornamental. Sus frutos forman parte de la alimentación , donde suelen consumirse frescos o deshidratados, además de emplearse en la elaboración de productos como jaleas y licores (Niembro et al., 2010).

Además, la madera se emplea para producir energía en forma de leña, hacer muebles y otros productos. Asimismo, hay plantaciones establecidas con fines forestales en el país, particularmente en la región de la sierra ecuatoriana. Además, debido a la densidad de su follaje, esta especie se utiliza como cerco vivo, planta ornamental y barrera contra el viento; se han asignado a esta especie forestal características medicinales, por ejemplo, antiespasmódica, sedante y expectorante. Por lo tanto, sus hojas y frutos se emplean en infusiones para luchar contra la tos. Se ha demostrado, además, que sus hojas e inflorescencias son una fuente excepcional de antioxidantes (Mendoza-Castelán & Lugo-Pérez, 2010).

VI. MANEJO AGRONOMICO

El manejo agronómico de la planta Prunus serotina (capulí) abarca tareas que se llevan a cabo con el fin de garantizar un crecimiento y desarrollo apropiado del vegetal. Las prácticas más relevantes son la preparación del terreno, el riego, la fertilización y el control de malezas, plagas y enfermedades; estas acciones permiten mantener al cultivo en condiciones ideales. Asimismo, la poda constituye una labor fundamental, ya que favorece la formación de la copa, mejora la entrada de luz y estimula el crecimiento vegetativo de la planta. La aplicación adecuada de estas prácticas contribuye a obtener plantas más vigorosas, incrementar su productividad y garantizar un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles, cuando el capulí se cultiva en sistemas agroforestales o huertos familiares (Avendano-Gomez et al., 2015).

VII. NUTRICION

La nutrición vegetal es el proceso mediante el cual las plantas absorben, transportan y utilizan los nutrientes esenciales para cumplir sus funciones fisiológicas y completar su ciclo de vida, además estos nutrientes son tomados del suelo a través del sistema radicular y, en menor proporción, del aire y del agua, los elementos minerales se clasifican en macronutrientes y micronutrientes según la cantidad requerida por la planta (Motsara & Roy, 2008).

La nutrición mineral es un factor crucial para el desarrollo y crecimiento del cerezo dulce (*Prunus avium).* Esto se debe a que la cantidad apropiada de nutrientes tiene un impacto directo en la condición fisiológica de la planta, el rendimiento del cultivo y la calidad de sus frutos. También, si se mantiene una fertilización equilibrada, se favorece que los nutrientes sean absorbidos y contribuyan al desarrollo vegetativo; esto permite que el árbol funcione mejor durante su crecimiento. Por lo tanto, un manejo nutricional adecuado es una práctica relevante para cultivar especies del género Prunus. (Santos et al., 2024).

VIII. NUTRICIÓN FOLIAR

Una técnica agronómica empleada para complementar la fertilización del suelo, a través de la dispersión de nutrientes directamente sobre las hojas vegetales. Esta técnica posibilita que los nutrientes se absorban de manera rápida a través de la superficie foliar, lo que ayuda a remediar en menos tiempo las carencias nutricionales. Su aplicación es

particularmente relevante cuando la captación de nutrientes por las raíces se encuentra restringida debido a situaciones como condiciones del suelo poco propicias, problemas con la humedad o escasez de elementos básicos. La aplicación foliar también promueve el crecimiento vegetal, mejora la nutrición de las plantas y ayuda a maximizar la productividad del cultivo siempre que se efectúe en las etapas de desarrollo y dosis apropiadas (Fernandez & Eichert, 2009).

IX. BIOESTIMULANTES

Cuando se aplican en las plantas o en el suelo, los productos mencionados contienen microorganismos o sustancias que ayudan a que los cultivos crezcan y se desarrollen. Su objetivo principal no es brindar nutrientes de manera directa, como lo hacen los fertilizantes convencionales, sino activar mecanismos naturales de la planta que posibilitan un mejor uso de los nutrientes que ya tiene disponibles. Estos productos también posibilitan que las plantas respondan de manera más eficaz frente a circunstancias estresantes, ya sean provocadas por condiciones como la salinidad, la sequía o el frío. Los extractos de algas marinas, los aminoácidos, las sustancias húmicas, los extractos vegetales y los microorganismos que tienen efectos positivos en el crecimiento de las raíces, productividad y desarrollo vegetativo de varios cultivos son algunos ejemplos de bioestimulantes (du Jardin, 2015).

TIPOS DE BIOESTIMULANTES

a) EXTRACTO DE ALGAS

Los extractos de algas marinas son productos naturales que se emplean con gran frecuencia en la agricultura debido a sus efectos positivos sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas. Estos bioestimulantes provienen de algas pardas, siendo (*Ascophyllum nodosum*) una especie muy utilizada por su alto contenido de compuestos bioactivos, como fitohormonas naturales, aminoácidos, minerales, vitaminas y polisacáridos. Todos estos elementos participan en diversos procesos fisiológicos que benefician el desarrollo vegetal. Por otro lado, los extractos de algas marinas ayudan a promover el crecimiento del sistema radicular y la parte aérea de las plantas, lo que propicia una mejor absorción y aprovechamiento de los nutrientes contenidos en el suelo. Asimismo, fomentan la elongación y división de las células, lo que implica un crecimiento vegetativo más grande y

plantas con mayor vigor. Otro elemento relevante es que ayudan a aumentar la aptitud de las plantas para soportar condiciones ambientales adversas, como el estrés hídrico, la sequía, la salinidad o las bajas temperaturas. Se les considera una opción sustentable en el campo agrícola porque colaboran con la disminución del uso excesivo de insumos químicos y promueven una producción más respetuosa con el medio ambiente (Khan et al., 2009).

b) ACIDOS HUMICOS- FULVICOS

Los ácidos fúlvicos y húmicos son totalmente orgánicos y se originan de manera natural por la descomposición de residuos vegetales y animales presentes en la materia orgánica del terreno. También forman parte de las sustancias húmicas. Su uso es muy común en la agricultura debido a los beneficios que brindan al suelo y a las plantas, ya que mejoran sus propiedades físicas, químicas y biológicas, lo que posibilita una retención de agua más alta y un mejor acceso a nutrientes. Asimismo, fomentan el desarrollo del sistema radicular, promoviendo el crecimiento de raíces secundarias y pelos absorbentes; esto permite una absorción más eficaz de agua y nutrientes (Murillo et al., 2026).

