



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

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES DOSIS DE FERTIESTIM  
PLUS EN ACACIA (*Acacia melanoxylon* R. Br.) EN EL VIVERO DE  
LA ESPOCH**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA FORESTAL**

**AUTORA:**

**CATHERINE MISHHELL TAMAY CHUQUIZALA**

Riobamba – Ecuador

2022



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

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES DOSIS DE FERTIESTIM  
PLUS EN ACACIA (*Acacia melanoxylon* R. Br.) EN EL VIVERO DE  
LA ESPOCH**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA FORESTAL**

**AUTORA:** CATHERINE MISHHELL TAMAY CHUQUIZALA

**DIRECTOR:** Ing. DANIEL ARTURO ROMÁN ROBALINO, MSc.

Riobamba – Ecuador

2022

**©2022, Catherine Mishell Tamay Chuquizala**

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, CATHERINE MISHELL TAMAY CHUQUIZALA, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora, 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, 11 de agosto de 2022.






---

**Catherine Mishell Tamay Chuquizala**

**CI: 0605822493**

**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 EFECTO DE TRES DOSIS DE FERTIESTIM PLUS EN ACACIA (*Acacia melanoxylon* R. Br.) EN EL VIVERO DE LA ESPOCH**, realizado por la señorita, **CATHERINE MISHHELL TAMAY CHUQUIZALA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda, MSc. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2022/08/11
Ing. Daniel Arturo Román Robalino, MSc. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2022/08/11
Bqf. Cristina Nataly Villegas Freire, MSc. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>		2022/08/11

## **DEDICATORIA**

A mi madre, Mayra Chuquizala, quien ha sido mi pilar fundamental, mi motor y apoyo incondicional para cumplir el sueño de llegar a ser profesional, que es y ha sido una guerrera ha sacado fuerzas de donde no las hay, por el bienestar de sus hijos. ¡Le quiero mucho! A mi Hermano Bryan por su ejemplo de lucha y cumplir lo que se propone. A mi hermana Carolina quien con sus ocurrencias se ha convertido en esa personita que llegó a alegrarnos nuestras vidas. A mi ángel en el cielo, Papi Manuel, que nos cuida y protege, sé que estará feliz por los logros obtenidos. A mi familia en general, por el apoyo y consejos para siempre salir adelante. A mis amigas, por su muestra de cariño y apoyo incondicional que hemos tenido en todo el camino de nuestra vida estudiantil.

Catherine

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primero a Dios por bendecirme, guiarme siempre por el camino del bien, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la escuela de Ingeniería Forestal, por acogerme y forjar mi educación como profesional.

A cada uno de los docentes que impartieron sus conocimientos, su tiempo, esfuerzos y ayuda brindada en clases.

Mis sinceros agradecimientos Al Ing. Danilo Román y la Ing. Cristina Villegas por brindándome su valioso tiempo para el desarrollo de esta investigación.

Catherine

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Acacia (<i>Acacia melanoxylon</i> R. Br.).....</b>	<b>4</b>
1.1.1. <i>Descripción taxonómica</i> .....	4
1.1.2. <i>Descripción botánica</i> .....	4
1.1.3. <i>Usos</i> .....	4
1.1.4. <i>Habitad y Ecología</i> .....	5
1.1.5. <i>Reproducción y forma de cultivo</i> .....	5
<b>1.2. Fertilización.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2.1. Tipos de fertilización.....</b>	<b>5</b>
1.2.1.1. <i>Clasificación de los fertilizantes</i> .....	6
<b>1.3. Aplicación foliar.....</b>	<b>6</b>
<b>1.4. Macronutrientes.....</b>	<b>6</b>
1.4.1. <i>Nitrógeno (N)</i> .....	7
1.4.2. <i>Fósforo (P)</i> .....	7
1.4.3. <i>Potasio (K)</i> .....	7
<b>1.5. Micronutrientes.....</b>	<b>8</b>
<b>1.6. Propósitos de la fertilización foliar.....</b>	<b>8</b>
1.6.1. <i>Absorción foliar de nutrientes</i> .....	8
<b>1.7. Fertiestim Plus.....</b>	<b>9</b>
1.7.1. <i>Composición Nutricional</i> .....	9
<b>1.8. Análisis económico parcial.....</b>	<b>9</b>



## CAPÍTULO II

<b>2.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	11
<b>2.1.</b>	<b>Caracterización del lugar de estudio</b> .....	11
<b>2.1.1.</b>	<i>Localización</i> .....	11
<b>2.1.2.</b>	<i>Ubicación geográfica</i> .....	12
<b>2.1.3.</b>	<i>Características climáticas</i> .....	12
<b>2.2.</b>	<b>Materiales</b> .....	12
<b>2.2.1.</b>	<i>Materiales de Campo</i> .....	12
<b>2.2.2.</b>	<i>Materiales de Oficina</i> .....	12
<b>2.2.3.</b>	<i>Material genético</i> .....	12
<b>2.3.</b>	<b>Metodología</b> .....	13
<b>2.3.1.</b>	<i>Factores de estudio</i> .....	13
<b>2.3.1.1.</b>	<i>Factor A – Dosis de fertilizante</i> .....	13
<b>2.3.1.2.</b>	<i>Factor B – Frecuencia de aplicación</i> .....	13
<b>2.3.2.</b>	<i>Tratamientos en estudio</i> .....	13
<b>2.3.3.</b>	<i>Especificaciones del campo experimental</i> .....	14
<b>2.3.4.</b>	<i>Tipo de diseño experimental</i> .....	14
<b>2.3.5.</b>	<i>Análisis funcional</i> .....	15
<b>2.3.6.</b>	<i>Variables a medir</i> .....	15
<b>2.3.7.</b>	<i>Análisis económico</i> .....	16

## CAPÍTULO III

<b>3.</b>	<b>MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b> .....	17
<b>3.1.</b>	<b>Resultados antes de la aplicación de FertiEstim Plus</b> .....	17
<b>3.1.1.</b>	<i>Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk</i> .....	17
<b>3.2.</b>	<b>Resultados después de la aplicación de FertiEstim Plus</b> .....	19
<b>3.2.1.</b>	<i>Diámetro de las plantas a la altura del cuello (mm)</i> .....	19
<b>3.2.1.1.</b>	<i>Análisis de varianza del diámetro de las plantas a los 30 días</i> .....	20
<b>3.2.1.2.</b>	<i>Análisis de varianza del diámetro de las plantas a los 45 días</i> .....	21
<b>3.2.1.3.</b>	<i>Análisis de varianza del diámetro de las plantas a los 60 días</i> .....	23
<b>3.2.2.</b>	<i>Altura de las plantas (cm)</i> .....	24
<b>3.2.2.1.</b>	<i>Análisis de varianza de la altura de las plantas a los 30 días</i> .....	24
<b>3.2.2.2.</b>	<i>Análisis de varianza de la altura de las plantas a los 45 días</i> .....	26
<b>3.2.2.3.</b>	<i>Análisis de varianza de la altura de las plantas a los 60 días</i> .....	27
<b>3.2.3.</b>	<i>Número de hojas de las plantas</i> .....	29

