



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

**EVALUACIÓN DEL BIOESTIMULANTE BIORMA, EN EL
CRECIMIENTO DE PLANTAS DE CEDRO (*Cedrela montana*
MORITZ EX TURCZ) A NIVEL DE VIVERO EN LA ESPOCH**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR:

BRYAN MESIAS ASEICHA QUINTO

Riobamba – Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

**EVALUACIÓN DEL BIOESTIMULANTE BIORMA, EN EL
CRECIMIENTO DE PLANTAS DE CEDRO (*Cedrela montana*
MORITZ EX TURCZ) A NIVEL DE VIVERO EN LA ESPOCH**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR: BRYAN MESIAS ASEICHA QUINTO

DIRECTORA: ING. ROSA DEL PILAR CASTRO GÓMEZ PhD.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Bryan Mesias Aseicha Quinto

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Bryan Mesias Aseicha Quinto, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 29 de mayo de 2023



Bryan Mesias Aseicha Quinto

185054042-6

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DEL BIOESTIMULANTE BIORMA, EN EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE CEDRO (*Cedrela montana MORITZ EX TURCZ*) A NIVEL DE VIVERO EN LA ESPOCH**, realizado por el señor: **BRYAN MESIAS ASEICHA QUINTO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. María Elena Vallejo Sanaguano MSc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

2023-05-29

Ing. Rosa del Pilar Castro Gómez PhD.
DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

2023-05-29

Ing. Javier Roberto Mendoza Castillo MSc.
ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

2023-05-29

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado especialmente a Dios por permitirme cada día volver a intentarlo, siendo un buen ser humano y próximamente un buen profesional, por guiarme en todo el transcurso de mi vida y sé que lo seguirá haciendo; porque me lo ha demostrado muchas veces y he sentido su amor y sabiduría incondicional. A mi madre querida Alicia Quinto y a mi padre Ángel Aseicha, por criarme con amor y paciencia, por brindarme todos los días un plato de comida, así como muchos consejos y por apoyarme en todo el transcurso de mi vida. A mis hermanos, Silvia, Javier, Paulina, Daniel, Hugo, Jeaneth, Marco y Johana; así como el resto de mi familia, con los cuales he compartido muchas cosas de las cuales jamás me arrepentiría y agradecerles por todo su apoyo, porque a pesar de que no tenían para ellos me ayudaban con sus consejos y económicamente; ahora solo quiero disfrutar este momento porque es de todos y gracias a todos ustedes y a mi Dios, estoy donde estoy y he logrado alcanzar esta meta. Especialmente a mi buen hermano CHERREZ, del cual estoy muy agradecido por ser mi guía en la vida, sería imposible llegar a ser como tú, pero voy a intentarlo cada día y te prometo ver por toda la familia, como tú siempre quisiste hacerlo. Y finalmente a mis amigos Emerson, David, María, Iván y Bayardo; desearles el mejor de los éxitos en sus vidas, agradecerles por sus amistades incondicionales, han estado en las buenas y en las malas en todo momento, realmente fue un gusto coincidir en esta vida con amigos así, espero volver a vernos pronto ya como futuros profesionales.

Bryan

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a especialmente a Dios por permitirme alcanzar esta etapa de mi vida y ser un profesional más que aporte a la sociedad, sobre todo siendo una buena persona. Al tribunal de mi Trabajo de Integración Curricular los cuales son: Ing. Rosa Castro, Ing. Javier Mendoza e Ing. Cristian Arroyo, por haberme guiado con paciencia y una buena predisposición para así culminar mi trabajo de integración curricular. Agradecer a mi estimada Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por la formación, educación y valores de calidad, que me ha brindado a través de los extraordinarios docentes que conforman la selecta carrera de Ingeniería Forestal, con el fin de ser un ingeniero que algún día haga notar el potencial y reconocimiento que siempre se ha merecido la querida institución.

Bryan

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. <i>Objetivo general</i>.....	3
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i>	3
1.3. Justificación.....	3
1.4. Hipótesis	4
1.4.1. <i>Nula</i>	4
1.4.2. <i>Alterna</i>.....	4

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Referencias Teóricas.....	5
2.1.1. <i>Bioles</i>	5
2.1.1.1. <i>Generalidades</i>.....	5
2.1.1.2. <i>Mecanismo de acción</i>	5
2.1.1.3. <i>Bioestimulante BIORMA</i>	7
2.1.2. <i>Principios y aplicaciones de los bioestimulantes</i>	7
2.1.2.1. <i>Modo de aplicación de los bioestimulantes</i>.....	7
2.1.2.2. <i>Absorción de los bioestimulantes</i>	8
2.1.2.3. <i>Funcionamiento de los bioestimulantes en las plantas</i>	8
2.1.2.4. <i>Los bioestimulantes y su papel en la mejora de cultivos</i>.....	8
2.1.3. <i>Importancia y efecto de los bioestimulantes</i>	9

2.1.3.1.	<i>Efecto de los bioestimulantes</i>	9
2.1.3.2.	<i>Efecto de micronutrientes</i>	9
2.1.3.3.	<i>Importancia de los bioestimulantes</i>	10
2.1.4.	<i>Bioestimulantes a base de aminoácidos</i>	10
2.1.5.	<i>Relación de hormonas con bioestimulantes</i>	10
2.1.5.1.	<i>Hormonas reguladoras de crecimiento</i>	10
2.1.5.2.	<i>Fitohormonas</i>	11
2.1.5.3.	<i>Auxinas</i>	11
2.1.5.4.	<i>Giberelinas</i>	11
2.1.5.5.	<i>Citoquininas</i>	12
2.1.6.	<i>Descripción botánica de Cedrela montana Moritz ex Turcz.</i>	12
2.1.6.1.	<i>Generalidades</i>	12
2.1.6.2.	<i>Taxonomía</i>	12
2.1.6.3.	<i>Promoción de crecimiento</i>	13
2.1.6.4.	<i>Manejo de plántulas en vivero</i>	13
2.1.7.	<i>Fertilización foliar</i>	13
2.1.7.1.	<i>Sustancias húmicas</i>	14
2.1.7.2.	<i>Acción bioestimulante de las sustancias húmicas</i>	14
2.1.8.	<i>Bioestimulantes en el área forestal</i>	14
2.1.9.	<i>Plagas y enfermedades en vivero</i>	15

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	16
3.1.	Enfoque de investigación	16
3.2.	Nivel de investigación	16
3.3.	Diseño de investigación	16
3.4.	Tipo de estudio	16
3.5.	Población y planificación, selección y cálculo del tamaño de la muestra	17
3.6.	Localización y características del área de estudio.	17
3.6.1.	<i>Localización del área de estudio</i>	17
3.6.2.	<i>Ubicación geográfica</i>	17
3.6.3.	<i>Coordenadas geográficas</i>	17
3.6.4.	<i>Características climáticas del lugar</i>	18
3.7.	Materiales y equipos	18
3.7.1.	<i>Materiales de campo</i>	18

3.7.2.	<i>Equipos de campo</i>	18
3.7.3.	<i>Material biológico experimental</i>	18
3.7.4.	<i>Reactivos e insumos</i>	18
3.7.5.	<i>Materiales y equipos de oficina</i>	19
3.8.	Metodología	19
3.8.1.	<i>Especificaciones del campo experimental</i>	19
3.8.1.1.	<i>Adquisición de las plántulas Cedrela montana Moritz ex Turcz.</i>	19
3.8.1.2.	<i>Limpieza y desinfección del área de trabajo</i>	19
3.8.1.3.	<i>Instalación del ensayo</i>	19
3.8.1.4.	<i>Aleatorización y rotulación de plantas</i>	20
3.8.2.	<i>Tratamientos</i>	20
3.8.3.	<i>Factores de estudio</i>	20
3.8.4.	<i>Diseño experimental</i>	20
3.8.5.	<i>VARIABLES EVALUADAS</i>	21
3.8.5.1.	<i>Altura de plantas</i>	21
3.8.5.2.	<i>Número de hojas</i>	22
3.8.5.3.	<i>Número de yemas axilares</i>	22
3.8.6.	<i>Fase de campo</i>	23
3.8.6.1.	<i>Aplicación del bioestimulante BIORMA</i>	23
3.8.6.2.	<i>Aplicación del bioestimulante CARBOFOL</i>	23
3.8.7.	<i>Análisis económico</i>	24

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	25
4.1	Análisis de las variables evaluadas	25
4.1.1	<i>Variable 1: Altura a los 15 días</i>	25
4.1.2.	<i>Variable 2: Altura a los 30 días</i>	25
4.1.3.	<i>Variable 3: Altura a los 45 días</i>	26
4.1.4.	<i>Representación gráfica de la variable altura (cm)</i>	26
4.1.5.	<i>Variable 4: Hojas a los 15 días</i>	27
4.1.6.	<i>Variable 5: Hojas a los 30 días</i>	28
4.1.7.	<i>Variable 6: Hojas a los 45 días</i>	28
4.1.8.	<i>Representación gráfica de la variable hojas</i>	28
4.1.9.	<i>Variable 7: Yemas axilares a los 15 días</i>	29
4.1.10.	<i>Variable 8: Yemas axilares a los 30 días</i>	30

4.1.11.	<i>Variable 9: Yemas axilares a los 45 días</i>	30
4.1.12.	<i>Representación gráfica de la variable yemas axilares</i>	31
4.2.	Análisis económico	32
4.3.	Discusión	33

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES	35
---------------------------	-----------

RECOMENDACIONES	36
------------------------------	-----------

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1:	Coordenadas geográficas.....	17
Tabla 3-2:	Condiciones climáticas del lugar.....	18
Tabla 3-3:	Instalación del ensayo.....	19
Tabla 3-4:	Descripción de los tratamientos en estudio.	20
Tabla 3-5:	VARIABLES A EVALUAR EN EL REGISTRO DE DATOS.	21
Tabla 4-1:	Análisis de varianza de la variable altura (cm) a los 15 días.....	25
Tabla 4-2:	Análisis de varianza de la variable altura (cm) a los 30 días.....	26
Tabla 4-3:	Análisis de varianza de la variable altura (cm) a los 45 días.....	26
Tabla 4-4:	Análisis de varianza del número de hojas a los 15 días.....	27
Tabla 4-5:	Análisis de varianza del número de hojas a los 30 días.....	28
Tabla 4-6:	Análisis de varianza del número de hojas a los 45 días.....	28
Tabla 4-7:	Análisis de varianza del número de yemas axilares a los 15 días.	30
Tabla 4-8:	Análisis de varianza del número de yemas axilares a los 30 días.	30
Tabla 4-9:	Análisis de varianza del número de yemas axilares a los 45 días.	31
Tabla 4-10:	Costos de bioestimulantes aplicados por tratamiento.....	32

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 3-1:	Vivero Forestal.	17
Ilustración 3-2:	Medición de altura de plantas.	21
Ilustración 3-3:	Conteo de número de hojas.	22
Ilustración 3-4:	Conteo de yemas axilares.	22
Ilustración 4-1:	Histograma de la variable altura de las plantas a los 15, 30 y 45 días.	27
Ilustración 4-2:	Histograma de la variable hojas de las plantas a los 15, 30 y 45 días.	29
Ilustración 4-3:	Histograma de la variable yemas axilares de las plantas (15-30-45) días.	32

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** ASIGNACIÓN Y LIMPIEZA DEL ÁREA DE TRABAJO.
- ANEXO B:** ADQUISICIÓN DE UNIDADES EXPERIMENTALES (PLANTAS).
- ANEXO C:** UBICACIÓN DE PLANTAS EN EL ÁREA DE TRABAJO.
- ANEXO D:** ROTULACIÓN Y ADQUISICIÓN DE LOS BIOESTIMULANTES.
- ANEXO E:** INDICACIONES GENERALES POR PARTE DE LA DOCENTE TUTORA.
- ANEXO F:** PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL BIORMA A LOS (15-30-45) DÍAS.
- ANEXO G:** PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL CARBOFOL A LOS (15-30-45) DÍAS.
- ANEXO H:** PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO AGUA (TESTIGO) A LOS (15-30-45) DÍAS.
- ANEXO I:** TOMA DE DATOS (ALTURA, N.º HOJAS Y YEMAS AXILARES) A LOS (15-30-45) DÍAS.
- ANEXO J:** PRESENCIA Y CONTROL DE PLAGAS.
- ANEXO K:** ANÁLISIS QUÍMICO DEL BIOESTIMULANTE BIORMA.