Este compuesto orgánico, conocido como ácidos fúlvicos, tiene un peso molecular más bajo, lo que favorece el transporte y la utilización de nutrientes dentro de la planta. Además, numerosos estudios han comprobado que la utilización de sustancias húmicas puede potenciar el crecimiento y desarrollo de las plantas en gran medida. En algunos cultivos se ha observado un incremento del 38 al 59 % en la longitud de las raíces y del 16 al 55 % en la biomasa aérea cuando se aplican dosis apropiadas. Estos compuestos también benefician la actividad fotosintética, estimulan varios procesos metabólicos y optimizan el uso de nutrientes, lo cual ayuda a generar plantas más robustas y productivas (Murillo et al., 2026).

COMPOSICÓN DE LOS BIOESTIMULANTES

La composición de los bioestimulantes puede variar según su origen y el proceso utilizado para su elaboración se usa generalmente, estos productos están formados por sustancias naturales o microorganismos que actúan estimulando diferentes procesos fisiológicos en las plantas. Los extractos de algas marinas, los ácidos húmicos y fúlvicos, los aminoácidos, los hidrolizados de proteínas, los extractos vegetales y varios microorganismos beneficiosos son algunos de los elementos más frecuentes. Cada uno de

estos componentes tiene funciones concretas en la planta. Por ejemplo, las sustancias húmicas favorecen que se absorban y estén disponibles los nutrientes y estimulan el desarrollo del sistema radicular. Las vitaminas, fitohormonas y compuestos bioactivos que poseen las algas marinas promueven el crecimiento vegetal e impulsan a las plantas a afrontar situaciones estresantes. Por otro lado, algunos aminoácidos contienen proteínas que intervienen en procesos metabólicos fundamentales para un mejor desarrollo y crecimiento de las cosechas. Además, ciertos bioestimulantes incluyen microorganismos beneficiosos, como hongos y bacterias que promueven el crecimiento, que favorecen la actividad biológica del suelo y facilitan la asimilación de nutrientes por las raíces. A pesar de que los componentes de los bioestimulantes pueden variar entre productos, todos tienen el objetivo común de impulsar el crecimiento vegetal, optimizar su rendimiento y potenciar su habilidad para adaptarse a situaciones medioambientales desfavorables, lo cual contribuye a una agricultura más sostenible (du Jardin, 2015).

a) BENEFICOS DE LOS BIOESTIMULANTES

• Al optimizar los procesos fisiológicos naturales, contribuyen al crecimiento y la evolución de las plantas.
• Mejoran la absorción y el uso de los nutrientes disponibles, lo que da como resultado una mejor nutrición del cultivo.
• Promueven el crecimiento del sistema de raíces, lo que posibilita la absorción de más agua y nutrientes.
• Asisten a las plantas en la tolerancia a condiciones adversas como son los cambios extremos de temperatura, la sequía y la salinidad.
• Promueven un incremento más significativo de la vegetación al fomentar el crecimiento de ramas, hojas, brotes y raíces.

EFECTO DE DOSIS

El metabolismo primario de las plantas está constituido por fotosíntesis y respiración, procesos esenciales para la producción de compuestos y energía que posibilitan que las plantas crezcan, se desarrollen y se reproduzcan. Cuando estos procesos se mantienen en niveles adecuados, la planta puede realizar sus funciones fisiológicas de manera eficiente (Brestic & Allakhverdiev, 2022).

La fotosíntesis, que está vinculada con la transpiración, convierte la energía de la radiación solar en energía química. Esta energía se guarda en moléculas como el ATP, los carbohidratos y el NADPH. La disponibilidad de agua es un factor crucial para que este mecanismo funcione, porque el agua es esencial para la correcta ejecución del proceso fotosintético. Por lo tanto, cuando las plantas están sometidas a condiciones de estrés hídrico, su capacidad para hacer fotosíntesis se ve reducida, lo cual impacta negativamente en su crecimiento y, en última instancia, disminuye la productividad del cultivo (Anastacio-Angel et al., 2024).

En términos agronómicos, los bioestimulantes suelen aumentar rendimiento, desarrollo radicular, germinación y eficiencia en el uso de nutrientes. En horticultura, varios estudios reportan incrementos de rendimiento del orden de 18-20% en algunos cultivos y contextos, aunque no todos los componentes del rendimiento mejoran a la vez (Sun et al., 2024).

EFECTO EN EL CAPULI

La aplicación de bioestimulantes en especies forestales y frutales, como el capulí (*Prunus serotina*), puede favorecer el crecimiento y desarrollo de las plantas, especialmente durante las etapas iniciales de establecimiento algunas investigaciones realizadas en esta especies del género Prunus han demostrado que estos productos estimulan los procesos fisiológicos relacionados con la absorción y aprovechamiento de nutrientes, así como también la actividad fotosintética y el desarrollo del sistema radicular gracias a esto se ha observado un incremento en variables de crecimiento como el área de las hojas, la altura de la planta, el diámetro del tallo y el rendimiento de biomasa. También se deben a la existencia de compuestos bioactivos como aminoácidos, fitohormonas y sustancias húmicas, que aumentan la fuerza de las plantas y optimizan su habilidad para adaptarse a condiciones ambientales desfavorables. Además, es una opción sustentable para fomentar el crecimiento y la productividad en especies boscosas y frutales (Calvo et al., 2014).

8. VALIDACION DE HIPOTESIS

HIPÓTESIS

i. **Hipótesis nula:** El uso de bioestimulantes, aplicados a diferentes dosis no actúan en plantas de capulí en condiciones de campo
ii. **Hipótesis alternativa:** El uso de bioestimulantes, aplicados a diferentes dosis actúan en plantas de capulí en condiciones de campo.

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1 ÁREA DE ESTUDIO

El campus Salache, que se encuentra en la parroquia Eloy Alfaro del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, fue el lugar donde se llevó a cabo este estudio. Esta parroquia está situada a una altitud de 2.750 m.s.n.m y sus coordenadas geográficas son: longitud de 00°59'57" Sur y latitud de 78°37'05.38" Oeste.



Figura 1.-Mapa de Área de propagación UTC.

9.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Experimental

En lo que respecta al ámbito experimental, se refiere a que la investigación realizada sigue un proceso que se implementará en tratamientos con una o más variables dependientes. La universidad utiliza este tipo de investigaciones para analizar el impacto sobre una variable dependiente y sus causas y efectos. El impacto de tres bioestimulantes

distintos (extracto de algas marinas, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos) en la planta frutal del capulí (Prunus serotina) será analizado.

Descriptiva-cuantitativa

Se realiza mediante la recolección de datos de diferentes variables tales como altura y numero de brotes obtenidas de cada tratamiento a evaluar.

Bibliográfica

Verificación de libros en línea, tesis disponibles y artículos científicos.