3.2.3.1.	<i>Análisis de varianza del número de hojas de las plantas a los 30 días</i> .....	29
3.2.3.2.	<i>Análisis de varianza del número de hojas de las plantas a los 45 días</i> .....	31
3.2.3.3.	<i>Análisis de varianza del número de hojas de las plantas a los 60 días</i> .....	32
3.3.	<b>Análisis económico parcial</b> .....	35
3.3.1.	<i>Datos de campo</i> .....	35
3.3.2.	<i>Análisis parcial</i> .....	36
3.3.3.	<i>Análisis de dominancia</i> .....	37
<b>CONCLUSIONES</b> .....		38
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		39
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		
<b>ANEXOS</b>		

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Especificaciones Técnicas .....	9
<b>Tabla 2-2:</b>	Listado de tratamientos a aplicarse .....	13
<b>Tabla 1-3:</b>	Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk .....	17
<b>Tabla 2-3:</b>	Análisis de varianza del diámetro de las plantas a los 30 días .....	20
<b>Tabla 3-3:</b>	Análisis de varianza del diámetro de las plantas a los 45 días .....	21
<b>Tabla 4-3:</b>	Análisis de varianza del diámetro de las plantas a los 60 días .....	23
<b>Tabla 5-3:</b>	Análisis de varianza de la altura de las plantas a los 30 días .....	24
<b>Tabla 6-3:</b>	Análisis de varianza de la altura de las plantas a los 45 días .....	26
<b>Tabla 7-3:</b>	Análisis de varianza de la altura de las plantas a los 60 días .....	27
<b>Tabla 8-3:</b>	Análisis de varianza del número de hojas de las plantas a los 30 días .....	29
<b>Tabla 9-3:</b>	Análisis de varianza del número de hojas de las plantas a los 45 días .....	31
<b>Tabla 10-3:</b>	Análisis de varianza del número de hojas de las plantas a los 60 días .....	32
<b>Tabla 11-3:</b>	Datos de campo para el análisis económico parcial .....	35
<b>Tabla 12-3:</b>	Análisis parcial de costo y beneficios .....	36
<b>Tabla 13-3:</b>	Análisis de dominancia .....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-2:</b> Ubicación Geográfica del Vivero-ESPOCH.....	11
<b>Figura 2-2:</b> Esquema de la distribución de los tratamientos en los bloques .....	14
<b>Figura 3-2:</b> Curva de desviación teórica normal.....	15

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b>	Histograma de la frecuencia normal del diámetro del tallo.....	18
<b>Gráfico 2-3:</b>	Histograma de la frecuencia normal de la altura de las plantas.....	18
<b>Gráfico 3-3:</b>	Histograma de la frecuencia normal del número de hojas.....	19
<b>Gráfico 4-3:</b>	Promedio de diámetros del tallo, por dosis de fertilizante, 30 días .....	20
<b>Gráfico 5-3:</b>	Promedio de diámetros del tallo, por frecuencia de aplicación, 30 días.....	21
<b>Gráfico 6-3:</b>	Promedio de diámetros del tallo, por dosis de fertilizante, 45 días .....	22
<b>Gráfico 7-3:</b>	Promedio de diámetros del tallo, por frecuencia de aplicación, 45 días.....	22
<b>Gráfico 8-3:</b>	Promedio de diámetros del tallo, por dosis de fertilizante, 60 días .....	23
<b>Gráfico 9-3:</b>	Promedio de diámetros del tallo, por frecuencia de aplicación, 60 días.....	24
<b>Gráfico 10-3:</b>	Promedio de alturas de las plantas, por dosis de fertilizante, 30 días.....	25
<b>Gráfico 11-3:</b>	Promedio de alturas de las plantas, por frecuencia de aplicación, 30 días .....	25
<b>Gráfico 12-3:</b>	Promedio de alturas de las plantas, por dosis de fertilizante, 45 días.....	26
<b>Gráfico 13-3:</b>	Promedio de alturas de las plantas, por frecuencia de aplicación, 45 días .....	27
<b>Gráfico 14-3:</b>	Promedio de alturas de las plantas, por dosis de fertilizante, 60 días.....	28
<b>Gráfico 15-3:</b>	Promedio de alturas de las plantas, por frecuencia de aplicación, 60 días .....	28
<b>Gráfico 16-3:</b>	Promedio de número de hojas, por dosis de fertilizante, 30 días .....	30
<b>Gráfico 17-3:</b>	Promedio de número de hojas, por frecuencia de aplicación, 30 días .....	30
<b>Gráfico 18-3:</b>	Promedio de número de hojas, por dosis de fertilizante, 45 días .....	31
<b>Gráfico 19-3:</b>	Promedio de número de hojas, por frecuencia de aplicación, 45 días .....	32
<b>Gráfico 20-3:</b>	Promedio de número de hojas, por dosis de fertilizante, 60 días .....	33
<b>Gráfico 21-3:</b>	Promedio de número de hojas, por frecuencia de aplicación, 60 días .....	33

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA PRUEBA DE NORMALIDAD

**ANEXO B:** ENVASE DE FERTIESTIM PLUS Y JERINGAS CON LAS DOSIFICACIONES

**ANEXO C:** INSTALACIÓN DEL ENSAYO Y SUPERVISIÓN DEL DIRECTOR

**ANEXO D:** PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DE LAS DOSIS EN ESTUDIO

**ANEXO E:** TOMA DE DATOS DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO

## RESUMEN

El proyecto tuvo como objetivo evaluar el efecto de tres dosis de FertiEstim Plus en el crecimiento dasométrico inicial de Acacia (*Acacia melanoxylon* R. Br.) en el vivero de la ESPOCH. Para esto se utilizaron dos factores de estudio, donde: el factor A fueron las dosis: 0,7, 1 y 1,3 cm<sup>3</sup> del fertilizante foliar FertiEstim Plus disueltas en un litro de agua, y un testigo sin dosis del fertilizante; y el factor B fueron las frecuencias de aplicación del producto, que se hicieron a los 7, 14 y 21 días; con estos factores se realizó un diseño de bloques completamente al azar en arreglo bifactorial con cuatro repeticiones, dando un total de 12 tratamientos en estudio; en los cuales se tomó medidas de la variables: altura, diámetro del tallo y número de hojas antes de la aplicación del producto para una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, posteriormente al inicio de la aplicación se midieron las variables a los 30, 45 y 60 días, a estos datos se les aplicó un análisis de varianza para determinar si existían diferencias estadísticamente significantes entre los tratamientos y determinar la mejor dosificación del fertilizante FertiEstim Plus; finalmente, se realizó un análisis económico parcial para determinar el tratamiento con la mayor rentabilidad económica en vivero. No se encontraron diferencias estadísticamente significantes entre las dosificaciones ni en las frecuencias de aplicación estudiadas en Acacia (*Acacia melanoxylon* R. Br.) a nivel de vivero; el tratamiento con la mayor rentabilidad fue A1B1 consistente en 0,7 cm<sup>3</sup> de FertiEstim Plus/L con una frecuencia de aplicación cada 7 días con una rentabilidad del 1230,29 %. Existió una ligera tendencia de valores promedio superiores en la combinación de los factores A2B2 y se recomienda probar otros niveles de dosificación de FertiEstim Plus en plantas de *Acacia melanoxylon*.