RESUMEN

La presente investigación propuso evaluar la incidencia del bioestimulante BIORMA, en el crecimiento de la especie forestal *Cedrela montana*, en donde se llevó a cabo en el vivero de la ESPOCH. El proyecto se lo realizó mediante el análisis de datos con estadística descriptiva, la cual permitió evidenciar los resultados del tratamiento más efectivo en las diferentes variables evaluadas, como altura de las plantas, número de hojas y el número de yemas axilares, a los 15, 30 y 45 días; así también como el análisis económico de los productos aplicados. Se basó en 3 tratamientos: T1 (Bioestimulante BIORMA); T2 (Bioestimulante CARBOFOL) y T3 (Testigo), para lo cual se empleó un diseño completamente al azar, para su posterior análisis. Para la toma de datos de medición se utilizó una regla, mediante la cual se obtuvo valores de altura de las plantas, luego se recolectó los valores obtenidos de hojas y yemas axilares, mediante un conteo de las mismas; para lo cual se procedió a la aplicación correspondiente de cada tratamiento propuesto, mediante las siguientes dosificaciones: 50 centímetros cúbicos de BIORMA en 1 litro de agua y 2,25 centímetros cúbicos de CARBOFOL en 1 litro de agua, las mismas que fueron aplicadas en un periodo de 15 días a 30 plantas por cada tratamiento, teniendo en cuenta que para el tratamiento testigo se aplicó 1 litro de agua. Como resultados se obtuvo que la incidencia de ambos bioestimulantes, fueron eficientes en el crecimiento de la especie evaluada. En el tema económico, el tratamiento T1 mostró un costo de aplicación menor con respecto al tratamiento T2 con \$294,77. Por consiguiente, el bioestimulante BIORMA reemplazó al bioestimulante CARBOFOL, ya que mostró una mejor eficiencia y un menor costo de inversión para su aplicación, impulsando así el uso de productos biológicos.

Palabras clave: <CEDRO (*Cedrela montana*)>, <BIOESTIMULANTE BIORMA>, <BIOESTIMULANTE CARBOFOL>, <VIVERO>, <DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR>.


Ing. Celsohian Castillo



0977-UPT-DBRA-2023

ABSTRACT

This research proposed to evaluate the incidence of the bio stimulant BIORMA on the growth of the forest species *Cedrela montana*, where it was carried out in the ESPOCH nursery. The project was carried out through the analysis of data with descriptive statistics, which allowed to demonstrate the results of the most effective treatment in the different variables evaluated, such as plant height, number of leaves and number of axillary buds, at 15, 30 and 45 days; as well as the economic analysis of the products applied. It was based on 3 treatments: T1 (BIORMA bio stimulant); T2 (CARBOFOL bio stimulant) and T3 (Control), for which a completely randomized design was used for subsequent analysis. A ruler was used to take measurement data, by means of which plant height values were obtained, then the values obtained from leaves and axillary buds were collected by counting them; for which the corresponding application of each proposed treatment was carried out, by means of the following dosages: 50 cubic centimeters of BIORMA in 1 liter of water and 2.25 cubic centimeters of CARBOFOL in 1 liter of water, the same that were applied in a period of 15 days to 30 plants for each treatment, taking into account that for the control treatment 1 liter of water was applied. The results showed that the incidence of both bio stimulants was efficient in the growth of the evaluated species. In terms of economics, treatment T1 showed a lower application cost compared to treatment T2, with \$294.77. Therefore, the bio stimulant BIORMA replaced the bio stimulant CARBOFOL, since it showed better efficiency and lower investment cost for its application, thus boosting the use of biological products.

Key words: <CEDAR (*Cedrela montana*)>, <BIOSTIMULANT BIORMA>, <BIOSTIMULANT CARBOFOL>, <LIVER>, <FULLY RANDOM DESIGN>.

0977-UPT-DBRA-2023



Lcda. Elsa Basantes A. Mgs.
C.I: 0603594409

INTRODUCCIÓN

Los bioestimulantes son productos que contiene células vivas o latentes de cepas microbianas previamente seleccionadas que se caracterizan por producir sustancias fisiológicamente activas (auxinas, giberelinas, citoquininas, aminoácidos, péptidos y vitaminas). Cuando estas interactúan con la planta promueven diferentes eventos metabólicos en función de estimular su crecimiento y el desarrollo (Díaz y González, 2017: p.82).

Los bioestimulantes son sustancias orgánicas, que cuando se aplican en pequeñas cantidades inducen al crecimiento de las plantas y su desarrollo. Estos pueden incluir fitohormonas, tales como auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscísico y etileno; en donde, la aplicación de bioestimulantes y enmiendas mejoradoras de sustrato en plántulas durante fase de aclimatación, viene siendo utilizada con la finalidad de promover el crecimiento inicial y potenciar la capacidad de adaptación de plántulas a campo definitivo (Palma y Zambrano, 2022: p.07).

En la actualidad es muy frecuente el uso de estimulantes, los cuales ayudan a las plantas en el desarrollo de sus partes como (hojas, fuste, yemas axilares, entre otras); además, las plantas para su crecimiento no sólo necesitan agua, nutrientes del suelo y luz solar; como otros seres vivos, requieren de otras sustancias como aminoácidos, enzimas y hormonas para lograr un mejor desarrollo, en donde, pequeñas cantidades de sustancias se desplazan a través de sus fluidos regulando su crecimiento (Fermín, 2009, p.1).

Una de las alternativas orgánicas para estimular los procesos de crecimiento y desarrollo de las plantas, es el empleo de bioestimulantes orgánicos, los cuales son sustancias o microorganismos benéficos que al vincularse a las plantas incrementan la absorción y asimilación de los nutrientes, con el fin de estimular los procesos naturales para mejorar las características óptimas de los mismos, influyendo de forma positiva en el rendimiento y calidad de las plantas, independientemente del contenido de nutrientes que éstas aporten (Ardisana et al., 2020: p.2).

La calidad de planta está relacionada con aspectos morfo-fisiológicos que le permiten adaptarse y sobrevivir a las condiciones abióticas del sitio definitivo, por lo posee características morfo-fisiológicas que le permiten aclimatarse y desarrollarse vigorosamente en el campo de plantación definitivo. Estos conceptos de calidad han llevado a los productores y viveristas a la búsqueda de la planta o la calidad ideales (Palma y Zambrano, 2022: p.2).

La finalidad del uso de los bioestimulantes orgánicos, no es pretender reemplazar a la fertilización o el uso de estimulantes químicos, sino complementarla. Teniendo en cuenta que ayudan en la estimulación del desarrollo vegetal y confiere a las plantas resistencia ante distintas situaciones de estrés ocasionados por condiciones climáticas adversas como también por efectos secundarios de herbicidas (Samudio, 2020, p.1).

Las aplicaciones de bioestimulantes, los cuales pueden intervenir en los procesos fisiológicos de las plantas, haciendo un uso más eficiente de los nutrientes, estimulando su desarrollo y produciendo respuestas favorables a factores bióticos y/o abióticos; entre los bioestimulantes más comunes se encuentran los ácidos húmicos y fúlvicos, los aminoácidos, los quitosanos y las bacterias beneficiosas; en general las dosis recomendadas para la aplicación de los bioestimulantes se manejan en volumen (0,5 a 1 l, de la formulación por unidad de superficie, hectárea, por ejemplo) durante el desarrollo del cultivo (Palma y Zambrano, 2022: p.7).

En términos generales el uso de las sustancias bioestimulantes generan efectos positivos sobre el número de hojas, longitud de la raíz y peso seco de la parte radical. Se recomienda el uso de este tipo de sustancias y microorganismos para el manejo de plántulas en etapa de vivero, como estrategia de mejorar la eficiencia en el desarrollo de plantas y bioprotección de las mismas antes de ser llevadas a campo (Palma y Zambrano, 2022: p.8).

Cabe recalcar que el uso de bioestimulantes orgánicos, no hace más que buscar la eficiencia en la producción de plantas en viveros, demostrando los mejores resultados por tener cualidades especiales en su desarrollo como el vigor y mayor resistencia a plagas y enfermedades, se desarrollan con más rapidez y esto hace que las plantas demuestren en un corto tiempo todas las características para ir al campo definitivo. En donde es importante asegurar la calidad de las plantas y para esto interesa mucho el tratamiento que se de en vivero (Fermín, 2009, p.2).

Con respecto a la especie en estudio *Cedrela montana* Moritz ex Turcz., ésta se caracteriza por poseer un amplio rango de distribución, lo que genera que su alcance de representatividad se de en diferentes masas boscosas. Se presenta en zonas de vida de bosque muy húmedo pre - montano, bosque muy húmedo montano bajo, bosque húmedo montano bajo y en el bosque seco montano bajo y fisiográficamente se destacan en paisajes de colinas (Vargas y Barragán, 2017: p.6).

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

En el presente trabajo de investigación se evaluó la eficiencia del bioestimulante BIORMA, con el fin de determinar el crecimiento de plantas de cedro (*Cedrela montana* Moritz ex Turcz.) y la rentabilidad de los tratamientos aplicados, puesto que la especie forestal mencionada es de lenta reproducción, lo que disminuye el proceso de aceleración en el crecimiento de ésta; además, no se conocen alternativas de estimulantes para el crecimiento de plantas de *Cedrela montana* Moritz ex Turcz, a nivel de vivero.

1.2. Objetivos

1.2.1. *Objetivo general*

Evaluar el bioestimulante BIORMA, en el crecimiento de plantas de cedro (*Cedrela montana* Moritz ex Turcz.) a nivel de vivero en la ESPOCH.

1.2.2. *Objetivos específicos*

- Determinar la incidencia del bioestimulante BIORMA.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos aplicados.

1.3. Justificación

El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad analizar la incidencia del bioestimulante BIORMA en el crecimiento residual de la especie *Cedrela montana* Moritz ex Turcz., a nivel de vivero, frente a dos tipos de tratamientos (bioestimulante CARBOFOL y un testigo agua), con el propósito de determinar la eficiencia y rentabilidad de cada uno de los tratamientos aplicados; por lo que se presentó información pertinente para la elección del mejor tratamiento empleado, que cumpla con los mejores parámetros en estudio.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Nula

Ninguno de los tratamientos aplicados es eficiente en el crecimiento de plantas de cedro (*Cedrela montana* Moritz ex Turcz.).

1.4.2. Alterna

Al menos uno de los tratamientos aplicados es eficiente en el crecimiento de plantas de cedro (*Cedrela montana* Moritz ex Turcz.).

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Referencias Teóricas

2.1.1. Bioles

2.1.1.1. Generalidades

Los bioestimulantes son sustancias biológicas que actúan potenciando determinadas rutas metabólicas y/o fisiológicas de las plantas. No son nutrientes ni pesticidas, pero tienen un impacto positivo sobre la salud vegetal. Influyen sobre diversos procesos metabólicos tales como la respiración, la fotosíntesis, la síntesis de ácidos nucleicos y la absorción de iones, mejoran la expresión del potencial de crecimiento, la precocidad de la floración además de ser reactivadores enzimáticos (Moreno, 2018, p.22).

2.1.1.2. Mecanismo de acción

La acción de los bioestimulantes se explica partiendo de la base de su composición, que consiste en una mezcla de dos o más biorreguladores con otras sustancias (aminoácidos, vitaminas, nutrientes), estos pueden provenir de diversas fuentes primarias, siendo una de ellas los extractos de algas marinas, en donde promueve el crecimiento balanceado de los cultivos, mejora la inmunidad y resistencia, mejora notablemente la calidad de los cultivos tratados (Samudio, 2020, p.2).