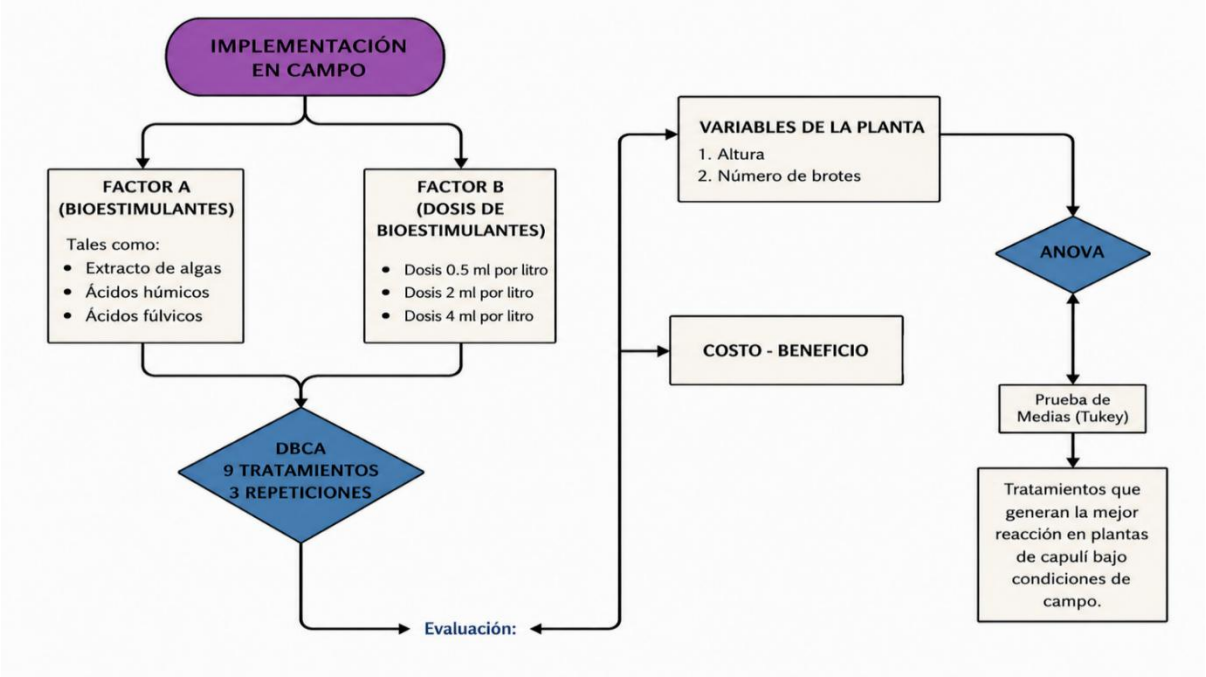


Figura 2.-Flujograma

9.3 MODALIDADES BASICAS DE INVESTIGACIÓN

9.3.1 De Campo

La implementación del proyecto se realizó directamente en el lugar experimental, donde se ejecutaron las actividades requeridas para la instauración y el monitoreo del ensayo.

9.3.2 Documentos bibliográficos

Se obtuvo la información de tesis de la misma Universidad técnica de Cotopaxi, así como también de artículos académicos, maestrías, revistas, libros académicos para poder tener una información valida y concreta.

9.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECION DE DATOS PARA LA INVESTIGACIÓN

9.4.1 Datos

Se empleó un libro de campo o carpeta para registrar toda la información obtenida durante el proceso de investigación.

9.4.2 Análisis estadístico

Para la información adquirida, se empleó un análisis de datos utilizando un diseño experimental con el programa Infostat. También se efectuó el análisis de varianza y la comparación de medidas por medio de la prueba Tukey al 5%, con el objetivo de distinguir las diferencias entre los tratamientos variados y establecer el valor probabilístico, clasificándolos como no significativos (ns), significativos (*) o altamente significativos (**).

9.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó un diseño factorial de 3x3 para la realización del trabajo, el cual se estableció mediante un diseño de bloques totalmente aleatorio (DBCA) que se repitió tres veces. En este, el FACTOR A corresponde a los tipos de bioestimulantes evaluados, y el FACTOR B a las dosis aplicadas en cada tratamiento. Como resultado de estas dos combinaciones, se generaron 9 tratamientos (T1-T9), que fueron distribuidos en cada uno de los bloques. Cada tratamiento fue ubicado dentro de cada repetición, que se realizó al azar. Asimismo, la unidad experimental estuvo constituida por 405 plantas en total, con 135 plantas por bloque experimental.

F de V	GL
Tratamiento	8
A	2
B	2
A*B	4
Repeticiones	2
Error experimental	16
Total	26

Tabla 3.-Modelo diseño experimental.

9.1 FACTOR 1:

Bioestimulantes:

B1: Extracto de algas

B2: Ácidos húmicos

B3: Ácidos fúlvicos

FACTOR 2

Dosis de aplicación.

D1: 0,50 ml/l de agua

D2: 2ml/l de agua.

D3: 4ml/l de agua.

9.6 TRATAMIENTOS

A continuación, se muestra una tabla con los tratamientos diversos, sus dosis, composiciones y cantidades precisas que fueron examinadas en el proyecto de investigación.

TRATAMIENTOS	CODIGOS	DESCRIPCION
T1	**B1 d1**	extracto de algas + 0,5 ml/l
T2	**B1 d2**	extracto de algas + 2 ml/l
T3	**B1 d3**	extracto de algas + 4 ml/l.
T4	**B2 d1**	Ácidos húmicos + 0,5 ml/l

T5	**B2 d2**	Ácidos húmicos + 2 ml/l
T6	**B2 d3**	Ácidos húmicos + 4 ml/l
T7	**B3 d1**	Ácidos fúlvicos + 0,5 ml/l
T8	**B3 d2**	Ácidos fúlvicos + 2 ml/l
T9	**B3 d3**	Ácidos fúlvicos + 4 ml/l

Tabla 4.-Tratamientos evaluados.