**Palabras claves:** <ACACIA (*Acacia melanoxylon* R. Br.)>, <ANÁLISIS DE VARIANZA>, <ANÁLISIS ECONÓMICO PARCIAL>, <DOSIS DE FERTILIZANTE>, <FRECUENCIA DE APLICACIÓN>, <PRUEBA DE NORMALIDAD>, <RENTABILIDAD>.

  
D.B.R.A1  
Ing. Christian Castillo



1778-DBRA-UTP-2022

1778-DBRA-UTP-2022

## ABSTRACT

The project aimed to evaluate the effect of three doses of FertiEstim Plus on the initial dasometric growth of Acacia (*Acacia melanoxylon* R. Br.) in the ESPOCH plant nursery. For this, two study factors were used, where: factor A were the doses: 0.7, 1 and 1.3 cm<sup>3</sup> of the FertiEstim Plus foliar fertilizer dissolved in a liter of water, and a control without a dose of the fertilizer; factor B were the frequencies of application of the product, which were made at 7, 14 and 21 days. With these factors, a completely randomized block design was carried out in a bifactorial arrangement with four repetitions, giving a total of 12 treatments under study; in which measurements of the variables were taken: height, stem diameter and number of leaves before the application of the product for a Shapiro-Wilk normality test. After this, the start of the application the variables were measured at 30, 45 and 60 days, an analysis of variance was applied to these data to determine whether there were statistically significant differences between the treatments and to determine the best dosage of the FertiEstim Plus fertilizer. Finally, a partial economic analysis was carried out to determine the treatment with the highest economic profitability in the plant nursery. No statistically significant differences were found between the dosages or in the application frequencies studied in Acacia (*Acacia melanoxylon* R. Br.) at the plant nursery. The treatment with the highest profitability was A1B1 consisting of 0.7 cm<sup>3</sup> of FertiEstim Plus/L with an application frequency every 7 days with a profitability of 1230.29%. There was a slight trend of higher average values in the combination of factors A2B2. So, it is recommended to test other dosage levels of FertiEstim Plus in Acacia melanoxylon plants.

**Keywords:** <ACACIA (*Acacia melanoxylon* R. Br.)>, <ANALYSIS OF VARIANCE>, <PARTIAL ECONOMIC ANALYSIS>, <DOSE OF FERTILIZER>, <FREQUENCY OF APPLICATION>, <TEST OF NORMALITY>, <PROFITABILITY>.



PhD. Dennys Tenelanda López

ID number: 0603342189



## INTRODUCCIÓN

El cultivo de *Acacia melanoxylon* tiene una gran importancia en el aspecto económico, debido a que posee una madera muy apreciable que se puede utilizar en trabajos de ebanistería, revestimientos, paneles, pisos y tornería; en Australia existen poblaciones naturales aprovechables en el noroeste de la isla de Tasmania, con alrededor de 8000 ha casi puras. Debido a que es un producto con un gran valor, esto ha motivado el establecimiento de plantaciones dentro y fuera de Australia, pero esta especie tiene problemas de rendimiento al ser implantadas en otras zonas generando deficiencias tanto cualitativas como cuantitativas. Para el año 2007 en Tasmania se calcularon áreas plantadas de más de 1000 ha con esta especie, a pesar del problema de rendimiento mencionado, mientras que en Nueva Zelanda por esos mismos años se podía encontrar una superficie plantada con más de 3000 ha, demostrando el gran atractivo que se tiene hacia esta especie en esa parte del mundo (Carranza, 2007, p. 147).

En el continente americano, principalmente Sudamérica, se pueden encontrar plantaciones de *A. melanoxylon* en países como Brasil, Chile, con proyectos de alrededor de 1000 ha plantadas hasta el 2004 según Pinilla et al. (2004; citado en Carranza, 2007, p. 147), y en Argentina, donde cuenta con registros de su presencia de forma seminatural en ciertas zonas desde el año 1947 (Martínez, 1947; citado en Carranza, 2007, p. 148).

Benavides (2018, p. 12) menciona que esta especie es altamente competitiva, se puede desarrollar bien bajo condiciones altas de luz y de sombra, y en condiciones favorables puede llegar a convertirse en una especie invasora; las mejores condiciones para su desarrollo son en zonas templadas húmedas que presenten épocas de verano cálidos o templados, tienen una variada tolerancia en cuanto suelos, yendo desde áreas bajas de tipo pantanoso hasta áreas altas con gran exposición a las condiciones ambientales; soportan precipitaciones desde los 750 hasta los 1500 mm/año, pero se ven altamente perjudicados en zonas con temperaturas de fríos extremos.

De acuerdo con Carranza (2007, p. 148), el principal problema en cuanto a esta especie de *Acacia* radica en su débil dominancia apical, ocasionando que en zonas abiertas sin competencia de luz las plantas no crezcan verticalmente, haciendo que los troncos sean pequeños y sus ramificaciones sean gruesas, perdiendo el valor económico de su madera al estar llena de nudos; mientras que al ubicarlas en zonas donde compitan por luz hará que el tallo se desarrolle verticalmente recto y con menos ramificaciones.

Pinilla (2000, p. 18) menciona que, en vivero la especie *Acacia melanoxylon* debe recibir los cuidados generales que son: riego, tiempo en sombra, aplicación de fertilizantes (no

especificados) y productos químicos que ayuden a prevenir y controlar el ataque por parte de agentes patógenos.

Duchi (2018, p. 64), en un estudio realizado en plantas de arrayán con distintas dosis del fertilizante FertiEstim Plus asegura haber registrado efectos favorables en el desarrollo de especies arbóreas a nivel de vivero, resaltando las capacidades benéficas de este fertilizante foliar en especies forestales.

### **Importancia**

Desde hace más de un siglo la madera de *Acacia melanoxylon* R. Br. es considerada internacionalmente como una de las maderas decorativas más sobresalientes del mundo, perteneciendo a la categoría de especies como nogal, caoba y teca; y ha sido el puntal de la industria de muebles finos de Tasmania. Sus principales atributos tecnológicos están relacionados con el contenido de duramen y su color, características muy variables, que parecen estar influenciadas en mayor medida por el medio ambiente (Monteoliva, Igartúa y Matta, 2009, p. 192).