El efecto de los bioestimulantes sobre las plantas no es más que el resultado de su influencia en el metabolismo; de esta forma estimulan la síntesis de hormonas naturales, pudiendo también aumentar su actividad, facilitar la adsorción de nutrientes a partir del suelo, estimular el crecimiento radicular, contribuir al aumento de la productividad y al mejoramiento de la calidad (Basak, 2008; citado en Samudio, 2020).

Según (Meléndez y Molina, 2002: p.117), el efecto de los bioestimulantes va a depender de su composición, y de cómo se expuso anteriormente esta presenta una gran diversidad. Si se excluye el efecto de componentes de acción conocida como los reguladores de crecimiento (auxinas, citoquininas, etileno, etc.) el modo de acción de los bioestimulantes puede explicarse de diferentes maneras:

- **Ahorro energético:** en donde las plantas a través de procesos fisiológicos como la fotosíntesis y la respiración sintetizan sus propios aminoácidos a partir de los nutrientes minerales que absorben. Los aminoácidos luego se unen formando cadenas, dando lugar a las proteínas y enzimas que constituyen parte del material vivo de la planta (Meléndez y Molina, 2002: p.117).
- **Suplemento de aminoácidos de alto consumo:** en los momentos iniciales de la emergencia y primer crecimiento es cuando la planta necesita mayor aporte de nitrógeno que es necesario para la formación de porfirinas, que son los pilares estructurales de la clorofila y los citocromos. La síntesis de porfirinas precisa de glicina, un aminoácido que se encuentra presente en distintas formulaciones de bioestimulantes (Meléndez y Molina, 2002: p.117).
- **Formación de sustancias biológicamente activas:** La respuesta de la planta a la aplicación de los aminoácidos se ha asociado a la formación de sustancias biológicamente activas, las cuales actúan vigorizando y estimulando la vegetación, por lo que resultan de gran interés en los períodos críticos de los cultivos, o en aquellos cultivos de producción altamente intensiva (Meléndez y Molina, 2002: p.118).
- **Producción de antioxidantes:** la planta bajo estrés reduce su metabolismo debido a un aumento de sustancias oxidantes. Los antioxidantes pueden evitar niveles tóxicos de estas sustancias, pero una planta no siempre puede producir suficientes antioxidantes para ser beneficioso. En los bioestimulantes orgánicos, los componentes más activos son las vitaminas de estrés (Meléndez y Molina, 2002: p.118).
- **Efecto regulador sobre el metabolismo de los microelementos:** los aminoácidos pueden formar quelatos con diferentes microelementos (hierro, cobre, zinc y manganeso especialmente), favoreciendo su transporte y penetración en el interior de los tejidos vegetales. Los bioestimulantes que contienen ácido ascórbico, además de su acción como antioxidante promueven la formación del xilema (Meléndez y Molina, 2002: p.118).
- **Incremento de polifenoles:** se sugiere que las plantas tratadas con bioestimulantes son más resistentes a los insectos, posiblemente porque ellas son más vigorosas, y pueden producir más de los compuestos defensivos (los cuales son energéticamente caros) como los polifenoles (Meléndez y Molina, 2002: p.119).
- **Regulación fisiológica bajo condiciones de estrés hídrico:** el estrés ambiental produce una reducción de la producción en los cultivos agrícolas que oscila entre un 60 al 80 %, siendo los

factores más limitantes la sequía y la salinidad, los cuales tienen en común que afectan directamente el estado hídrico de la planta. Se supone que si se mejora el nivel hídrico de la planta durante los momentos de estrés se puede mejorar significativamente la producción total final (Meléndez y Molina, 2002: p.119).

2.1.1.3. Bioestimulante BIORMA

Es un bioestimulante natural, que proviene de la descomposición de materia orgánica. Su aplicación puede ser edáfica y foliar. Al tener alto contenido de materia orgánica, posee microelementos y fitohormonas, los cuales mejoran la calidad y rendimiento de los cultivos, además de ayudar a absorber los nutrientes retenidos en el suelo.

Entre las características se encuentra en estado líquido, con un color café oscuro y un olor fétido que, al venir de la descomposición de la materia orgánica, no es fuerte por el tratamiento hecho en el biodigestor para su elaboración. Está compuesto de materia orgánica.

Dosis: (cultivos de tomate riñón, pimiento, frutilla, pitahaya, sandía)

- 4 – 5 Lt / 200 Lt de agua en fertirrigación.
- 1 Lt / 200 Lt de agua en aplicación foliar.
- Las dosis pueden cambiar dependiendo del cultivo y su estado.
- En ocasiones hemos ocupado hasta 20 Lt / 200 Lt de agua para hacer efecto choque en cultivos con altos problemas nutricionales.

2.1.2. Principios y aplicaciones de los bioestimulantes

2.1.2.1. Modo de aplicación de los bioestimulantes

Se aplican normalmente por vía foliar, pero también por vía radicular. Se utilizan en pulverizaciones foliares o a través de los sistemas de riego (tradicional, localizado, etc.) para activar o estimular el desarrollo vegetativo, la floración, el cuajado o el desarrollo de los frutos. Con frecuencia los aminoácidos también se emplean mezclándolos con productos fitosanitarios (insecticidas, fungicidas, herbicidas) para potenciar la acción de estos (Meléndez y Molina, 2002: pp.120-121).

Aun cuando son nutrimentos, no es este aspecto el que justifica su utilización sino el efecto activador que producen sobre el metabolismo del vegetal. Por ello, resulta aconsejable, en la mayoría de los casos, que sean aplicados junto con un abono mineral adecuado al cultivo y a su estado fenológico. Algunos formulados, además de micro nutrimentos, contienen cantidades respetables de nitrógeno, fósforo y potasio (Meléndez y Molina, 2002: p.121).

2.1.2.2. Absorción de los bioestimulantes

En general, estos productos se caracterizan por ser, en mayor o menor medida, directamente asimilables por las plantas, no dependiendo su absorción de la función clorofílica; es decir, pasan a través de la epidermis al haz vascular desde el cual y con un consumo mínimo de energía, entran a formar parte de las células en lugares de activo crecimiento (Meléndez y Molina, 2002: p.121).

2.1.2.3. Funcionamiento de los bioestimulantes en las plantas

Los bioestimulantes están disponibles en muchas formulaciones y con diferentes ingredientes, siendo los ingredientes más populares aquellos que incluyen sustancias húmicas (ácidos húmicos y fúlvicos), extractos de algas marinas, bacterias beneficiosas y hongos 20 beneficiosos, mientras que otros pueden contener quitosanos, hidrolizados de proteínas y compuestos inorgánicos como el silicio (Angy, 2023, pp.19-20).

Aunque muchos bioestimulantes pueden mejorar la nutrición de la planta, existe una subcategoría, los biofertilizantes que promueven el aumento de la eficiencia en el uso de nutrientes por las plantas. En este sentido, los bioestimulantes microbianos incluyen hongos micorrícicos y no micorrícicos, endosimbiontes bacterianos (como *Rhizobium*) y *Rizobacterias* promotoras del crecimiento vegetal, por lo que estos microorganismos pueden cumplir como agente de biocontrol y como bioestimulante (Angy, 2023, pp.19-20).

Entre las funciones que cumplen los bioestimulantes se incluyen la mejora de la eficiencia en el uso de nutrientes, intervención en el aumento de la tolerancia al estrés abiótico, incremento de las características de calidad del cultivo y aumento de la disponibilidad de nutrientes presentes en el suelo y la rizosfera (Angy, 2023, pp.19-20).

2.1.2.4. Los bioestimulantes y su papel en la mejora de cultivos

La aplicación de extractos de algas, hidrolizados de proteínas, ácidos húmicos y fúlvicos y otras mezclas compuestas tienen efectos beneficiosos sobre el crecimiento y la adaptación al estrés,

puesto que, aunque la mayoría de los bioestimulantes son usados para mejorar la absorción de nutrientes, muchos de estos también tienen efectos protectores contra el estrés ambiental, como el déficit de agua, la salinización del suelo y la exposición a temperaturas de crecimiento subóptimas (Angy, 2023, p.21).

2.1.3. Importancia y efecto de los bioestimulantes

2.1.3.1. Efecto de los bioestimulantes

Los bioestimulantes tienen un papel importante como complementos en la nutrición y protección de los cultivos, estos productos ayudan a corregir las insuficiencias en el campo otorgando mayores rendimientos y calidad de los cultivos. Los bioestimulantes producen diferentes efectos en un cultivo como facilitar la asimilación de nutrientes, mejorar atributos de calidad del fruto, mejorar fertilidad del suelo, entre otros (Vásquez, 2022, p.6).

2.1.3.2. Efecto de micronutrientes

Los micronutrientes son requeridos en bajas cantidades en las plantas, cada micronutriente tiene una función diferente en cada cultivo, en donde la ausencia o el exceso de los micronutrientes puede causar la pérdida parcial o total del cultivo. Las funciones principales de cada micronutriente son: (Vásquez, 2022, p.7).

- **Boro (B):** contribuye a la formación estructural y funcional de las membranas celulares en las zonas de crecimiento rápido y estructuras reproductivas (Vásquez, 2022, p.7).
- **Cloro (Cl):** participa en la regulación estomática para la liberación de humedad en estrés hídrico (Vásquez, 2022, p.7).
- **Cobre (Cu):** activa enzimas y fomenta las reacciones de los procesos de crecimiento de la planta, y contribuye en la formación de proteínas (Vásquez, 2022, p.7).
- **Hierro (Fe):** ayuda a la transferencia de energía, reducción y fijación de nitrógeno, y síntesis de lignina (Vásquez, 2022, p.7).
- **Molibdeno (Mo):** actúa en la síntesis de la enzima nitrato reductasa del proceso de fijación de nitrógeno (Vásquez, 2022, p.7).

- **Zinc (Zn):** esencial para el incremento en el rendimiento de los cultivos, debido a que sintetiza las proteínas durante los procesos de crecimiento (Vásquez, 2022, p.7).

2.1.3.3. Importancia de los bioestimulantes

La importancia de los bioestimulantes se basa en el suministro de nutrientes a las plantas: sirven como fuente de nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S); que liberan a través de los procesos de mineralización que la materia orgánica sufre en el suelo. Otro mecanismo de suministro de elementos nutritivos a la planta se basa en la posibilidad de complejar metales y cationes que tienen las sustancias húmicas (Pacheco, 2022, p.12).

Además, mejoran la estructura de los suelos, promueve la formación de agregados estables entre las partículas del suelo evitando la compactación de estos, con el consiguiente aumento de la aireación y una mejor circulación del agua causada por el incremento de la capilaridad del suelo. Incrementan la población microbiana como fuentes de P y C que contribuyen a la estimulación y desarrollo de las poblaciones microbianas y por tanto a la actividad enzimática asociada (Pacheco, 2022, p.12).

2.1.4. Bioestimulantes a base de aminoácidos

Los aminoácidos son moléculas orgánicas ricas en nitrógeno y constituyen las unidades básicas de las proteínas. Es el punto de partida para la síntesis de otros compuestos, tales como vitaminas, nucleótidos y alcaloides. Al ser aplicados en forma foliar, son rápidamente asimilados y transportados, la planta ahorra energía al no tener que sintetizarlos. De ahí su importancia como compuestos antiestrés. Los aminoácidos tienen propiedades anfóteras, es decir; pueden actuar como ácidos o como bases en una disolución o medio acuoso, dependiendo del pH (Quiancha, 2014, p.17).