9.7 DISEÑO DEL ESTUDIO

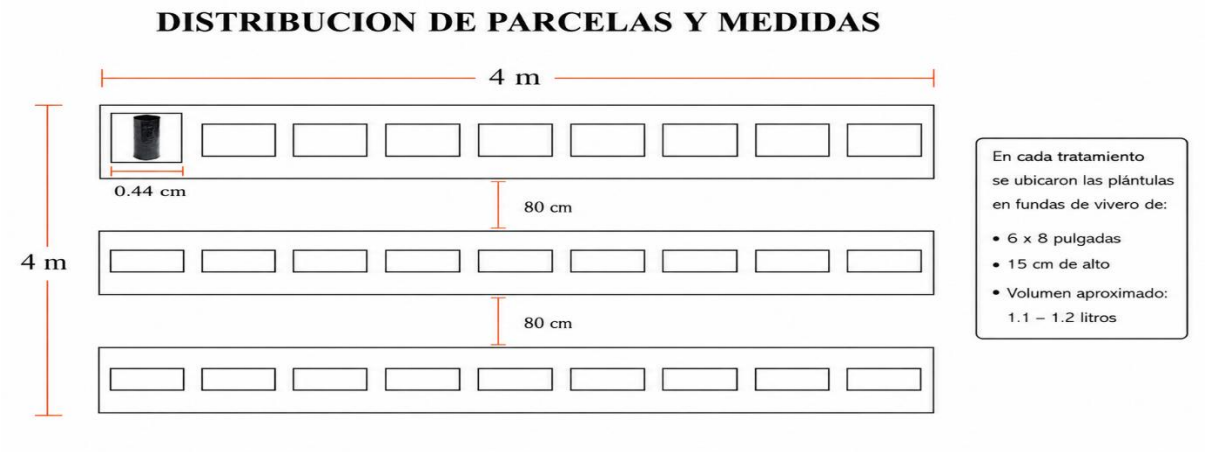


Figura 3.-Medidas de parcelas.

9.8 VARIABLES

A. VARIABLES INDEPENDIENTES

Evaluación de tres diferentes bioestimulantes: dosis y combinaciones

B. VARIABLES DEPENDIENTES

a) Altura de planta

Se emplearon datos de hojas impresas o de un cuaderno de campo para medir la altura de las plantas. Con una cinta métrica o una regla, se registró la información de cada planta. La recolección de datos se realizó quincenalmente y se consideraron 15 plantas por tratamiento, que van a proporcionar los datos estadísticos mencionados.

b) Numero de brotes

Durante el periodo de evaluación, se contabilizarán directamente los brotes producidos por cada planta. Este monitoreo se llevó a cabo durante todo el proyecto y las mediciones se realizarán cada dos semanas, tomando en cuenta las plantas elegidas dentro de cada unidad experimental. Los datos obtenidos permitirán determinar cómo los tratamientos afectan la emisión de brotes y comparar su impacto en el crecimiento real de las plantas y en el desarrollo foliar de cada tratamiento establecido.

c) Relación costo beneficio

Para cada tratamiento, se calculará la relación entre los beneficios y los costos con el fin de determinar su rentabilidad en términos económicos. Esta evaluación hará posible que se comparen los costos de producción y las ganancias conseguidas en cada tratamiento, lo cual ayudará a determinar cuál es la opción más favorable desde el aspecto económico.

9.9 RECURSOS

9.10 RECOLECCION DE DATOS

Se utilizó información verdadera de fuentes confiables para la investigación como libros, tesis, revistas especializadas en el tema, bases de estudios académicos y artículos científicos los cuales sirvieron para la fundamentación teórica del estudio, en la implementación del proyecto se utilizaron materiales y equipos necesarios para la evaluación del ensayo en campo tales como azada, cinta métrica, libreta de campo, aspersores o bailarinas como más se conoce para tener riego uniforme, recipientes para la preparación de las soluciones y los bioestimulantes empleados, estos recursos permitieron desarrollar las actividades programadas y poder obtener la información solicitada para el cumplimiento de la investigación.

TÉCNICAS

Limpieza de área de estudio

Antes de iniciar el ensayo se preparó el área donde se desarrolló la investigación se realizó la limpieza del terreno, eliminando las malezas y las plantas que estaban en mal estado, al igual que las fundas, con el apoyo de herramientas como el azadón y el rastrillo

de igual manera, se retiraron los residuos encontrados en el sitio y se acondicionó el espacio de trabajo para facilitar el desarrollo de las actividades experimentales y asegurar un adecuado manejo del cultivo durante el período de su evaluación.

Obtención de las plantas

Las plantas empleadas para el ensayo se trajeron de un vivero forestal el cual nos favoreció con las 405 plantas que se necesitó, las plantas de capulí llegaron de diferentes alturas por lo cual se tomó una decisión la cual fue el despunte de los laterales de todas las plantas a una altura de 30cm para así poder tener una homogeneidad de todas las plantas para que no haya ningún error en lo estadístico.

Preparación de los tratamientos

Para los tratamientos se utilizó como bien se mencionó un arreglo factorial de 3x3 y los tratamientos fueron ubicados de manera horizontal tres repeticiones cada uno conto con los 9 tratamientos a evaluar, cada uno conto con 15 plantas, sus dosis fueron repartidas al azar con esto se puede obtener un menor error al momento de sacar la información estadística con esto se obtuvo un seguimiento consecutivo de cada uno de ellos.

Riego

Para el riego se utilizó y se implementó un sistema de riego con tres aspersores ubicados en mitad de los tratamientos para que tenga un riego uniformé y que no se desperdicie el riego fue 3 veces al día ya que al estar en fundas se puede compactar la tierra ya que viene con tierra negra y puede mantener a la plata por mucho más tiempo.

Aplicación de bioestimulantes

Se realizó una mezcla de con una probeta de 50 ml la cual nos ayudó a tener una aplicación exacta, con un recipiente para el agua de 1000 ml.

Las soluciones de aplicación se realizó utilizando una probeta graduada de 50 ml, con el fin de medir de manera precisa cada extracto que se utilizó además cada tratamiento se preparó la solución correspondiente empleando el bioestimulante asignado, ya sea extracto de algas o ácidos húmicos y ácidos fúlvicos, sus dosis evaluadas fueron de 0,5, 2 y

4 ml de bioestimulante por litro de agua, todas las soluciones se elaboraron el mismo día de su aplicación para garantizar su uniformidad durante el desarrollo del ensayo.

Control de las malezas

Se llevó a cabo el control de las malas hierbas antes y durante el seguimiento del proyecto cada semana para que no haya mucho crecimiento ya que la mala yerba crece muy rápido.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULATDOS

10.1 Análisis de varianza de Altura

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

FV	A los 0 días		A los 15 días		A los 30 días		A los 45 días	
	CM	p-Valor	CM	p-Valor	CM	p-Valor	CM	p-Valor
BIOESTIMULANTES	10,66	0,2049 ns	10,51	0,2214 ns	7,87	0,32 ns	6,59	0,393 ns
DOSIS	3	0,6195 ns	1,93	0,7411 ns	2,75	0,6587 ns	2,41	0,7017 ns
REPETICION	11,17	0,1914 ns	8,91	0,2737 ns	8,69	0,2867 ns	9,36	0,2734 ns
BIOESTIMULANTE* DOSIS	2,87	0,7556 ns	4,45	0,6016 ns	4,34	0,619 ns	4,43	0,6245 ns
Error	6,08		6,34		6,43		6,65	
CV%	**8,99**		**9,02**		**9,01**		**9,1**	

Tabla 5.-Análisis de la varianza de altura de planta.