Desde el punto de vista económico de la producción agrícola, pecuaria o forestal, sin una adecuada disponibilidad de nutrientes, las plantas y animales no producen de acuerdo a su potencial genético. El logro de una producción rentable pasa por un manejo adecuado de la fertilidad del suelo, asegurando una adecuada disponibilidad de nutrientes para las plantas (Arévalo y Castellano, 2009, p. 31).

Las plantas dependen de los nutrientes para poder crecer. Está demostrado que los elementos esenciales para el desarrollo de todas las plantas son dieciséis, todos ellos desempeñan funciones muy importantes en la vida de la planta y cuando hay déficit de ellas, pueden producir graves alteraciones y reducir notablemente el crecimiento; algunos de estos nutrientes las plantas los usan en mayor cantidad que otros.

### **Identificación del problema**

En el Ecuador existe escasa información de la aplicación de fertilizantes foliares en plantas de *Acacia* (*Acacia melanoxylon*) a nivel de vivero, si bien se tiene el conocimiento de que las plantas en vivero son más susceptibles al ataque de organismos patógenos, existe un alto nivel de desconocimiento científico en cuanto los tipos de fertilizantes y las cantidades necesarias a aplicarse para poder obtener plantas de buena calidad que generen un mayor rendimiento y desarrollo de las especies forestales.

## **Justificación de la investigación**

*Acacia melanoxylon* posee una madera valiosa para ser utilizada en ebanistería, revestimientos, paneles, pisos y tomería; pero, no se encuentran registros de establecimiento de plantaciones en el Ecuador a pesar de tener un gran atractivo. Se conoce que es una especie de rápido crecimiento en su lugar de origen, pero en el país tiene un crecimiento mucho menor, de unos 12 cm/año (Benavides, 2018, p. 47). Esta especie necesita afianzar correctamente sus raíces para lograr su correcto desarrollo en campo, así que necesita un fuerte crecimiento en vivero. La presente investigación busca demostrar la importancia de la aplicación de fertilizantes foliares a nivel de vivero para mejorar la calidad, rendimiento y desarrollo de plantas de acacia y así poder destacar como una especie de interés económico por su madera en el Ecuador.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Evaluar el efecto de tres dosis de FertiEstim Plus en el crecimiento dasométrico inicial de Acacia (*Acacia melanoxylon* R. Br.) en el vivero de la ESPOCH.

### **Objetivos Específicos**

- Cuantificar el efecto de las dosis y la frecuencia del fertilizante foliar FertiEstim Plus en el crecimiento dasométrico inicial de las plantas de Acacia (*Acacia melanoxylon* R.Br.) en el vivero de la ESPOCH.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos empleados en la investigación.

## **Hipótesis**

### **Hipótesis Nula**

No existe efecto de FertiEstim Plus en el crecimiento dasométrico inicial de Acacia (*Acacia melanoxylon* R. Br)

### **Hipótesis Alterna**

Al menos uno de los tratamientos con FertiEstim Plus genera un efecto positivo en el crecimiento dasométrico inicial de Acacia (*Acacia melanoxylon* R. Br).

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1. Acacia (*Acacia melanoxylon* R. Br.)

##### 1.1.1. Descripción taxonómica

La especie se clasifica de la siguiente manera (Tropicos, 1999, párr. 3):

**Clase:** Equisetopsida C. Agardh

**Subclase:** Magnoliidae Novák ex Takht.

**Superorden:** Rosanae Takht.

**Orden:** Fabales Bromhead

**Familia:** Mimosaceae R. Br.

**Género:** *Acacia* Mill.

**Especie:** *Acacia melanoxylon* R. Br.

##### 1.1.2. Descripción botánica

Árbol de hoja perenne que alcanza hasta 40 m de altura. La corteza es pardo oscura y agrietada y las ramitas a veces muy pilosas. Las hojas, de 4 a 13 cm de largo y 0,7 a 2,5 cm de ancho, son elípticas o lanceoladas, más o menos curvas y falciformes y con 3 a 5 cm de ancho, son elípticas o lanceoladas, más o menos curvas y falciformes y con 3 a 5 nervios longitudinales (CONABIO, 2017, p. 2).

Las flores se encuentran en inflorescencias globosas de color crema o blanquecino de 1 cm de diámetro, y nacen solitarias o en racimos en las axilas de las hojas. El fruto son legumbres muy aplastadas y retorcidas, de hasta 12 cm de largo por 1 de ancho, y de tonalidad pardo-rojizo. Las semillas son negras, lustrosas, con forma elipsoidal, de unos 5 mm de longitud (CONABIO, 2017, p. 2).

##### 1.1.3. Usos

Esta especie está ampliamente distribuida por el mundo, debido a su alto grado de adaptabilidad, es muy preciada debido a los beneficios ambientales y económico que presenta, en muchas zonas se la introducido para obtener tales beneficios. Las acacias son plantadas en los linderos de

terrenos, en el cual funcionan como cercas vivas. Debido a que esta especie pertenece a la familia de las leguminosas, alberga bacterias fijadoras de nitrógeno en sus raíces que es usado para recuperar zonas altamente erosionadas (Benavides, 2018, pp. 6-13).

#### ***1.1.4. Habitación y Ecología***

Según Carranza (2007, p. 146), *Acacia melanoxylon*, conocida vulgarmente como acacia aroma, acacia negra o acacia australiana, como su nombre vulgar lo dice, es una especie originaria del continente australiano, que se distribuye desde el nivel del mar hasta los 1500 m s.n.m., se adapta a requerimientos de precipitaciones desde los 450 hasta los 2800 mm. En su zona de origen se desarrolla en temperaturas que varían desde los 8 a los 18°C y con suelos forestales podzólicos, rojos y amarillos, o aluviales, con una fertilidad de media a alta y pH neutro a ácido.

#### ***1.1.5. Reproducción y forma de cultivo***

De fácil reproducción mediante semillas y rebrotes de raíces, las semillas germinan fácilmente cuando se colocan en agua muy caliente por una noche, o cuando el banco de semillas en el suelo se expone al sol, o después de un incendio. Ampliamente cultivada, proporciona mucha sombra. Las raíces superficiales tienden a echar renuevos a cierta distancia del tronco, lo que constituye una desventaja por la ruptura del pavimento (Benavides, 2018, p. 13).

### **1.2. Fertilización**

Por fertilizante se entiende cualquier material orgánico o inorgánico, natural o sintético que suministra a las plantas uno o más de los elementos nutricionales necesarios para su normal crecimiento. Lo anterior supone que la condición indispensable para que un material se considere como fertilizante es doble: de una parte, debe contener uno o más de los nutrientes esenciales para el desarrollo vegetal y, de otra, la sustancia en cuestión, por su naturaleza y propiedades específicas, debe estar en capacidad de ceder estos elementos a las plantas, es decir, debe contenerlos en estado aprovechable (Guerrero, 2004, p. 5).