2.1.5. Relación de hormonas con bioestimulantes

2.1.5.1. Hormonas reguladoras de crecimiento

Las hormonas son sustancias orgánicas naturales que actúan como señal para estimular, inhibir o regular los diferentes procesos en la planta, son efectivas en bajas cantidades, sus efectos pueden ser bioquímicos, morfológicos o fisiológicos, los reguladores de crecimiento son sustancias orgánicas o sintéticas 18 que tienen efectos reguladores en el metabolismo, nutrición y

crecimiento de las plantas tales como citoquininas, giberelinas, etileno, auxinas y ácido abscísico (Quiancha, 2014, p.17).

2.1.5.2. Fitohormonas

Son sustancias producidas por células vegetales en sitios estratégicos de la planta y estas hormonas vegetales son capaces de regular de manera predominante los fenómenos fisiológicos de las plantas. Las hormonas vegetales controlan directa e indirectamente la ejecución de numerosas y variadas reacciones fisiológicas y su integración con el metabolismo general., entre ellos el crecimiento de las plantas, incluyendo sus raíces, la caída de las hojas, la floración, la formación del fruto y la germina (Viana, 2015, p.20).

Una hormona interviene en varios procesos, y del mismo modo todo proceso está regulado por la acción de varias hormonas. Se establecen fenómenos de antagonismo y balance hormonal que conducen a una regulación precisa de las funciones vegetales, lo que permite solucionar el problema de la ausencia de sistema nervioso. Las hormonas ejercen sus efectos mediante complejos mecanismos moleculares, que desembocan en cambios de la expresión genética, cambios en el esqueleto, regulación de las vías metabólicas y cambio de flujos iónicos (Viana, 2015, p.20).

2.1.5.3. Auxinas

Básicamente son compuestos, los cuales pueden influenciar de diversas formas en el crecimiento de las plantas, su actividad influye tanto en estimulación (principalmente alargamiento celular), como inhibición de crecimiento, y la misma célula o estructura puede inhibir respuestas opuestas (Viana, 2015, p.21).

2.1.5.4. Giberelinas

Son un tipo de regulador de crecimiento que afecta a una amplia variedad de fenómenos de desarrollo en las plantas, incluidas la elongación celular y la germinación de las semillas. Los sitios de síntesis de las giberelinas son las semillas en desarrollo, ápices de tallos, primordios foliares, raíces, frutos y túberos. Estos reguladores son transportados dentro de la planta vía xilema y vía floema (Viana, 2015, p.21).

2.1.5.5. *Citoquininas*

Sus principales funciones dentro de la planta son: estimular la división celular y el crecimiento, inhibir el desarrollo de raíces laterales, romper la latencia de las yemas axilares, promover la organogénesis en los callos celulares, retrasar la senescencia o envejecimiento de los órganos vegetales, promover la expansión celular en cotiledones y hojas, y el desarrollo de los cloroplastos (Viana, 2015, p.22).

2.1.6. *Descripción botánica de Cedrela montana Moritz ex Turcz.*

2.1.6.1. *Generalidades*

Es un árbol de aproximadamente 22 a 30 m de altura, posee un fuste recto y puede alcanzar un diámetro que va entre los 60 cm a los 2 m, la corteza es fisurada de color grisácea, ocasionalmente posee pubescencia marrón. La copa es amplia y redonda. Las hojas son compuestas paripinnadas; de color verde oscuro y lustroso en el haz y verde pálido en el envés. Las flores son de tipo inflorescencia terminal o subterminal, unisexuales de color blanco-amarillentas. El fruto es capsular leñoso, marrón con lenticelas blanquecinas. Las semillas son aladas de color marrón y alcanzan 4 cm de largo (Vargas y Barragán, 2017: p.71).

- **Distribución y ecología:** crece en la Faja Montano con una precipitación anual entre 1.000 mm y 2.000 mm, con una temperatura anual entre los 12° C y 18° C, con una humedad relativa superior al 40% (Días, 2012, p.10).
- **Categoría de Amenaza:** el libro Rojo de plantas de Colombia de especies maderables amenazadas (2006), reporta a la especie *C. montana* Moritz ex Turcz., en la categoría (NT) “Casi Amenazado” según las normas de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales) (Días, 2012, p.10).
- **Riego y fertilización:** en casos especiales, donde las condiciones climáticas no son las ideales, es necesario aplicar el riego en forma artificial. Y según el tipo de suelo realizar fertilizaciones para mejorar el rendimiento y productividad del sitio y de las especies (Días, 2012, p.11).

2.1.6.2. *Taxonomía*

- **Reino:** *Plantae*
- **División:** *Magnoliophyta*

- **Clase:** *Magnoliopsida*
- **Orden:** *Sapindales*
- **Familia:** *Meliaceae*
- **Género:** *Cedrela*
- **Especie:** *Cedrela montana* Moritz ex Turcz. (Vargas y Barragán, 2017: p.71).

2.1.6.3. Promoción de crecimiento

Se distribuye en zonas de vida de bosque muy húmedo premontano, bosque muy húmedo montano bajo y en el bosque seco montano bajo. Por ser una especie heliófita es común hallarla en zonas de cultivos después del aprovechamiento de los bosques o se puede encontrar en pastos abiertos. Esta especie prefiere suelos bien drenados y ocasionalmente ambas se pueden encontrar en coberturas del margen de los cursos hídricos (Vargas y Barragán, 2017: p.71).

2.1.6.4. Manejo de plántulas en vivero

La propagación puede realizarse en un sustrato de tierra + arena en proporción 2:1. El repique a bolsa debe efectuarse una vez la planta alcance entre 7 y 10 cm de altura y que está presente hojas verdaderas. Después del trasplante es necesario colocar sombra y reducirla gradualmente, ya que en sus primeros estadios de desarrollo presenta mayor crecimiento bajo una sombra cercana al 90%. Cuando las plántulas alcancen de 20 a 30 cm de altura se considera que están listas para la plantación, esto es pasado cuatro a cinco meses de permanencia en el vivero (CORANTIOQUIA, 2007, p.14).

2.1.7. Fertilización foliar

Al transcurrir el tiempo, la fertilización foliar ha ganado credibilidad para los productores, debido a que hoy en día es una práctica común e importante, ya que corrige las deficiencias nutrimentales de las plantas, favorece el buen desarrollo de los cultivos y mejora el rendimiento y la calidad del producto. Esta práctica no busca ser la sustitución de una fertilización tradicional, sino más bien busca garantizar el aporte o apoyo para complementar los requerimientos nutrimentales de un cultivo, que no se pueden abastecer mediante la fertilización común (Santos, 2000, p.247).

Se le entiende como el proceso de nutrición que se da a través de las hojas, además se utiliza como un complemento a la fertilización al suelo. En donde la hoja se encarga de aprovechar los nutrimentos adquiridos durante la fertilización foliar. Dentro del proceso de fertilización foliar hay que tener en cuenta que existen aspectos de la planta, por analizar como lo es la función de la

cutícula, los estomas y ectodesmos en la absorción foliar; además, de los factores externos del ambiente como la temperatura, luz, humedad relativa y hora de aplicación (Santos, 2000, p.247).

2.1.7.1. Sustancias húmicas

Se definen como los más ampliamente distribuidos productos orgánicos de biosíntesis en la superficie de la tierra, que exceden la cantidad de carbono contenido en todos los organismos vivos, representan el mayor componente de la mezcla de materiales que comprende la MOS resulta de gran importancia el estudio de su estructura y propiedades y cómo estas contribuyen a la fertilidad del suelo, actuando en las propiedades físicas, físico - químicas, químicas y biológicas del suelo (Amador et al., 2018: p.103).

2.1.7.2. Acción bioestimulante de las sustancias húmicas

Los efectos indirectos de las sustancias húmicas en las plantas incluyen el mejoramiento de las características químicas, físico - químicas y biológicas del suelo, a través de aumento en la retención de agua y nutrientes, influencia en la diversidad de microorganismos benéficos y la formación de complejos con iones, principalmente micronutrientes como el Fe y Zn (Amador et al., 2018: p.105).

2.1.8. Bioestimulantes en el área forestal

Si hablamos en los parámetros de germinación, emergencia y crecimiento de las plantas, los factores bioestimulantes y sustratos incrementaron el porcentaje de estos, en relación con las especies forestales, en donde los bioestimulantes promueven el crecimiento del embrión y la salida de cada plántula, así como al desarrollo y crecimiento de estas (Gualpa et al., 2017: pp.28-40).

Es importante indicar, que el uso indiscriminado de productos químicos en el sector agrícola y forestal, ha provocado un desequilibrio en la naturaleza, donde se han eliminado o desplazado organismos que ejercen un control biológico en los cultivos, situación que va en detrimento sobre la calidad biológica de los alimentos y sobre la calidad de vida del hombre, ya que son altamente derrochadores de energía y alteran completamente las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Agudelo y Polanco, 2019: p.6).

2.1.9. Plagas y enfermedades en vivero

Cedrela montana Moritz ex Turcz., como muchas especies forestales más, es susceptible a ataques de plagas en vivero como *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (mosca blanca) insecto aleuródido que tiende a colocarse en el envés de las hojas y aprovecha la mayor porosidad de estas, con el fin de absorber los azúcares y nutrientes de la planta; pero la plaga más seria para el cedro es el “barrenador de las meliáceas”, el lepidóptero *Hypsipyla grandella* Zeller (larva), que además de causar una ramificación excesiva y un crecimiento atrofiado, suele descortezar la base del tronco, lo que puede causar la muerte de las plantas (CORANTIOQUIA, 2007, p.15).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de investigación

El enfoque de la presente investigación estuvo direccionado hacia la utilización de estimulantes orgánicos para el desarrollo y mejoramiento de las características fenológicas de *Cedrela montana* Moritz ex Turcz., es así como se pretendió evaluar la eficiencia que posee el bioestimulante BIORMA en comparación al bioestimulante CARBOFOL y el testigo agua, con respecto a la especie ya mencionada a nivel de vivero.

3.2. Nivel de investigación

El presente trabajo contó con una investigación experimental y comparativa, ya que se buscó evaluar la eficiencia que tuvo el bioestimulante BIORMA, a comparación del bioestimulante CARBOFOL y el tratamiento agua, en un lapso de 15, 30, y 45 días, tomando en cuenta las variables altura, número de hojas y número de yemas axilares; con lo cual, al obtener los resultados previstos de dicha investigación, se procedió a recomendar el uso del tratamiento que mejor eficiencia haya presentado.

3.3. Diseño de investigación

El Diseño de investigación usado en el presente trabajo es un Diseño Completamente al Azar (DCA), puesto que las unidades experimentales son homogéneas y la influencia de posibles factores externos de variación, se verán controladas, con el fin de asegurar el efecto del factor de estudio, que es este caso son los bioestimulantes y el testigo agua.

3.4. Tipo de estudio

El tipo de estudio de la presente investigación es considerado de campo, ya que se obtuvo los datos de forma directa y real, con relación al problema de investigación.

3.5. Población y planificación, selección y cálculo del tamaño de la muestra

En la presente investigación se utilizó tres tratamientos en tres repeticiones, dando como resultado nueve unidades experimentales.

3.6. Localización y características del área de estudio.

3.6.1. Localización del área de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en el vivero forestal de la Facultad de Recursos Naturales perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), localizada en la Panamericana Sur Km 1.5 en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo - Ecuador.

3.6.2. Ubicación geográfica

Representación gráfica del vivero forestal, como se observa en la (Ilustración 3-1):



Ilustración 3-1: Vivero Forestal.

Realizado por: Aseicha, Bryan, 2023.

3.6.3. Coordenadas geográficas

Tabla 3-1: Coordenadas geográficas.

Provincia/ Cantón	Chimborazo - Riobamba
Altitud	2850 msnm
Sistema de coordenada	UTM WGS 84 Zona 17 S
Cordenadas x	757925.05 m E
Cordenadas y	98 17410.78 m S

Realizado por: Aseicha, Bryan, 2023.

3.6.4. Características climáticas del lugar

Tabla 3-2: Condiciones climáticas del lugar.

Temperatura media anual	15,4 ° C
Precipitación media anual	10,2 mm
Humedad relativa media anual	86,8 %

Fuente: INAMHI, 2022.