Los resultados del análisis de varianza para la variable altura se presentan en la Tabla 5. Durante las cuatro evaluaciones realizadas no se detectaron diferencias estadísticas significativas ($p>0,05$) para los factores bioestimulante, dosis de aplicación, interacción bioestimulante × dosis ni para las repeticiones.

Estos resultados evidencian que, bajo las condiciones experimentales en las que se desarrolló el estudio, la aplicación de extracto de algas marinas, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos, en las diferentes dosis evaluadas, no modificó significativamente el crecimiento en altura de las plantas de capulí durante los primeros 45 días de evaluación.

Los coeficientes de variación obtenidos fueron de 8,99 %, 9,02 %, 9,01 % y 9,10 % para las evaluaciones realizadas a los 0, 15, 30 y 45 días, respectivamente. Estos valores

son inferiores al 10 %, lo que indica una adecuada precisión experimental y una baja variabilidad entre las unidades experimentales. En consecuencia, se considera que el diseño experimental permitió obtener resultados confiables y homogéneos para la variable estudiada.

Asimismo, la ausencia de diferencias estadísticas entre tratamientos indica que la respuesta del crecimiento en altura fue similar entre todos los bioestimulantes y dosis aplicadas, por lo que las variaciones observadas en las medias corresponden únicamente a diferencias numéricas y no a efectos atribuibles a los tratamientos.

Tabla de tukey de altura

Tratamiento	**Dosis**	**Días**	**Media (cm)**	**Rango**
5	2	0	28,33	A
2	2	0	28,23	A
6	3	0	27,99	A
7	1	0	27,98	A
1	1	0	27,98	A
4	1	0	27,96	A
3	3	0	27,81	A
8	2	0	25,84	A
9	3	0	24,67	A
2	2	15	28,93	A
1	1	15	28,89	A
6	3	15	28,65	A
7	1	15	28,59	A
3	3	15	28,56	A
5	2	15	28,5	A
4	1	15	27,53	A
8	2	15	26,49	A
9	3	15	25,03	A
5	2	30	29,28	A
2	2	30	28,98	A
1	1	30	28,97	A
7	1	30	28,87	A
6	3	30	28,78	A
3	3	30	28,26	A
4	1	30	27,7	A
8	2	30	26,84	A
9	3	30	25,43	A
5	2	45	29,44	A
1	1	45	29,19	A

7	1	45	29,16	A
2	2	45	29,13	A
6	3	45	28,99	A
3	3	45	28,48	A
4	1	45	27,79	A
8	2	45	27,13	A
9	3	45	25,79	A

Tabla 6.- Tukey al 0,5% de altura.

La comparación de medias realizada mediante la prueba de Tukey al 5 % confirmó los resultados obtenidos en el análisis de varianza (Tabla 6). En las cuatro evaluaciones todos los tratamientos fueron clasificados dentro del mismo grupo estadístico (A), lo cual demuestra que no existieron diferencias significativas entre ellos.

Aunque el tratamiento T5, correspondiente a la aplicación de ácidos húmicos a una dosis de 2 ml/l, presentó los mayores promedios de altura durante las evaluaciones de 30 y 45 días (29,28 y 29,44 cm, respectivamente), dichos valores no fueron estadísticamente superiores a los registrados por los demás tratamientos.

De manera similar, el tratamiento T2 (extracto de algas marinas a 2 ml/l) y el tratamiento T1 (extracto de algas marinas a 0,5 ml/l) mostraron valores promedio cercanos a los obtenidos por T5, evidenciando un comportamiento semejante durante todo el periodo experimental. Por otra parte, el tratamiento T9, correspondiente a la aplicación de ácidos fúlvicos a una dosis de 4 ml/l, presentó los menores valores promedio de altura en todas las evaluaciones; sin embargo, estas diferencias tampoco fueron significativas desde el punto de vista estadístico. En consecuencia, la prueba de Tukey confirma que ninguno de los tratamientos evaluados produjo un efecto diferencial sobre el crecimiento en altura de las plantas de capulí durante el periodo de evaluación.

Discusión

De acuerdo con Calvo et al. (2014), señala que en los resultados obtenidos en base con lo que mencionan destaca que el impacto de los bioestimulantes está influenciado por varios factores, entre los cuales se encuentran el estado fenológico de la planta, la especie, las condiciones del medio ambiente y el volumen aplicado.

Asimismo, du Jardin (2015), señala que estos productos no siempre generan incrementos significativos en el crecimiento, ya que su efectividad está condicionada por las circunstancias de cultivo y el estado fisiológico de las plantas, estos argumentos apoyan

los resultados conseguidos en este estudio, donde no se hallaron diferencias a nivel estadístico en cuanto a la estatura de las plantas de capulí.

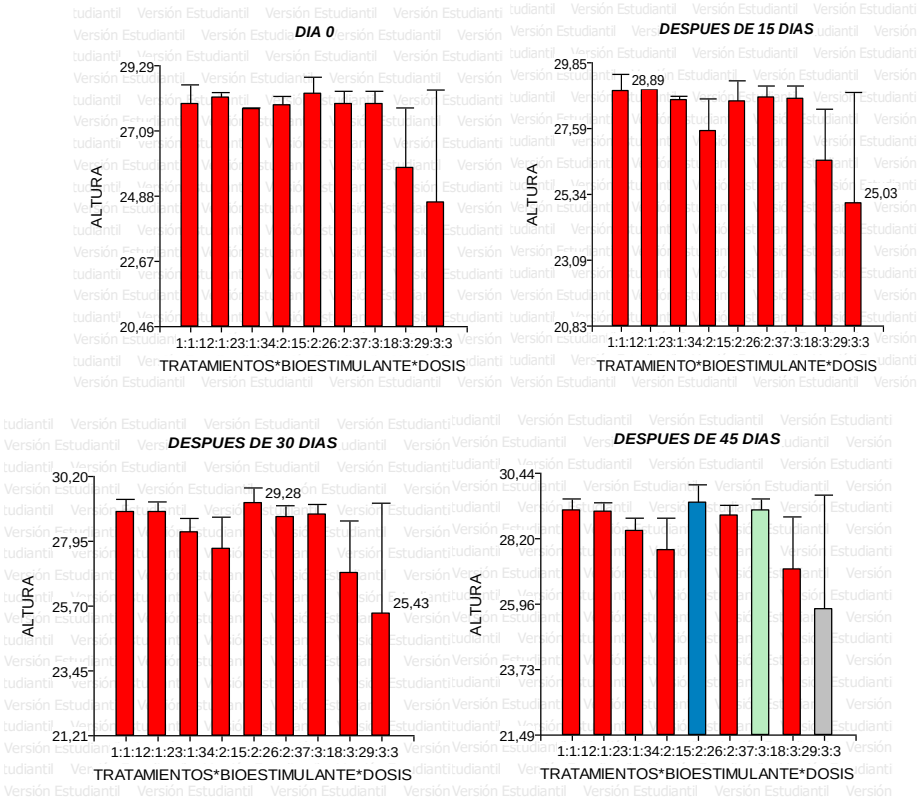


Figura 4.-Promedios de altura de planta.