#### ***1.2.1. Tipos de fertilización***

Los fertilizantes son productos orgánicos o inorgánicos que contienen al menos uno o más nutrientes que las plantas necesitan para su desarrollo. La distribución del fertilizante se puede realizar manualmente, mediante máquinas (abonadoras) o a través del sistema de riego

(fertirrigación). En cualquiera de los casos anteriores la aplicación se puede hacer sobre todo el terreno o sólo sobre parte del mismo (fertilización localizada) (Arévalo y Castellano, 2009, p. 32).

#### *1.2.1.1. Clasificación de los fertilizantes*

Según su origen los fertilizantes se clasifican en: minerales o químicos, son productos inorgánicos obtenidos mediante procesos químicos, elaborados en laboratorios o fábricas; y orgánicos que son los que se producen de la descomposición de restos de materiales vegetales y animales muertos (Arévalo y Castellano, 2009, p. 32).

Según su composición los fertilizantes se clasifican en: simples, contienen solamente uno de los tres elementos primarios en su composición y estos pueden ser nitrogenados, fosfatados o potásicos; y compuestos, contienen más de un elemento en su composición y pueden ser binarios (contienen dos elementos en su composición, ejemplo el DAP (18-46-00)) o ternarios (contienen tres elementos en su composición, ejemplo la fórmula 12-24-12) (Arévalo y Castellano, 2009, p. 32).

### **1.3. Aplicación foliar**

La fertilización foliar se ha convertido en una práctica común e importante para los productores, porque corrige las deficiencias nutrimentales de las plantas, favorece el buen desarrollo de los cultivos y mejora el rendimiento y la calidad del producto. La fertilización foliar no substituye a la fertilización tradicional de los cultivos, pero sí es una práctica que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o completar los requerimientos nutrimentales de un cultivo que no se pueden abastecer mediante la fertilización común al suelo (Duchi, 2018, p. 1).

### **1.4. Macronutrientes**

De los dieciséis elementos esenciales para todas las plantas, nueve son requeridos en grandes cantidades: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre; éstos se conocen como macronutrientes o elementos primarios. Por esta razón, el crecimiento de la planta puede reducirse notablemente cuando hay escasez de uno ellos en el suelo. Estas limitaciones se presentan frecuentemente en el caso del nitrógeno y del fósforo (Arévalo y Castellano, 2009, p. 17).

#### ***1.4.1. Nitrógeno (N)***

El nitrógeno es importante para el crecimiento y desarrollo de las plantas, representa entre 1 al 5 % de la materia seca, siendo su distribución relativamente uniforme en la planta, presentándose en general una disminución gradual en función de la edad. Existe una relación directa entre las disponibilidades nitrogenadas y el crecimiento o el rendimiento (Padilla, 1999; citado en Duchi, 2018, p. 8).

Es requerido para mantener el crecimiento en la planta y sus órganos, entendiéndose por crecimiento el incremento en tamaño, lo que implica una variable cuantitativa, producto de dos procesos definidos como división celular y luego o paralela a ella, la elongación celular, que en conjunto hacen el crecimiento. El nitrógeno activa la absorción y funciones de fosforo y potasio necesario para la formación de flores, se destaca la formación de proteínas y su influencia en la floración, el exceso de nitrógeno afecta al zinc, cobre y boro (Idrovo, 2008; citado en Duchi, 2018, p. 8).

#### ***1.4.2. Fósforo (P)***

Es la base de la respiración y por tanto de producción de energía. Estimula principalmente el desarrollo del sistema radicular; normalmente se aplica en forma de superfosfato, entre 7 sus muchas funciones, participa en la generación de la energía (ATP) que requiere la planta para su crecimiento y desarrollo. Los elementos anotados NPK, son los más importantes y deben tenerse en cuenta, en todos los programas de fertilización; además, de las consideraciones presentadas en cada uno de los elementos, son múltiples las acciones de tipo fisiológico y bioquímico en que participan, junto con los otros elementos llamados menores, entre otros como el Boro (B) o el calcio (Ca) (Trujillo, 2002; citado en Duchi, 2018, p. 8).

#### ***1.4.3. Potasio (K)***

Estimula el endurecimiento de las plántulas, por tanto, aumenta su vigor y resistencia a las heladas; también en un buen número de actividades fisiológicas en la planta. Se puede adicionar en forma de cloruro de potasio, sulfatos solubles de potasio o haciendo parte de fertilizantes compuestos (Trujillo, 2002; citado en Duchi, 2018, p. 8). El potasio se considera estimulador de la formación de azúcares, es un elemento activador de varios procesos, por lo que su función es esencial para los vegetales formen compuestos, que son mediatizados por la actividad del potasio (Idrovo, 2008; citado en Duchi, 2018, p. 9).

## **1.5. Micronutrientes**

Los elementos: cobre, hierro, manganeso, zinc y boro, son utilizados por las plantas en muy pequeñas cantidades, por esta razón se conocen como micronutrientes o elementos menores. Sin embargo, esto no significa que los micronutrientes sean menos necesarios para las plantas; al igual que los macronutrientes la falta de uno de estos elementos menores en la nutrición de la planta, puede afectar el crecimiento y desarrollo de los cultivos (Arévalo y Castellano, 2009, p. 18).

## **1.6. Propósitos de la fertilización foliar**

La fertilización foliar puede ser útil para varios propósitos tomando en consideración que es una práctica que permite la incorporación inmediata de los elementos esenciales en los tabolitos que se están generando en el proceso de fotosíntesis (Duchi, 2018, p. 28).

Algunos de estos propósitos se indican a continuación: corregir las deficiencias nutrimentales que en un momento dado se presentan en el desarrollo de la planta, corregir requerimientos nutrimentales que no se logran cubrir con la fertilización común al suelo, abastecer de nutrimentos a la planta que se retienen o se fijan en el suelo, mejorar la calidad del producto, acelerar o retardar alguna etapa fisiológica de la planta, hacer eficiente el aprovechamiento nutrimental de los fertilizantes, corregir problemas fitopatológicos de los cultivos al aplicar cobre y azufre, y respaldar o reforzar la fertilización edáfica para optimizar el rendimiento de una cosecha (Duchi, 2018, p. 1).