Realizado por: Aseicha, Bryan, 2023.

3.7. Materiales y equipos

3.7.1. Materiales de campo

- Agua de riego
- Etiquetas de identificación
- Rociadores plásticos
- Pipetas plásticas
- Probetas plásticas
- Regla
- Libreta de campo
- Lápiz, borrador, esferográfico
- Guantes quirúrgicos, mandil y mascarilla.

3.7.2. Equipos de campo

- Cámara fotográfica

3.7.3. Material biológico experimental

- **Especie:** Plantas de cedro (*Cedrela montana* Moritz ex Turcz.).
- **Edad de la especie:** Seis meses.
- **Altura promedio de las especies:** 18,62 cm

3.7.4. Reactivos e insumos

- Bioestimulante BIORMA, CARBOFOL y Agua.

3.7.5. *Materiales y equipos de oficina*

- Computadora, impresora y hojas.
- **Programas informáticos:** Word 2022 y Excel 2022.
- **Programas estadísticos:** InfoStat 2020.

3.8. Metodología

3.8.1. *Especificaciones del campo experimental*

3.8.1.1. *Adquisición de las plántulas *Cedrela montana* Moritz ex Turcz.*

Se procedió a realizar la delimitación del área de trabajo en el umbráculo del vivero de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, mediante la adquisición de un total de 100 plantas de *C. montana* Moritz ex Turcz., por lo que se tuvo que seleccionar las plantas que presentaban características homogéneas, para que el ensayo se lo pueda evaluar mediante un (DCA).

3.8.1.2. *Limpieza y desinfección del área de trabajo*

Se procedió a realizar la limpieza del área designada dentro del umbráculo del vivero de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, removiendo todos los residuos sólidos que existían en la misma, en donde para la posterior desinfección se procedió a utilizar Cal, la misma que se esparció de manera equitativa en el área designada.

3.8.1.3. *Instalación del ensayo*

Se procedió a realizar la instalación del ensayo, tomando en cuenta las siguientes especificaciones del campo experimental:

Tabla 1-3: Instalación del ensayo.

N.º de tratamientos	3
N.º de repeticiones	3
N.º, total de unidades experimentales	9
Forma	Rectangular
Largo	383 cm
Ancho	120 cm

Realizado por: Aseicha, Bryan, 2023.

3.8.1.4. Aleatorización y rotulación de plantas

Se procedió a realizar el sorteo, con el fin de ubicar respectivamente los tres tratamientos y posteriormente se realizó la respectiva rotulación de los tratamientos con sus respectivas repeticiones.

3.8.2. Tratamientos

En la investigación experimental realizada, se estableció por cada tratamiento (T) una unidad experimental de 30 plántulas de *C. montana* Moritz ex Turcz., en donde al combinar los factores en estudio se tienen tres tratamientos, los mismos que se les fueron asignados un código por cada tratamiento, que se describen a continuación, en la (Tabla 3-4).

Tabla 3-4: Descripción de los tratamientos en estudio.

Tratamiento	Denominación	Código	Descripción del tratamiento
1	BIORMA	T1	Bioestimulante BIORMA aplicado al follaje de plantas de <i>C. montana</i> Moritz ex Turcz.
2	CARBOFOL	T2	Bioestimulante CARBOFOL aplicado al follaje de plantas de <i>C. montana</i> Moritz ex Turcz.
3	Testigo	T3	(Agua) aplicado al follaje de plantas de <i>C. montana</i> Moritz ex Turcz.

Realizado por: Aseicha, Bryan, 2023.

3.8.3. Factores de estudio

Se evaluaron dos bioestimulantes, identificados de la siguiente manera:

Factor A: Bioestimulantes

- **Factor A1:** Bioestimulante BIORMA
- **Factor A2:** Bioestimulante CARBOFOL

3.8.4. Diseño experimental

El experimento fue llevado a cabo mediante un Diseño Completamente al Azar (DCA), con tres tratamientos y tres repeticiones, por cada tratamiento se emplearon 10 plantas de *C. montana* Moritz ex Turcz., en donde todas las variables a evaluar fueron sometidas a un análisis de

varianza; tomando en cuenta que, al existir diferencias significativas se procedió a realizar una prueba de separación de medias conocida como Tukey, al 5 % de significancia.

3.8.5. Variables evaluadas

Variables evaluadas para determinar un crecimiento adecuado de las plantas de la investigación se indica en la (Tabla 3-5).

Tabla 3-5: Variables a evaluar en el registro de datos.

No	VARIABLES	ABREVIATURA
1	Altura de la planta en cm	AP
2	Numero de hojas	NH
3	Número de yemas axilares	NYA

Realizado por: Aseicha, Bryan, 2023.

3.8.5.1. Altura de plantas

Esta variable se evaluó a los (15, 30 y 45) días, mediante una regla, la misma que se la ubica desde la marca realizada en la base de la planta hasta el primer brote, se tomó en cuenta el orden del tratamiento con su respectiva repetición, en donde los datos fueron registrados en la respectiva libreta de campo, como se observa en la (Ilustración 3-2).



Ilustración 3-2: Medición de altura de plantas.

Realizado por: Aseicha, Bryan, 2023.

3.8.5.2. Número de hojas

Esta variable se evaluó a los (15, 30 y 45) días, mediante un conteo minucioso de cada hoja existente y emergida de cada planta, desde las hojas inferiores hasta las superiores de las mismas, tomando en cuenta el orden del tratamiento con su respectiva repetición, como se observa en la (Ilustración 3-3).



Ilustración 1-3: Conteo de número de hojas.

Realizado por: Aseicha, Bryan, 2023.

3.8.5.3. Número de yemas axilares

Esta variable se evaluó a los (15, 30 y 45) días, mediante un conteo minucioso de cada yema axilar emergida de cada planta, tomando en cuenta el orden del tratamiento con su respectiva repetición, como se observa en la (Ilustración 3-4).



Ilustración 3-4: Conteo de yemas axilares.

Realizado por: Aseicha, Bryan, 2023.

3.8.6. Fase de campo

3.8.6.1. Aplicación del bioestimulante BIORMA

Cálculos: se realizaron los cálculos pertinentes con respecto a la aplicación del bioestimulante BIORMA, en donde se tuvo como referencia la dosis recomendada por la casa comercial del mencionado bioestimulante, dando un valor de 50 cm³, se obtuvo lo siguiente:

Dosis necesaria para la aplicación del bioestimulante BIORMA, sobre las plantas de cedro.

- 1,67 cm³ → 1 planta
- 50 cm³ → 30 plantas

Entonces:

- 50 cm³ de bioestimulante BIORMA → 1 Litro de agua.

Aplicación: se realizó la correspondiente mezcla de la dosis calculada para dicho tratamiento y se aplicó a las plantas utilizando un rociador plástico, con el fin de que la aplicación sea efectuada de la manera más homogénea posible. Se evaluó el efecto del bioestimulante en el crecimiento y desarrollo de las plantas, con el indicador de dosis de BIORMA / litro de agua, mediante la observación y con ayuda de información externa como libros, revistas o fichas técnicas.

3.8.6.2. Aplicación del bioestimulante CARBOFOL

Cálculos: Se realizaron los cálculos pertinentes con respecto a la aplicación del bioestimulante CARBOFOL, en donde se tuvo como referencia la dosis recomendada por la casa comercial del bioestimulante, dando un valor de 2,25 cm³, se obtuvo lo siguiente:

Dosis necesaria para la aplicación del bioestimulante CARBOFOL, sobre las plantas de Cedro.

- 0,075 cm³ → 1 planta
- 2,25 cm³ → 30 plantas

Entonces:

- 2,25 cm³ de bioestimulante CARBOFOL → 1 Litro de agua.

Aplicación: Se realizó la correspondiente mezcla de la dosis calculada para dicho tratamiento y se aplicó a las plantas utilizando un rociador plástico, con el fin de que la aplicación sea efectuada de la manera más homogénea posible. Se evaluó el efecto del bioestimulante en el crecimiento y desarrollo de las plantas, con el indicador de dosis de CARBOFOL / litro de agua, mediante la observación y con ayuda de información externa como libros, revistas o fichas técnicas.

3.8.7. Análisis económico

Para el análisis económico se procedió a efectuar el análisis de presupuesto parcial, propuesto por el CIMMYT, con el fin de determinar la rentabilidad de la aplicación de los tratamientos evaluados, calculando los costos que varían, beneficios brutos, beneficios netos y el TIR, haciendo referencia a una hectárea de superficie (Perrin et al., 1970: p.53).

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis de las variables evaluadas

Se determinó mediante la prueba de normalidad, que los datos obtenidos de las distintas variables como altura, número de hojas y número de yemas axilares, se encuentran distribuidos normalmente al 5 % ($p > 0,05$).

4.1.1 Variable 1: Altura a los 15 días

En el análisis de varianza para la variable altura (cm) a los 15 días, se observa que no hay diferencias significativas para los tratamientos; es decir que, aunque numéricamente existe diferencia, estadísticamente se mantienen bajo el mismo rango, con un coeficiente de variación de 1,22 %, como muestra la (Tabla 4-1).

Tabla 4-1: Análisis de varianza de la variable altura (cm) a los 15 días.

ADEVA				
F.d.V	G.l	SC	CM	Fc
Tratamiento	2	0,037	0,018	0,352 N.S.
Error	6	0,312	0,052	
Total	8	0,349		

Realizado por: Aseicha, Bryan, 2023.

C.V = 1,22%

4.1.2. Variable 2: Altura a los 30 días

En el análisis de varianza para la variable altura (cm) a los 30 días, se observa que no hay diferencias significativas para los tratamientos; es decir que, aunque numéricamente existe diferencia, estadísticamente se mantienen bajo el mismo rango, con un coeficiente de variación de 1,15 %, como muestra la (Tabla 4-2).

Tabla 4-2: Análisis de varianza de la variable altura (cm) a los 30 días.

ADEVA				
F.d.V	G.l	SC	CM	Fc
Tratamiento	2	0,061	0,031	0,656 N.S.
Error	6	0,280	0,047	
Total	8	0,341		

Realizado por: Aseicha, Bryan, 2023.

C.V = 1,15%

4.1.3. Variable 3: Altura a los 45 días

En el análisis de varianza para la variable altura (cm) a los 45 días, se observa que no hay diferencias significativas para los tratamientos; es decir que, aunque numéricamente existe diferencia, estadísticamente se mantienen bajo el mismo rango, con un coeficiente de variación de 1,15%, como muestra la (Tabla 4-3).

Tabla 4-3: Análisis de varianza de la variable altura (cm) a los 45 días.

ADEVA				
F.d.V	G.l	SC	CM	Fc
Tratamiento	2	0,106	0,053	1,126 N.S.
Error	6	0,281	0,047	
Total	8	0,387		

Realizado por: Aseicha, Bryan, 2023.

C.V = 1,15%

4.1.4. Representación gráfica de la variable altura (cm)

En la (Ilustración 4-1), es posible observar un histograma de la variable altura (cm) de la especie forestal *C. montana* Moritz ex Turcz., a los 15, 30 y 45 días con sus respectivos tratamientos, en donde se obtuvo como resultados que en mencionados días; el tratamiento BIORMA refleja mayor altura, a comparación de los demás tratamientos CARBOFOL y testigo; debido a que presentan valores numéricos superiores a los demás tratamientos.

Con respecto a los resultados obtenidos en la (Ilustración 4-1), mencionados valores se justificaron mediante el análisis químico del bioestimulante BIORMA (Anexo K); en donde se muestran en los indicadores químicos, como lo es el nitrógeno (0,0046%), fósforo (1450 mg/L) y potasio (1060 mg/L), los cuales permiten a las plantas lograr una adecuada nutrición acorde a su

capacidad productiva, en el crecimiento de las raíces y de la plantas, independizándose en gran medida de la disponibilidad de los nutrientes en el suelo, así también como promover el metabolismo de carbohidratos y proteínas que son esenciales para el crecimiento vegetativo y para la formación de las vainas y la semilla (Macias, 2019, p. 07).