La Figura 4 muestra la evolución de la altura promedio de las plantas durante las cuatro fechas de evaluación. En términos generales, todos los tratamientos presentaron un incremento progresivo de la altura conforme transcurrió el ensayo, lo que demuestra que las plantas mantuvieron un crecimiento vegetativo continuo durante los 45 días de evaluación.

Visualmente puede observarse que el tratamiento T5 presentó los mayores valores promedio de altura, mientras que el tratamiento T9 registró los menores promedios durante todo el periodo experimental. Sin embargo, estas diferencias corresponden únicamente a variaciones numéricas, ya que el análisis estadístico determinó que no existieron diferencias significativas entre tratamientos ($p>0,05$).

Este comportamiento permite inferir que el crecimiento observado estuvo relacionado con el desarrollo natural de las plantas y con las condiciones homogéneas de manejo agronómico implementadas durante el ensayo, más que con el efecto específico de los bioestimulantes aplicados. En consecuencia, aunque algunos tratamientos mostraron

una ligera tendencia a presentar mayor crecimiento, dicha respuesta no fue suficiente para demostrar un efecto estadísticamente comprobable sobre la altura de las plantas.

10.2 Análisis de varianza de Brotes

FV	A los 15 días		A los 30 días		A los 45 días	
	CM	p-Valor	CM	p-Valor	CM	p-Valor
BIOESTIMULANTE	0,15	0,0319 *	0,01	0,9689 ns	0,15	0,6765 ns
DOSIS	0,01	0,7964 ns	0,16	0,5764 ns	0,1	0,7648 ns
REPETICION	0,04	1,27 ns	1,25	0,0282*	0,21	0,5852 ns
BIOESTIMULANTE*DOSIS	0,005	0,2919 ns	0,17	0,6667 ns	0,09	0,9134 ns
Error	0,04		0,28		0,38	
CV%	**93,5**		**33,69**		**22,32**	

Tabla 7.-Cuadro de análisis de la varianza de numero de brotes.

De acuerdo con los resultados que se obtuvieron en el análisis de la varianza para la variable "número de brotes", se notó que solo el factor bioestimulante mostró diferencias significativas ($p<0,05$) a los 15 días. Esto sugiere que el tipo de bioestimulante tuvo un efecto sobre la emisión de brotes en la primera evaluación. También se observan diferencias significativas ($p<0,05$) al repetirlo a los 30 días. Así mismo los coeficientes de variación fueron de 93,5%, 33,69% y 22,32% respectivamente, el elevado coeficiente de variación a los 15 días se atribuye a que, durante la etapa inicial, un número considerable de plantas aún no habían emitido brotes registrando valores de cero lo que incremento la variabilidad de los datos. Sin embargo, en las evaluaciones siguientes el coeficiente disminuyó reflejando una mayor uniformidad en la respuesta de los tratamientos conforme se avanzó el desarrollo de las plantas.

Tratamiento	Bioestimulante	Dosis	Días	Promedio (cm)	Rango
9	3	3	15	0,42	A
2	1	2	15	0,38	A B
8	3	2	15	0,29	A B C
7	3	1	15	0,29	A B C
4	2	1	15	0,13	A B C
3	1	3	15	0,11	A B C
1	1	1	15	0,09	B C
6	2	3	15	0,07	B C
5	2	2	15	0,02	C
2	1	2	30	1,84	A
1	1	1	30	1,73	A

6	2	3	30	1,71	A
5	2	2	30	1,67	A
8	3	2	30	1,64	A
9	3	3	30	1,49	A
7	3	1	30	1,47	A
4	2	1	30	1,36	A
3	1	3	30	1,2	A
2	1	2	45	3,11	A
6	2	3	45	2,93	A
1	1	1	45	2,8	A
5	2	2	45	2,78	A
3	1	3	45	2,73	A
8	3	2	45	2,67	A
7	3	1	45	2,62	A
9	3	3	45	2,58	A
4	2	1	45	2,49	A

Tabla 8.-Tukey al 0,5% de brotes.

Los hallazgos de la prueba tukey (< 0,05) muestran en la Tabla 8 el T9(B3 D3), después de 15 días de evaluación, tuvo un promedio superior de brotes (0,42), lo que lo colocó en el rango A. En cambio, el (B1 D2) alcanzó un promedio de 0,38 y se situó entre los rangos A y B; esto sugiere que no hubo diferencias estadísticas con los tratamientos correspondientes a ambos grupos. De otro lado, los promedios más bajos de brotes fueron los de las combinaciones B1 D1, B2 D3 y B2 D2, que se clasificaron en los rangos C y B. La combinación con el promedio más bajo fue la C (0,02).

Discusión

Asimismo, du Jardin (2015) indica que los bioestimulantes funcionan al estimular procesos fisiológicos naturales vinculados con la absorción de nutrientes, la eficacia metabólica y la resistencia al estrés. Sin embargo, la magnitud de la reacción puede cambiar significativamente dependiendo del estado en el que se encuentra el cultivo y el instante de aplicación.

Saa et al. (2015) reportaron que la aplicación foliar de bioestimulantes provenientes de extractos de algas favoreció el crecimiento vegetativo en especies del género Prunus, aunque la respuesta dependió de la disponibilidad de nutrientes y de las condiciones del cultivo., esto sugiere que, en el presente estudio la ausencia de diferencias significativas a los 30 y 45 días pudo estar influenciado a que las plantas crecieron bajo condiciones relativamente homogéneas, reduciendo el efecto diferencial entre tratamientos.