### ***1.6.1. Absorción foliar de nutrientes***

La distribución de un nutriente dentro de la hoja y su translocación hacia fuera de la hoja depende de la movilidad del nutriente. Los nutrientes móviles en el floema, como el K, P, N y magnesio (Mg), se distribuyen dentro de la hoja en forma acropetálica (por el xilema) así como en forma basipetálica (por el floema) y gran parte del nutriente absorbido puede ser transportado fuera de la hoja a otras partes de la planta donde existe alta demanda (sumideros). Por otro lado, los nutrientes con una restringida movilidad en el floema como el Ca, S, Cu, Fe, Mn y Zn se distribuyen en la hoja principalmente en forma acropetálica, sin que exista una considerable translocación del nutriente fuera de la hoja. La movilidad del B dentro de la planta depende mucho del genotipo y esto tiene particular importancia en el manejo de la aplicación foliar de este nutriente (Romheld y El-Fouly, 2002, pp. 10-14).



## 1.7. Fertiestim Plus

- FertiEstim Plus promueve el crecimiento y desarrollo de las plantas, aumenta la productividad de los cultivos, así como la calidad de sus frutos.
- FertiEstim Plus provee componentes que reducen los efectos del estrés ambiental, que junto a las tasas de bioactividad y el sinergismo con el resto de su formulación le permite ser un producto altamente eficiente.
- FertiEstim Plus penetra muy rápidamente en la planta con un bajo riesgo de lavado por las lluvias (Fertisa, 2016; citado en Duchi, 2018, p. 15)

### 1.7.1. Composición Nutricional

**Tabla 1-1:** Especificaciones Técnicas

<b>Nutrientes</b>	<b>% peso/volumen</b>
Nitrógeno (N)	7,20
Fósforo (P)	4,80
Potasio (K)	3,60
Azufre (S)	1,20
Zinc (Zn)	0,72
Hierro (Fe)	0,43
Manganeso (Mn)	0,36
Cobre (Cu)	0,33
Boro (B)	0,024
Cobalto (Co)	0,018
Molibdeno (Mo)	0,001

**Fuente:** Fertisa, 2016; citado en Duchi, 2018

## 1.8. Análisis económico parcial

Consiste en un método que permite organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos. Este tipo de análisis económico está enfocado principalmente al ámbito de la agronomía y tienen como función (CIMMYT, 1988, p. 8):

- Emplearse para siguientes planificaciones de investigaciones. Entre las metas de algunos experimentos están: esclarecer los problemas de la producción como, por ejemplo, determinar

si un cultivo se encuentra limitado por la escasez de un macronutriente o si un mejor control de las malezas repercutiría en un aumento de los rendimientos del cultivo.

- Usarse para establecer las mejores recomendaciones a los agricultores. Donde se puedan dar datos exactos de aplicaciones, como: el nivel de un macronutriente que se debe aplicar o el mejor método de control de malezas para tener mejores resultados.
- Utilizarse para suministrar información clara y exacta a los responsables de formular las políticas agrícolas, determinando el efecto que tienen las políticas actuales sobre el suministro de insumos o los reglamentos de crédito.

El método consiste en una serie de pasos para ordenar todos los datos y poder analizar los correctamente para determinar la mejor relación costo/beneficio, entre ellos se destacan: realizar un presupuesto parcial, en base a los costos variables, costos de oportunidad, precio de campo y costo de campo; y un análisis marginal, en el que se calculan las tasas de retorno marginal mostrando claramente los resultados obtenidos para que el agricultor tenga la oportunidad de aceptar los mejores resultados (CIMMYT, 1988, pp. 9-14).

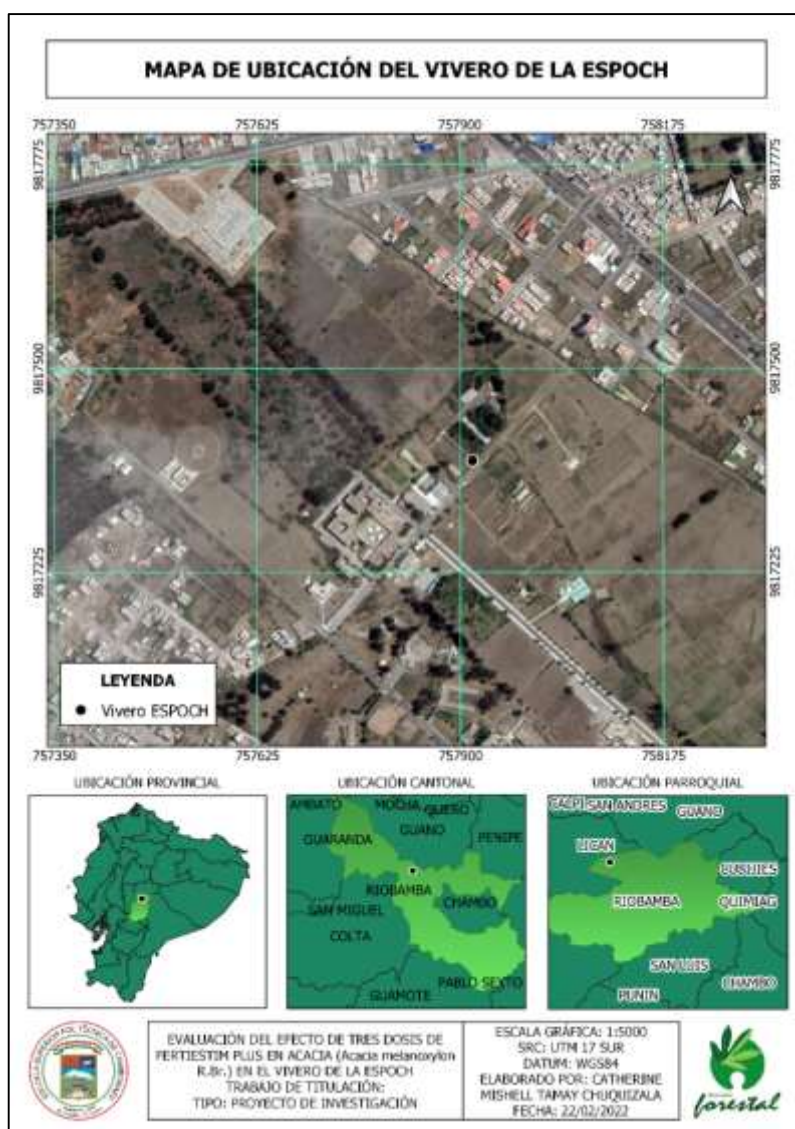
## CAPÍTULO II

### 2. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1. Caracterización del lugar de estudio

##### 2.1.1. Localización

El presente trabajo se realizó en el vivero de la Escuela Superior de Chimborazo, cuyas instalaciones se encuentran en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo



**Figura 1-2.** Ubicación Geográfica del Vivero-ESPOCH

Realizado por: Tamay Chuquizala Catherine, 2022

### ***2.1.2. Ubicación geográfica***

Coordenadas proyectadas UTM, Zona 17 S, Datum WGS 84

**X:** 757925,65

**Y:** 9817413,87

**Altitud:** 2835 m s.n.m.

### ***2.1.3. Características climáticas***

**Precipitación media anual:** 727,4 mm

**Temperatura media anual:** 13,4 °C

**Humedad Relativa media diaria:** 73 % (Tiupul y Arévalo, 2021, pp. 4-10).

## **2.2. Materiales**

### ***2.2.1. Materiales de Campo***

Libreta de campo, cámara fotográfica, lápiz, bomba manual, pala, carretilla, jeringa de 3cm, regla, calibrador (pie de rey), fertilizante foliar (FertiEstim Plus), regadera, teléfono celular.