Adicionalmente, cabe recalcar que mediante el valor observado en el (Anexo K), muestra la conductividad eléctrica (CE) (0,014 mho/cm), la cual indica la cantidad de sales presentes en el suelo, debido a que todos los suelos contienen algo de sales, las cuales son esenciales para el crecimiento de las plantas (Acevedo, 2015, p.76).

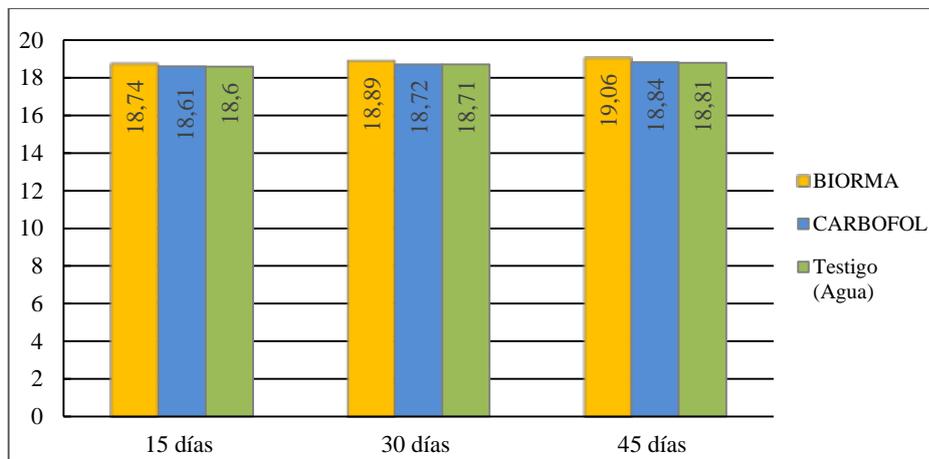


Ilustración 4-1: Histograma de la variable altura de las plantas (15, 30 y 45 días).

Realizado por: Aseicha, Bryan, 2023.

4.1.5. Variable 4: Hojas a los 15 días

En el análisis de varianza para la variable hojas a los 15 días, se observa que no hay diferencias significativas para los tratamientos; es decir que, aunque numéricamente existe diferencia, estadísticamente se mantienen bajo el mismo rango, con un coeficiente de variación de 4,66 %, como muestra la (Tabla 4-4).

Tabla 4-4: Análisis de varianza del número de hojas a los 15 días.

ADEVA				
F.d.V	G.I	SC	CM	Fc
Tratamiento	2	62,889	31,444	6,432 N.S.
Error	6	29,333	4,889	
Total	8	92,222		

Realizado por: Aseicha, Bryan, 2023.

C.V = 4,66%

4.1.6. Variable 5: Hojas a los 30 días

En el análisis de varianza para la variable hojas a los 30 días, se observa que no hay diferencias significativas para los tratamientos; es decir que, aunque numéricamente existe diferencia, estadísticamente se mantienen bajo el mismo rango, con un coeficiente de variación de 4,03%, como muestra la (Tabla 4-5).

Tabla 4-5: Análisis de varianza del número de hojas a los 30 días.

ADEVA				
F.d.V	G.l	SC	CM	Fc
Tratamiento	2	74,667	37,333	8,195 N.S.
Error	6	27,333	4,556	
Total	8	102,000		

Realizado por: Aseicha, Bryan, 2023.

C.V = 4,03%

4.1.7. Variable 6: Hojas a los 45 días

En el análisis de varianza para la variable hojas a los 45 días, se observa que no hay diferencias significativas para los tratamientos; es decir que, aunque numéricamente existe diferencia, estadísticamente se mantienen bajo el mismo rango, con un coeficiente de variación de 5,39%, como muestra la (Tabla 4-6).

Tabla 4-6: Análisis de varianza del número de hojas a los 45 días.

ADEVA				
F.d.V	G.l	SC	CM	Fc
Tratamiento	2	8,222	4,111	0,385 N.S.
Error	6	64,000	10,667	
Total	8	72,222		

Realizado por: Aseicha, Bryan, 2023.

C.V = 5,39%

4.1.8. Representación gráfica de la variable hojas

En la (Ilustración 4-2), podemos observar un histograma de la variable hojas de la especie forestal *C. montana* Moritz ex Turcz., a los 15, 30 y 45 días con sus respectivos tratamientos, dándonos como resultados a los 15 días que el tratamiento BIORMA refleja mayor cantidad de hojas,

seguido del tratamiento Testigo y posterior el tratamiento CARBOFOL, a los 30 días BIORMA sigue siendo el tratamiento con mayor cantidad de hojas, seguido de CARBOFOL y posterior el testigo, a los 45 días BIORMA sigue siendo el tratamiento con mayor cantidad de hojas, mientras que los tratamientos CARBOFOL y testigo se mantienen bajo un mismo rango.

Con respecto a los resultados obtenidos en la (Ilustración 4-2), mencionados valores se justificaron mediante el análisis químico del bioestimulante BIORMA (Anexo K); en donde se muestran los indicadores químicos, como lo es el nitrógeno (0,0046%), fósforo (1450 mg/L) y potasio (1060 mg/L), en los cuales la cantidad de nitrógeno acumulado en las hojas, determina la intensidad del proceso fotosintético, hojas inferiores se presentan con una clorosis generalizada, pudiendo caer con el avance del síntoma; así como el fósforo en donde las hojas más viejas pequeñas con coloración verde oscuro azuladas. Puede surgir clorosis desde la punta hacia la base de las hojas y el potasio en donde las plantas con síntomas de deficiencia presentan hojas cloróticas o moteadas con manchas grandes o pequeñas de tejido muerto (Macias, 2019, p. 07).

Adicionalmente, cabe recalcar que mediante el valor observado en el (Anexo K), los valores son deficientes con respecto a la variable hojas, pero se observa que los valores más altos son los del bioestimulante BIORMA, por lo que se deduce que los tratamientos restantes, poseen valores menores con respecto a los indicadores químicos propuestos.

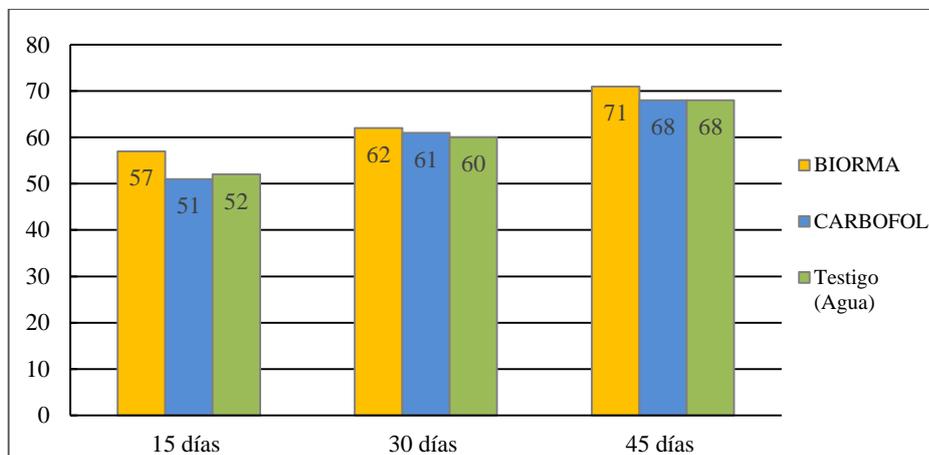


Ilustración 4-2: Histograma de la variable hojas de las plantas a los 15, 30 y 45 días.

Realizado por: Aseicha, Bryan, 2023.

4.1.9. Variable 7: Yemas axilares a los 15 días

En el análisis de varianza para la variable yemas axilares a los 15 días, se observa que no hay diferencias significativas para los tratamientos; es decir que, aunque numéricamente existe

diferencia, estadísticamente se mantienen bajo el mismo rango, con un coeficiente de variación de 5,07%, como muestra la (Tabla 4-7).

Tabla 4-7: Análisis de varianza del número de yemas axilares a los 15 días.

ADEVA				
F.d.V	G.l	SC	CM	Fc
Tratamiento	2	18,000	9,000	0,750 N.S.
Error	6	72,000	12,000	
Total	8	98,000		

Realizado por: Aseicha, Bryan, 2023.

C.V = 5,07%

4.1.10. Variable 8: Yemas axilares a los 30 días

En el análisis de varianza para la variable yemas axilares a los 30 días, se observa que no hay diferencias significativas para los tratamientos; es decir que, aunque numéricamente existe diferencia, estadísticamente se mantienen bajo el mismo rango, con un coeficiente de variación de 20,20 %, como muestra la (Tabla 4-8).

Tabla 4-8: Análisis de varianza del número de yemas axilares a los 30 días.

ADEVA				
F.d.V	G.l	SC	CM	Fc
Tratamiento	2	0,667	0,333	1,500 N.S.
Error	6	1,333	0,222	
Total	8	2,000		

Realizado por: Aseicha, Bryan, 2023.

C.V = 20,20%

4.1.11. Variable 9: Yemas axilares a los 45 días

En el análisis de varianza para la variable yemas axilares a los 45 días, se observa que no hay diferencias significativas para los tratamientos; es decir que, aunque numéricamente existe diferencia, estadísticamente se mantienen bajo el mismo rango, con un coeficiente de variación de 10,88%, como muestra la (Tabla 4-9).

Tabla 4-9: Análisis de varianza del número de yemas axilares a los 45 días.

ADEVA				
F.d.V	G.l	SC	CM	Fc
Tratamiento	2	2,667	1,333	6,000 N.S.
Error	6	1,333	0,222	
Total	8	4,000		

Realizado por: Aseicha, Bryan, 2023.

C.V = 10,88%

4.1.12. Representación gráfica de la variable yemas axilares

En la (Ilustración 4-3), podemos observar un histograma de la variable yemas axilares de la especie forestal *C. montana* Moritz ex Turcz., a los 15, 30 y 45 días con sus respectivos tratamientos, dándonos como resultados a los 15 días que los tres tratamientos se mantienen bajo un mismo rango, es decir no ha existido variación en la emergencia de yemas axilares, a los 30 días tanto el tratamiento BIORMA como CARBOFOL, reflejan la mayor cantidad de yemas axilares emergidas, mientras que el tratamiento testigo es el más bajo, a los 45 días el tratamiento BIORMA refleja la mayor cantidad de yemas emergidas, mientras que los tratamientos restantes reflejan valores iguales.

Con respecto a los resultados obtenidos en la (Ilustración 4-3), mencionados valores se justificaron mediante el análisis químico del bioestimulante BIORMA (Anexo K); en donde se muestran siguientes los indicadores químicos, como lo es el magnesio (24 mg/L), hierro (20 mg/L) y zinc (no presenta valor), en los cuales la cantidad de magnesio en donde su deficiencia se ve bien y es frecuente, conocida como una clorosis intervenal en hojas viejas, si fuera en hojas nuevas, es decir, en las brotaciones y las de las puntas, habría que pensar en micronutrientes; así como el hierro en donde actúa como micronutrientes u oligoelementos por su baja concentración en la solución del suelo, la planta necesita una reducida provisión de los mismos para su metabolismo, además, su disponibilidad está fuertemente influida por el valor de pH en el suelo y el zinc en donde se produce la aparición de hojas pequeñas y estrechas, se manifiesta en las hojas más jóvenes y los entrenudos se acortan en los brotes (INTA, 2018, pp. 112-113).