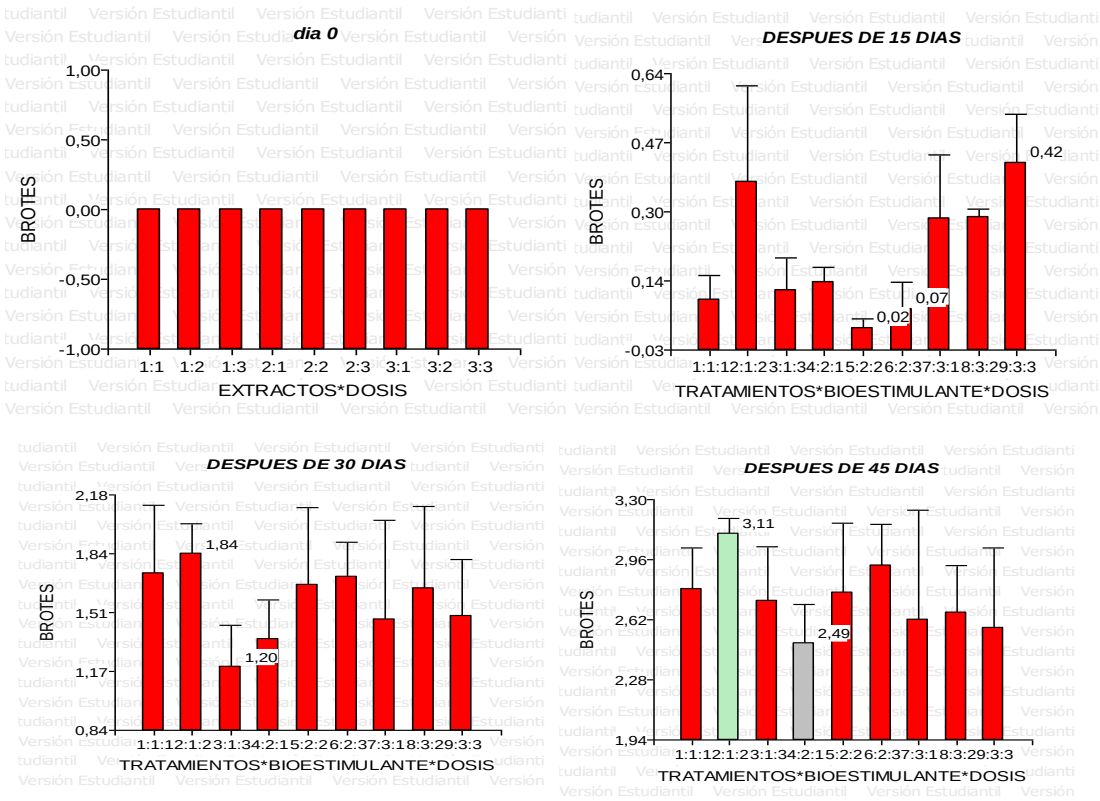


Figura 5.-Promedios de numero de brotes.

Como se puede observar en la figura 5 en el tema matemático o numérico en este caso en grafico de barras. A los 15 días comenzaron a evidenciarse diferencias, destacándose el tratamiento T9 (B3D3), correspondiente a (ácidos fúlvicos con una dosis de 4 ml/l), con el mayor número de brotes. A los 30 días, el tratamiento T2 (B1D2), correspondiente a (extracto de algas marinas y 2 ml/l), presentó el mayor promedio de brotes. Finalmente, a los 45 días, el tratamiento T2 (E1D2) mantuvo el mayor número de brotes, mientras que el tratamiento T4 (B2D1), correspondiente a (Ácidos húmicos con una dosis de 0,50 ml/l), registró el menor promedio de brotes.

10.3 Costo Beneficio

Tratamiento	**Costo ($)**	**Beneficio ($)**	**B/C**	**Interpretación**
T1	26,71	37,39	1,40	Ganancia
T2	28,17	44,23	1,57	Ganancia
T3	30,12	38,85	1,29	Ganancia

T4	26,72	29,13	1,09	Ganancia
T5	28,22	39,79	1,41	Ganancia
T6	30,22	44,12	1,46	Ganancia
T7	26,68	34,68	1,30	Ganancia
T8	28,07	31,72	1,13	Ganancia
T9	29,91	28,42	0,95	Pérdida

Tabla 9.- Relación beneficio-costo (B/C) por tratamiento.

El costo de cada tratamiento se calculó sumando el costo del bioestimulante empleado, prorrateado según la dosis aplicada, más la parte proporcional de los costos comunes del ensayo (bomba, piola, membretes, palillos, mantenimiento y plantas). El beneficio se estimó a partir de un índice de respuesta agronómica que combina los promedios de altura y número de brotes registrados a los 45 días para cada tratamiento. La relación B/C se interpreta como favorable (Gana) cuando su valor es mayor a 1, y desfavorable (Pierde) cuando es menor a 1.

De acuerdo con la Tabla 9, el tratamiento que presentó la mayor relación beneficio-costo fue T2 (extracto de algas marinas + 2 ml/l), con un valor de B/C de 1,57, debido a que combinó un costo moderado de aplicación con la mejor respuesta de crecimiento en número de brotes registrada en el ensayo. Por el contrario, T9 (ácidos fúlvicos + 4 ml/l) registró la menor relación beneficio-costo (B/C = 0,95), siendo el único tratamiento cuyo beneficio no superó al costo invertido, ya que su mayor dosis de aplicación no se tradujo en una mejora proporcional de las variables de crecimiento evaluadas.

Estos resultados indican que, durante los primeros 45 días de desarrollo del cultivo, la aplicación de mayores dosis de bioestimulantes no representó necesariamente una mayor rentabilidad económica, debido a que las diferencias observadas en crecimiento no fueron estadísticamente significativas.

11. CONCLUSIONES

- La aplicación de extracto de algas marinas, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos, en las dosis evaluadas, no produjo diferencias estadísticas significativas en la altura de las plantas de capulí durante las evaluaciones realizadas a los 0, 15, 30 y 45 días ($p>0,05$), lo que indica que ninguno de los tratamientos superó significativamente a los demás bajo las condiciones del estudio.
- Para la variable número de brotes, únicamente se registraron diferencias significativas entre bioestimulantes en la evaluación realizada a los 15 días; sin embargo, este efecto no se mantuvo en las evaluaciones posteriores, evidenciando que la respuesta de los tratamientos fue temporal y sin impacto sostenido sobre el desarrollo vegetativo de las plantas.
- Aunque el tratamiento correspondiente a la aplicación de ácidos húmicos a una dosis de 2 ml/l presentó los mayores valores promedio en la variable altura, y el tratamiento con ácidos fúlvicos a 4ml/l registró mayor emisión inicial de brotes, dichas diferencias no fueron estadísticamente significativas durante la mayor parte del periodo experimental, por lo que no pueden considerarse superiores desde el punto de vista científico.
- Los resultados obtenidos en la presente investigación dan a conocer que las dosis y los tipos de bioestimulantes utilizados y la interacción entre ellos no presentaron diferencias estadísticas significativas en la altura y brotes al utilizar el Análisis de varianza durante los días de evaluación con lo que se puede decir que ninguno fue el más superior que el otro en plantas de capulí.

12. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones con un periodo de evaluación superior a 45 días para determinar si los efectos de los bioestimulantes se manifiestan durante etapas más avanzadas del crecimiento de las plantas de capulí.
- Incorporar variables fisiológicas y morfológicas complementarias, como diámetro del tallo, longitud y biomasa radicular, contenido de clorofila, biomasa seca y absorción de nutrientes, con el propósito de obtener una evaluación más integral del efecto de los bioestimulantes.
- Evaluar nuevas dosis, frecuencias y métodos de aplicación de los bioestimulantes, así como la inclusión de un tratamiento testigo sin aplicación, para establecer comparaciones más precisas sobre su eficacia agronómica.
- Replicar el estudio en diferentes condiciones edafoclimáticas y épocas del año para determinar la influencia de los factores ambientales sobre la respuesta fisiológica del capulí a la aplicación de bioestimulantes.
- Se recomienda a productores y técnicos considerar que, bajo las condiciones evaluadas en esta investigación, la aplicación de los bioestimulantes estudiados no produjo incrementos en el crecimiento inicial de las plantas; por ello, su utilización debe complementarse con un adecuado manejo agronómico que incluya nutrición, riego y control fitosanitario, mientras se generan nuevos estudios que permitan establecer recomendaciones técnicas más concluyentes.

13. BIBLIOGRAFIA

Anastacio-Angel, G., Gonzalez-Fuentes, J., Zermeno-Gonzalez, A., Robledo-Olivo, A., Lara-Reimers, E., & Pena-Ramos, F. (2024). Efecto de bioestimulantes en crecimiento, fisiologia y calidad bioquimica de frambuesa (Rubus idaeus L.) sometida a estres hidrico. *Terra Latinoamericana, 42*.

Avendano-Gomez, A., Lira-Saade, R., Madrigal-Calle, B., Garcia-Moya, E., Soto-Hernandez, M., & Vivar-Romo, A. (2015). Manejo y sindromes de domesticacion del capulin (Prunus serotina Ehrh. ssp. capuli (Cav.) McVaugh) en comunidades del estado de Tlaxcala. *Agrociencia, 49*(2), pp. 189-204.

Baquero, J., Palaquibay, L., Velasquez, C., Choca, B., & Serrano, V. (2023). Condiciones edaficas y microbiologicas del suelo donde se desarrolla la especie Prunus serotina en las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo, Ecuador. *Polo del Conocimiento, 8*(3), pp. 1083-1113.

Borja, B., & Jose, E. (2017). *Caracterizacion eco-geografica de Prunus serotina Ehrh. subsp. capuli (Cav.) McVaugh (capuli), en la region andina de Ecuador.* INIAP.

Brestic, M., & Allakhverdiev, S. (2022). Photosynthesis under biotic and abiotic environmental stress. *Cells, 11*(24), p. 3953.

Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil, 383*(1), pp. 3-41.

Carrasco Baquero, J., Lema Palaquibay, L., Chavez Velasquez, C., Caballero-Serrano, V., Itle, R., & Chavez, D. (2023). Social perception of the ecosystem services of Prunus serotina subsp. capuli in the Andes of Ecuador. *Land, 12*(5), p. 1086.

Chisaguano, C., & Armando, L. (2012). *Evaluacion de la aplicacion de tres productos inductores de brotacion en capuli (Prunus capuli), comunidad Quilajalo, Salcedo, Cotopaxi 2010.* Universidad Tecnica de Cotopaxi.

du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae, 196,* pp. 3-14.

Fernandez, V., & Eichert, T. (2009). Uptake of hydrophilic solutes through plant leaves: Current state of knowledge and perspectives of foliar fertilization. *Critical Reviews in Plant Sciences, 28*(1-2), pp. 36-68.

Guzman, F., Segura-Ledesma, S., & Almaguer-Vargas, G. (2020). El capulin (Prunus serotina Ehrh.): Arbol multiproposito con potencial forestal en Mexico. *Madera y Bosques, 26*(1).

Khan, W., Rayirath, U., Subramanian, S., Jithesh, M., Rayorath, P., Hodges, D., Critchley, A., Craigie, J., Norrie, J., & Prithiviraj, B. (2009). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation, 28*(4), pp. 386-399.

Mendoza-Castelán, G., & Lugo-Pérez, R. (2010). *Farmacia viviente: conceptos, reflexiones y aplicaciones.* Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia, Programa Universitario de Medicina Tradicional y Terapéutica Naturista.

Motsara, M., & Roy, R. (2008). *Guide to laboratory establishment for plant nutrient analysis.* FAO.

Murillo, A., Amaya-Marquez, D., Bermeo, M., Vasquez, A., & Calle-Romero, K. (2026). Efecto de los acidos humicos y fulvicos en el cultivo de pimiento (Capsicum annuum L.). *Revista Tecnologica ESPOL, 38*(1), pp. 229-244.

Niembro, A., Vázquez, M., & Sánchez, O. (2010). *Árboles de Veracruz: 100 especies para la reforestación estratégica.* Gobierno del Estado de Veracruz.

Pathania, S., Itle, R., Chavez, C., Lema, L., Caballero, V., Carrasco, J., & Chavez, D. (2024). Morphological characterization of Prunus serotina subsp. capuli collected in Ecuador. *Horticulturae, 10*(12), p. 1324.

Saa, S., Olivos-Del Rio, A., Castro, S., & Brown, P. (2015). Foliar application of microbial and plant based biostimulants increases growth and potassium uptake in almond (Prunus dulcis [Mill.] D. A. Webb). *Frontiers in Plant Science, 6*.

Santos, M., Pereira, S., Ferreira, H., Sousa, J., Vilela, A., Ribeiro, C., Raimundo, F., Egea-Cortines, M., Matos, M., & Goncalves, B. (2024). Optimizing sweet cherry attributes through magnesium and potassium fertilization. *Horticulturae, 10*(8), p. 881.

Sun, W., Shahrajabian, M., Kuang, Y., & Wang, N. (2024). Amino acids biostimulants and protein hydrolysates in agricultural sciences. *Plants, 13*(2), p. 210.