### ***2.2.2. Materiales de Oficina***

Microsoft office, software estadístico IBM SPSS 25.0, computador, impresora, internet.

### ***2.2.3. Material genético***

Plantas de *Acacia melanoxylon*. R. Br. (Acacia) de tres meses de edad, con unas características promedio de: diámetro del tallo, 1,11 mm; altura, 9,09 cm; y número de hojas, 6.

## 2.3. Metodología

### 2.3.1. Factores de estudio

#### 2.3.1.1. Factor A – Dosis de fertilizante

- A1= 0,7 cm<sup>3</sup> FertiEstim Plus / 1L agua
- A2= 1 cm<sup>3</sup> FertiEstim Plus / 1L agua
- A3= 1,3 cm<sup>3</sup> FertiEstim Plus / 1L agua
- A4= 0 cm<sup>3</sup> FertiEstim Plus / 1L agua

#### 2.3.1.2. Factor B – Frecuencia de aplicación

- B1: 7 Días
- B2: 14 Días
- B3: 21 Días

### 2.3.2. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio fueron 12 conformados de la siguiente manera:

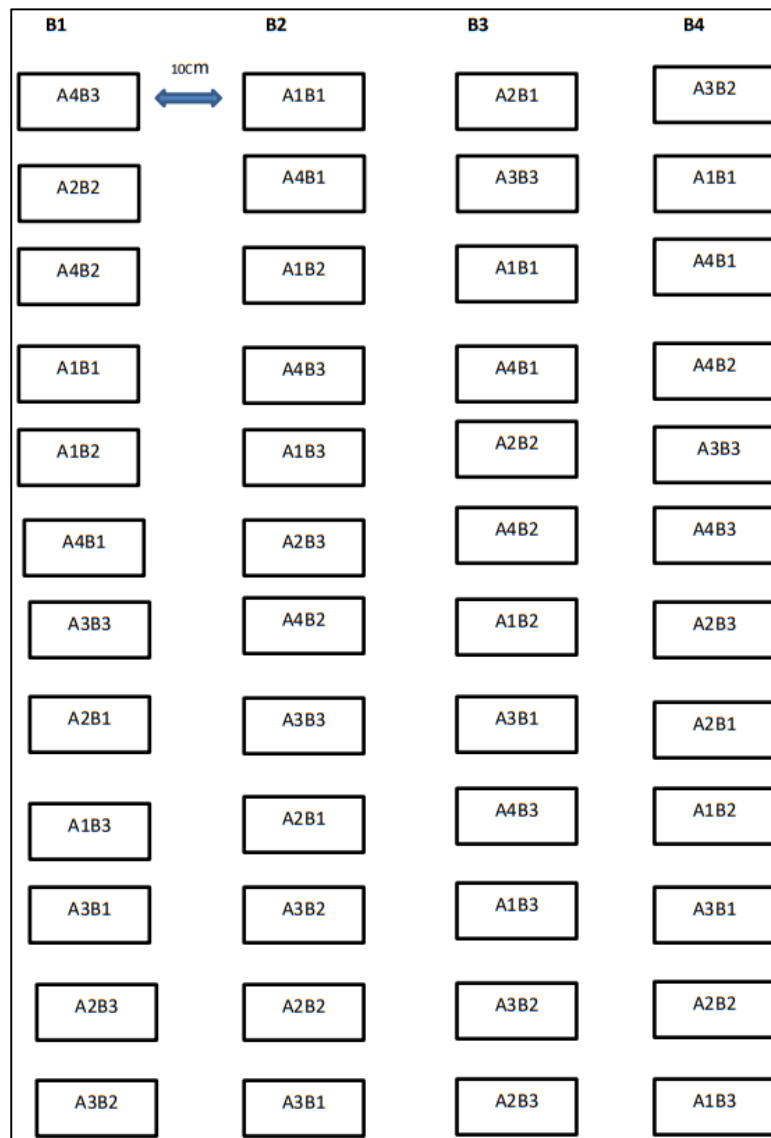
**Tabla 2-2:** Listado de tratamientos a aplicarse

Tratamiento	Código	Descripción
T1	A1B1	0,7 cm <sup>3</sup> FertiEstim Plus / 1L agua cada 7 días
T2	A1B2	0,7 cm <sup>3</sup> FertiEstim Plus / 1L agua cada 14 días
T3	A1B3	0,7 cm <sup>3</sup> FertiEstim Plus / 1L agua cada 21 días
T4	A2B1	1 cm <sup>3</sup> FertiEstim Plus / 1L agua cada 7 días
T5	A2B2	1 cm <sup>3</sup> FertiEstim Plus / 1L agua cada 14 días
T6	A2B3	1 cm <sup>3</sup> FertiEstim Plus / 1L agua cada 21 días
T7	A3B1	1,3 cm <sup>3</sup> FertiEstim Plus / 1L agua cada 7 días
T8	A3B2	1,3 cm <sup>3</sup> FertiEstim Plus / 1L agua cada 14 días
T9	A3B3	1,3 cm <sup>3</sup> FertiEstim Plus / 1L agua cada 21 días
T10	A4B1	0 cm <sup>3</sup> FertiEstim Plus / 1L agua cada 7 días
T11	A4B2	0 cm <sup>3</sup> FertiEstim Plus / 1L agua cada 14 días
T12	A4B3	0 cm <sup>3</sup> FertiEstim Plus / 1L agua cada 21 días

Realizado por: Tamay Chuquizala Catherine, 2022

### 2.3.3. Especificaciones del campo experimental

- Número de tratamientos = 12
- Número de Bloques = 4
- Número de plantas por tratamiento = 5
- Número total de plantas a evaluar = 240