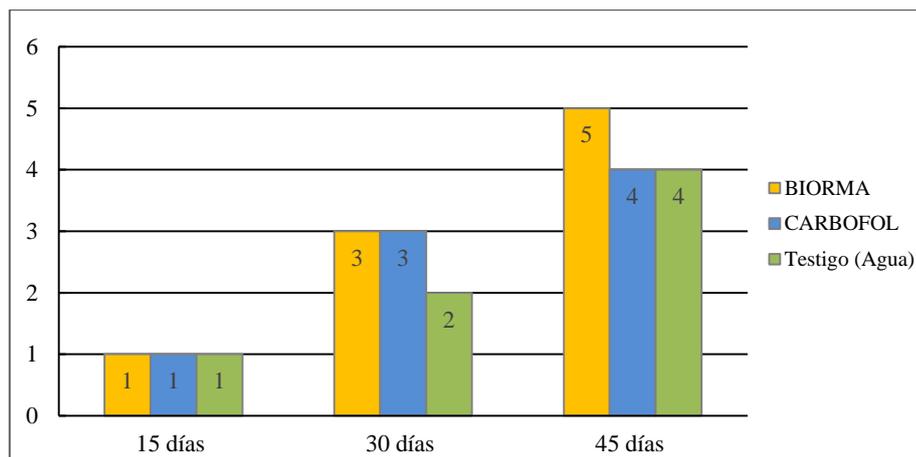


Ilustración 4-3: Histograma de la variable yemas axilares de las plantas a los 15, 30 y 45 días.

Realizado por: Aseicha, Bryan, 2023.

4.2. Análisis económico

El análisis de presupuesto parcial efectuado para cada uno de los tratamientos, indica que el tratamiento testigo es el que posee menor costo, debido a que no tuvo ninguna relación con ningún producto; mientras que el costo por aplicación más elevado fue el tratamiento T2 (CARBOFOL) con un total de \$ 299,21.

Tabla 4-10: Costos de bioestimulantes aplicados por tratamiento.

Tratamiento	Costos que varían (\$)	Beneficios Brutos (\$)	Beneficio Neto (\$)	TIR (%)
T1 (BIORMA)	\$294,77	\$333,30	\$38,53	39
T2 (CARBOFOL)	\$299,21	\$333,30	\$34,09	34
Testigo (Agua)	\$54,79	\$54,79	\$0,00	0

Realizado por: Aseicha, Bryan, 2023.

No se observa una diferencia significativa en la aplicación de los tratamientos aplicados, ya que todos son eficientes en el crecimiento de la especie forestal *C. montana* Moritz ex Turcz.; por lo que cabe mencionar que, con respecto a los costos de aplicación, el tratamiento T1 (BIORMA) muestra un costo más bajo con referencia al tratamiento T2 (CARBOFOL), con un valor de \$294,77 y además genera una tasa interna de retorno mayor a los demás tratamientos con un 39 %, como muestra la (Tabla 4-10).

4.3. Discusión

En el presente trabajo de investigación se obtuvieron diferentes resultados que fueron establecidos a discusión debido a la metodología planteada y a los procedimientos considerados para su respectiva ejecución y posterior comprobación de la hipótesis; así como el cumplimiento de los objetivos propuestos al inicio de la presente investigación. Para lo cual, luego de haber evaluado la incidencia del bioestimulante BIORMA y posteriormente comparado con el bioestimulante CARBOFOL para el crecimiento de las plantas de *Cedrela montana* Moritz ex Turcz. Posteriormente, mediante el análisis estadístico realizado, se observa que no existen diferencias significativas para los tratamientos; es decir que, en el análisis estadístico los resultados obtenidos se mantienen bajo el mismo rango, pero numéricamente hay diferencia.

Debido aquello cabe mencionar que, tanto el bioestimulante BIORMA como el bioestimulante CARBOFOL, aportaron al crecimiento y desarrollo de las plantas *C. montana* Moritz ex Turcz., por lo cual no hay diferencias significativas, lo que concuerda con la literatura existente de (Heredia, 2015: p.16) el cual menciona que los bioestimulantes tienen los mismos efectos, pues al realizar los análisis estadísticos no presentan significación, en donde se interpretaron que los dos tuvieron similares efectos. Este efecto resultante reafirma que el empleo de los bioestimulantes permitirá resultados similares o superiores obtenidos a comparación de la fertilización química (Ardisana et al., 2020: p.2).

Mediante el análisis químico del bioestimulante BIORMA (Anexo K); se mostraron los siguientes indicadores químicos, empezando por el indicador de conductividad eléctrica (CE) (0,014 mho/cm), la cual indica la cantidad de sales presentes en el suelo, debido a que todos los suelos contienen algo de sales, las cuales son esenciales para el crecimiento de las plantas. Cuanto mayor es la cantidad de sales tanto mayor es la lectura de la conductividad eléctrica (Acevedo, 2015, p. 76).

Adicionalmente, en el (Anexo K), se mostraron los indicadores químicos presentes en el producto: carbono orgánico total (0,025 %), en donde la reserva de C de un suelo es el resultado del balance entre las entradas y las pérdidas de materia orgánica en él y depende, sobre todo, de dos grupos de factores: las condiciones climáticas y las propiedades del suelo (Acevedo, 2015, p.76); y materia orgánica (0,043 %), la cual está constituida por residuos en descomposición y sus subproductos, microorganismos y material húmico resistente del suelo, contribuye a la capacidad de intercambio de cationes y aniones del suelo, así como a la retención, la liberación y la disponibilidad de los nutrientes para las plantas, mejora la infiltración de agua y su retención (Acevedo, 2015, p.76).

Finalmente, en el (Anexo K), se mostró los siguientes indicadores químicos disponibles, como lo son N (0,0046 %), P (1450mg/L), K (1060 mg/L), entre otros; los cuales son nutrientes que las plantas absorben en cantidades importantes desde el suelo, en donde estos tres elementos necesitan ser adicionados o devueltos al suelo para mantener una fertilidad eficiente (Acevedo, 2015, p.76), como lo es el nitrógeno, el mismo que es esencial para el crecimiento de microorganismos y plantas, la limitación de nitrógeno puede producir cambios en la composición bioquímica de los organismos, y reducir sus tasas de crecimiento (Cancho y Obregón, 2018: p.8), y el pH con un valor de (7,86) por lo que representa un valor ligeramente alcalino en la escala de pH, el cual es un indicador de la acidez, siendo un factor clave para la calidad del agua para mantener las condiciones favorables a los microorganismos encargados de la estabilización de la materia orgánica (Cancho y Obregón, 2018: p.8).

Mediante los resultados obtenidos se deduce que no fueron significativos, esto se justificó por las dosis aplicadas menores al 10 % ya que otros autores recomiendan que se debe aplicar en dosis mayores al 60 % de los bioestimulantes orgánicos (Flores, 2022: p.16). Cabe recalcar que los resultados esperados en una investigación relacionada al uso de bioestimulantes, estimulan el empleo de estos como sustitutos o complementos de la fertilización química convencional, contribuyendo a la sostenibilidad de la producción agrícola y forestal sin perjuicio al medio ambiente (Ardisana et al., 2020: p.2).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

Se determinó la incidencia del bioestimulante BIORMA para el crecimiento de plantas de cedro (*Cedrela montana* Moritz ex Turcz.), en donde se observó que el T1 (BIORMA) tuvo predominancia con respecto a los demás tratamientos evaluados para la variable altura, en donde se obtuvo un valor de 19,06 cm, seguido del T2 (CARBOFOL) con una altura de 18,84 cm y finalmente el T3 (Testigo) con una altura de 18,81 cm; a los 45 días de sus respectivas aplicaciones.

En cuanto a la variable número de hojas, se observó que el T1 (BIORMA) tuvo predominancia con respecto a los demás tratamientos evaluados, en donde se obtuvo un total de 71 hojas, seguido del T2 (CARBOFOL) y el T3 (Testigo) con un total de 68 hojas; a los 45 días de sus respectivas aplicaciones.

En cuanto a la variable número de yemas axilares, se observó que a los 45 días de sus respectivas aplicaciones el T1 (BIORMA) tuvo predominancia con respecto a los demás tratamientos evaluados, con un total de 5 yemas axilares seguido del T2 (CARBOFOL) y el T3 (Testigo) con un total de 4 yemas axilares; tomando en cuenta que a los 15 y 30 días de sus respectivas aplicaciones los tratamientos poseían valores similares.

Mediante los resultados obtenidos y las interpretaciones realizadas se procede a aceptar la hipótesis alternante; ya que al menos uno de los tratamientos aplicados es eficiente en el crecimiento de plantas de cedro (*Cedrela montana* Moritz ex Turcz.).

Finalmente, se determinó que el tratamiento T1 (BIORMA) muestra un costo de aplicación más bajo, teniendo en cuenta que produjo una mayor TIR con un valor de 39%, eso quiere decir que se tendrá una ganancia de 0,39 ctvs., por cada dólar invertido; a comparación del T2 (CARBOFOL) con una diferencia de \$4,44; es decir que no se observa una diferencia significativa en la aplicación de los tratamientos en estudio y estos poseen costos de aplicación similares.

RECOMENDACIONES

Se recomienda colocar las plantas de cedro (*Cedrela montana* Moritz ex Turcz.) de manera adecuada y equitativa en la cama del vivero; ya que, al existir rozamiento entre las mismas, puede afectar los resultados de las variables a evaluar de manera significativa; así también como aplicar los tratamientos con las dosis recomendadas con respecto a cada producto y que no exista contaminación entre los mismos.

Se recomienda tomar en cuenta al producto BIORMA para futuras investigaciones, con el fin de experimentar y estimular el crecimiento de otras especies forestales del país a nivel de vivero y campo; con el fin de promover el uso de productos biológicos y reducir el consumo y aplicación de productos químicos, que son perjudiciales para el medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO, N. Indicadores de calidad del suelo en el Cultivo de la Teca (*Tectona grandis Linn, F*) en la región de San Onofre, Sucre [en línea]. (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Nacional de Colombia, Colombia. 2015. pp. 73-76. [Consulta: 10 febrero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/55466/88157775.2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

AGUDELO, D. & POLANCO, M. “Evaluación del bioestimulante foliar (Bioagro Triple A) en la producción de tomate tipo chonto (*Lycopersicon esculentum Mill*) en dos ambientes de cultivo”. *Agricolae Habitat* [en línea], 2019, (Colombia) 2(2), pp. 03-06. [Consulta: 10 febrero 2023]. ISSN 2665-3176. Disponible en: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/agricolae/article/view/3423/3454>

AMADOR, H: et al. “Las sustancias húmicas como bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés ambiental” *Cultivos Tropicales* [en línea], 2018, (Cuba) 39(4), pp. 103-105. [Consulta: 10 febrero 2023]. ISSN 1819-4087. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Helen-Veobides/publication/331010715_Humic_substances_as_plants_biostimulantsunder_environmental_stress_conditions/links/62d5b633c59ce7545942e59c/Humic-substances-as-plants-biostimulantsunder-environmental-stress-conditions.pdf

ANGY, C. Evaluación de bioestimulantes foliares para incrementar el rendimiento en el cultivo de granadilla (*Pasiflora ligularis*) en el caserío El Obraje cantón Pelileo [en línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. 2023. pp. 19-21. [Consulta: 10 febrero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/38332/1/042%20Agronomía%20-%20Carpio%20Rugel%20Angy%20Lisbeth.pdf>

ARDISANA, E: et al. "Influencia de bioestimulantes sobre el crecimiento y el rendimiento de cultivos de ciclo corto en Manabí, Ecuador" *Cultivos Tropicales* [en línea], 2020, (Ecuador) 41(4), pp. 02-03. [Consulta: 10 febrero 2023]. ISSN 1819-4087. Disponible en: <file:///D:/Documentos/9no%20Semestre/TESIS/Oficios%20Iniciales/Informaci%C3%B3n%20Recopilada/1819-4087-ctr-41-04-e02.pdf>.

CANCHO, E. & OBREGÓN, M. Mejoramiento de los parámetros químicos y microbiológicos del agua de riego utilizando un generador de oxígeno mediante microburbujas en el vivero municipal de Los Olivos - 2018 [en línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad César Vallejo, Perú. 2018. pp. 07-09. [Consulta: 10 febrero 2023]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/70820/Cancho_CE-Obregon_OM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CORANTIOQUIA. *Manejo de las semillas y la propagación de diez especies forestales del Bosque Andino* [en línea]. Colombia: Corporación Autónoma del Centro de Antioquia, 2007. [Consulta: 10 febrero 2023]. Disponible en: https://issuu.com/corantioquia/docs/boletin_semillas_bosque_andino_1

DÍAZ, T. & GONZÁLEZ, L. "Efecto bioestimulante de *Trichoderma Harzianum* Rifai en posturas de *Leucaena*, *Cedro* y *Samán*" *Colombia Forestal* [en línea], 2017, (Ecuador) 21(1), p. 82. [Consulta: 10 febrero 2023]. ISSN 0120-0739. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v21n1/0120-0739-cofo-21-01-00081.pdf>

FERMÍN, A. Evaluación de cuatro bioestimulantes comerciales en el desarrollo de plantas injertadas de cacao (*Theobroma cacao* L). Cultivar nacional [en línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. 2009. pp. 01-02. [Consulta: 10 febrero 2023]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/319/1/13T0621.pdf>.

FLORES, O. Efecto de bioestimulantes en la producción de portainjertos de cítricos en fase inicial de vivero, Estación Experimental Sapecho – La Paz [en línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. 2022. pp. 16-17. [Consulta: 10 febrero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/29299/T-3023.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GUALLPA, M: et al. "Evaluación de cuatro bioestimulantes y tres sustratos en la propagación de *Vallea stipularis* L.f." [en línea], 2017, (Ecuador) 8(3), pp. 28-40. [Consulta: 10 febrero 2023]. ISSN 1390- 6542. Disponible en: <file:///D:/Documentos/9no%20Semestre/TESIS/Oficios%20Iniciales/Informaci%C3%B3n%20Recopilada/165-Article%20Text-393-2-10-20170720.pdf>.

HEREDIA, B. Evaluación de tres tratamientos pre germinativos con cuatro tipos de sustratos y dos bioestimulantes en la etapa de germinación y desarrollo de la especie nativa pumamaqui (*Oreopanax ecuadorense*) en el vivero forestal Belisario Quevedo, sector Illuchi, provincia de Cotopaxi [en línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador. 2015. p. 16. [Consulta: 10 febrero 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2514/1/T-UTC-00049.pdf>

INTA. *Manual de vivero*. [en línea]. Buenos Aires-Argentina: Dirección de escuelas agrarias del ministerio de agroindustria de la provincia de Buenos Aires, 2018. [Consulta: 10 febrero 2023]. Disponible en: [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/40611/mod_resource/content/1/020000_Manual de Vivero.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/40611/mod_resource/content/1/020000_Manual_de_Vivero.pdf)

MACIAS, A. *Importancia de los macronutrientes en el cultivo de soya (Glycine max)* [en línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador. 2019. pp. 05-14. [Consulta: 10 febrero 2023]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6480/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000192.pdf?sequence=7&isAllowed=y>

MELÉNDEZ, G. & MOLINA, E. *Fertilización foliar: Principios y aplicaciones* [en línea]. Costa Rica: Centro de investigaciones agronómicas, 2002. [Consulta: 10 febrero 2023]. Disponible en: http://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/downloads/unesp_jaboticabal/Memoria_CursoFertilizacionFoliar.pdf#page=110

MORENO, J. Aplicación de bioestimulantes en el desarrollo de plantas de café arábigo (*Coffea arabica*) en etapa de vivero [en línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador. 2018. p. 22. [Consulta: 10 febrero 2023]. Disponible en: <file:///D:/Documentos/9no%20Semestre/TESIS/Oficios%20Iniciales/Informaci%C3%B3n%20Recopilada/UNESUM-ECUA-ING.AGROPE-2018-20.pdf>.

PACHECO, J. Beneficios de los bioestimulantes radiculares aplicados al cultivo de Aji (*Capsicum chinense Jacq*) [en línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador. 2022. pp. 08-12. [Consulta: 10 febrero 2023]. Disponible en: <http://190.15.129.146/bitstream/handle/49000/11959/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000403.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PALMA, G. & ZAMBRANO, M. Efectividad de sustratos enriquecidos con enmiendas y bioestimulantes en el crecimiento y calidad de plántulas de plátano [en línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Ecuador. 2022. pp. 02-08. [Consulta: 10 febrero 2023]. Disponible en: https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1971/1/TIC_A27D.pdf

PERRIN, J. *Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica [en línea]*. México: CIMMYT, 1970. [Consulta: 10 febrero 2023]. Disponible en: <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/3816/22246.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

QUIANCHA, W. Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de ají jalapeño (*Capsicum Annuum L.*), sometido a tres niveles de fertilización y dos bioestimulantes orgánicos en la zona de Pifo, provincia de Pichincha [en línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador. 2022. pp. 16-17. [Consulta: 10 febrero 2023]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/637/T-UTB-FACIAG-AGR-000111.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SAMUDIO, G. Influencia de bioestimulantes sobre características agronómicas de la soja (*Glycine max (L.) Merril*) [en línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Nacional de Asunción, Paraguay. 2020. pp. 01-03. [Consulta: 10 febrero 2023]. Disponible en: <file:///D:/Documentos/9no%20Semestre/TESIS/Oficios%20Iniciales/Informaci%C3%B3n%20Recopilada/Tesis-Guido%20Samudio.pdf>.

SANIPATÍN, H. Evaluación del efecto de bioestimulante orgánico en la producción de plantines de rosas (*Rosa sp.*) Var. Topaz injertos en vivero en el cantón Patate provincia de Tungurahua [en línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. 2016. pp. 08-11. [Consulta: 10 febrero 2023]. Disponible en: <file:///D:/Documentos/9no%20Semestre/TESIS/Oficios%20Iniciales/Informaci%C3%B3n%20Recopilada/Tesis-125%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20392.pdf>.

SANTOS, A. & AGUILAR, D. "Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos" [en línea], 2000, (México) 17(3). pp. 247-248. [Consulta: 10 febrero 2023]. ISSN 2395-8030. Disponible en:

<file:///D:/Documentos/9no%20Semestre/TESIS/Oficios%20Iniciales/Informaci%C3%B3n%20Recopilada/FERTILIZACION%20FOLIAR.pdf>.

VARGAS, H. Efecto de dos bioestimulantes foliares en la productividad del cultivo de banano (*Musa acuminata*) cantón Simón Bolívar, provincia del Guayas [en línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador. 2016. pp. 07-11. [Consulta: 10 febrero 2023]. Disponible en:

<file:///D:/Documentos/9no%20Semestre/TESIS/Oficios%20Iniciales/Informaci%C3%B3n%20Recopilada/VARGAS%20LOZANO%20HOLGER%20JOEL.compressed.pdf>.

VARGAS, J. & BARRAGÁN, L. Estructura poblacional de las especies *Cedrela montana* & *Cedrela odorata* presentes en la jurisdicción de Corpoguavio [en línea]. Colombia: Corporación Autónoma Regional del Guavio, 2017. [Consulta: 10 febrero 2023]. Disponible en: <file:///D:/Documentos/9no%20Semestre/TESIS/Oficios%20Iniciales/Informaci%C3%B3n%20Recopilada/Barrag%C3%A1nVargasLeidyKatherine2018.pdf>.

VIANA, D. Respuesta a la aplicación de fertilización química complementado con bioestimulantes foliares en el cultivo de Cartucho Blanco (*Zantedeschia aethiopica*) en la zona de El Ángel, provincia del Carchi [en línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador. 2015. pp. 19-22. [Consulta: 10 febrero 2023]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/998/T-UTB-FACIAG-AGR-000194.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VÁSQUEZ, L. Efecto de la aplicación foliar de bioestimulantes y micronutrientes sobre características físico - químicas de chirimoya (*Annona cherimola*). FASE II [en línea]. (Trabajo de titulación). (Grado) Universidad Central del Ecuador, Ecuador. 2022. pp. 06-07. [Consulta: 10 febrero 2023]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/28046/1/UCE-FAG-CIA-URBINA%20JOSE.pdf>



ANEXOS

ANEXO A: ASIGNACIÓN Y LIMPIEZA DEL ÁREA DE TRABAJO.



Limpieza de la cama asignada.



Desinfección de la cama con Cal.

ANEXO B: ADQUISICIÓN DE UNIDADES EXPERIMENTALES (PLANTAS).



100 plantas de *Cedrela montana* Moritz ex Turcz.

ANEXO C: UBICACIÓN DE PLANTAS EN EL ÁREA DE TRABAJO.



Ubicación de plantas en la cama asignada.

ANEXO D: ROTULACIÓN Y ADQUISICIÓN DE LOS BIOESTIMULANTES.



Bioestimulantes (BIORMA y CARBOFOL).



Implementación de rótulos en las plantas.



Plantas rotuladas y aleatorizadas.

ANEXO E: INDICACIONES GENERALES POR PARTE DE LA DOCENTE TUTORA.



Indicaciones generales

ANEXO F: PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL BIORMA A LOS (15-30-45) DÍAS.



Preparación del tratamiento BIORMA.



Aplicación del tratamiento BIORMA.

ANEXO G: PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL CARBOFOL A LOS (15-30-45) DÍAS.



Preparación del tratamiento CARBOFOL.



Aplicación del tratamiento CARBOFOL.

ANEXO H: PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO AGUA (TESTIGO) A LOS (15-30-45) DÍAS.



Preparación y aplicación del Testigo (Agua).

ANEXO I: TOMA DE DATOS (ALTURA, N.º HOJAS Y YEMAS AXILARES) A LOS (15-30-45) DÍAS.



Variable altura



Variable hojas



Variable yemas axilares.

ANEXO J: PRESENCIA Y CONTROL DE PLAGAS.



Presencia de plagas en vivero (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood (mosca blanca), *Hypsipyla grandella* Zeller (larvas) y *Biston betularia* Linnaeus (polillas).



Control de plagas mediante compuesto orgánico casero.

ANEXO K: ANÁLISIS QUÍMICO DEL BIOESTIMULANTE BIORMA.

MATRIZ: QUÍMICOS

Empresa
Agrícola Arroyo & Romero
Atención
Cristian Arroyo
Dirección
Los Ceibos 306 y Jazmines
Teléfono
0969843818
Tipo de la muestra
Biol
Código de la empresa
M-1
Punto de muestreo
-

Oferta N° 26

Fecha de muestreo
2022/06/19
Fecha de Ensayo
2022/10/19 - 2022/11/10
Fecha de Emisión
2022/11/11

Condiciones ambientales
Tmin: 15 °C T max: 25 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS

PARÁMETRO	MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADO
Potencial Hidrógeno	EPA 9045D.2004	uni pH	7,86
Conductividad eléctrica	EPA 9045D.2004	us/cm	14130
		milimhos/cm	14
		mho/cm	0,014
Densidad	Picnometría	g/cm ³	0,97
Materia orgánica	Walkley y Black	%	0,043
Carbono orgánico total	Walkley y Black	%	0,025
Nitrógeno Total	KJELDAHL	%	0,0046
Sodio	SM 3030, 3111 B	mg/L	230
Fósforo Total	SM 3030, 3111 B	mg/L	1450
Potasio	SM 3030, 3111 B	mg/L	1060
Calcio	SM 3030, 3111 B	mg/L	1210
Magnesio	SM 3030, 3111 B	mg/L	24
Hierro	SM 3030, 3111 B	mg/L	20

Página 1 de 7

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada por el cliente y receptada en el laboratorio.

Av. 21 de Abril y Otto Arosemena, RIOBAMBA-ECUADOR
toxchemgroup@gmail.com
0998341037



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 26 / 06 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: Bryan Mesias Aseicha Quinto
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Ingeniería Forestal
Título a optar: Ingeniero Forestal
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



0977-DBRA-UTP-2023