**Figura 2-2.** Esquema de la distribución de los tratamientos en los bloques

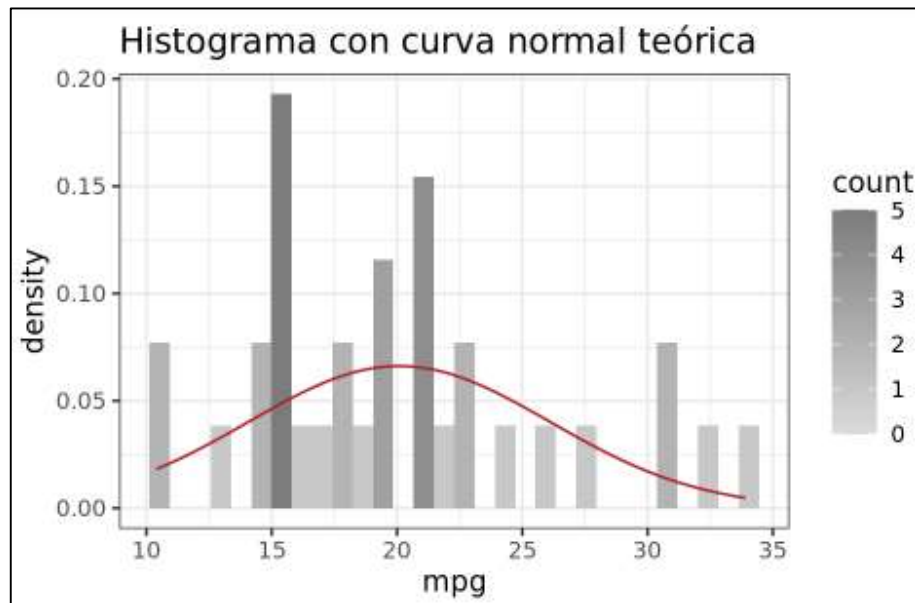
Realizado por: Tamay Chuquizala Catherine, 2022

### 2.3.4. Tipo de diseño experimental

Se realizó un diseño de bloques completamente al azar en arreglo bifactorial con cuatro repeticiones.

### 2.3.5. Análisis funcional

Primero se aplicó una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk a las variables en estudio, esto para confirmar que el grupo de datos presentan la desviación normal de datos siguiendo la forma de campana como en la figura 3-2, para ello se analiza la significancia, si es  $>0,05$  no se rechaza la distribución normal; luego se crearon histogramas para evidenciar la tendencia de los datos.



**Figura 3-2.** Curva de desviación teórica normal

Realizado por: Amat, 2016

A continuación, se usó el programa IBM SPSS 25.0 para el análisis de varianza (ANOVA) de los datos obtenidos y así poder determinar el nivel de significancia entre las diferencias de los factores aplicados; cuando el nivel de significancia (sig.) sea de  $>0,05$  se interpretó como que no hay diferencias entre los factores aplicados, mientras que cuando hubo un sig.  $<0,05$  quiso decir que si existen diferencias entre los factores.

En caso de encontrarse valores de sig.  $<0,05$  se procedió a realizar la prueba de separación de medias de Tukey, que separa en subconjuntos las agrupaciones de datos, teniendo que los valores en el subconjunto con el número mayor serán, los que presenten los mayores valores de diferencia estadísticamente significativa, es decir los factores con mejores resultados obtenidos.

### 2.3.6. Variables a medir

Los datos de las variables se tomaron a los 30, 45 y 60 días desde la instalación y primera aplicación de los tratamientos en estudio.

- **Diámetro del tallo:** Se midió el diámetro de las plantas con la ayuda de un calibrador (pie de rey).
- **Altura de la planta:** Se midió la altura de las plantas desde la base de la planta hasta el ápice de la misma, con una regla en cm.
- **Número de hojas por planta:** Se contó el número de hojas de cada una de las plantas.

### ***2.3.7. Análisis económico***

Para el cumplimiento de segundo objetivo se llevó a cabo el análisis económico que se realizó de acuerdo al método del análisis económico parcial, se procediendo de la siguiente manera:

- Se definió el total de costos variables de los tratamientos.
- Se definió los requerimientos (número de plantas de tratamiento).
- Se obtuvo el beneficio neto del ensayo por tratamiento.
- Se realizó la tabla del análisis de dominancia.
- Finalmente se realiza el análisis marginal para determinar la mejor tasa de retorno marginal.



## CAPÍTULO III

### 3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 3.1. Resultados antes de la aplicación de FertiEstim Plus

##### 3.1.1. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

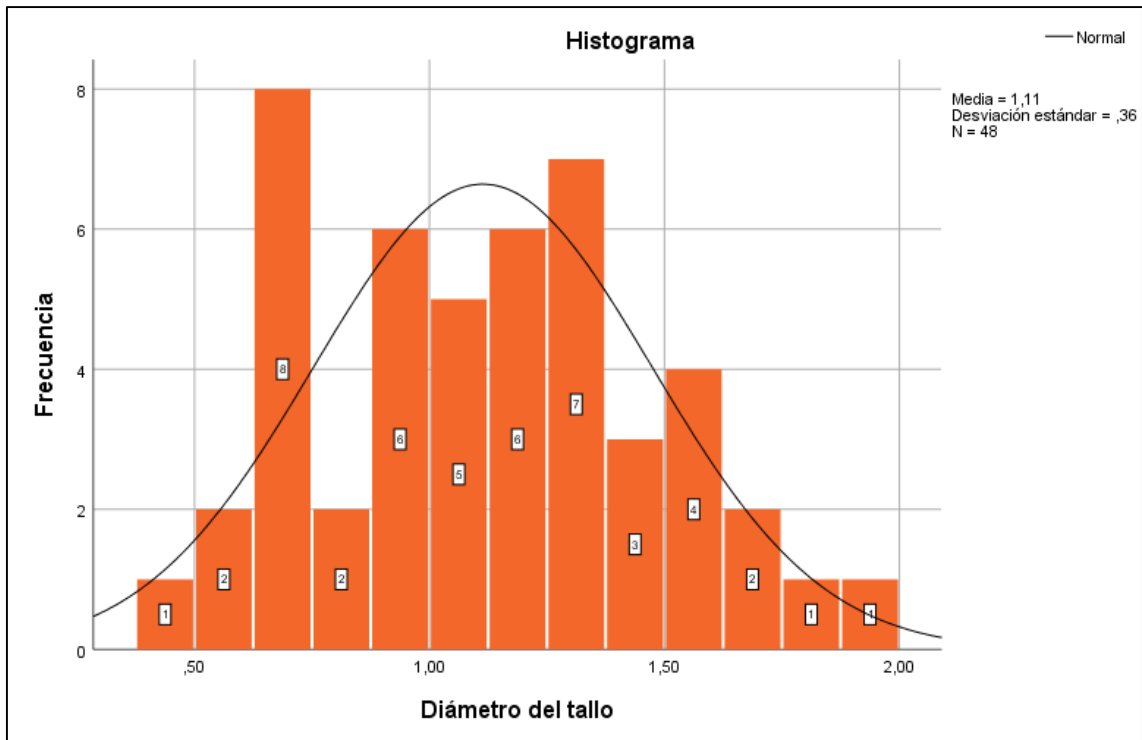
La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (Tabla 1-3) dio como resultado niveles de significancia  $>0,05$  en las tres variables estudiadas, diámetro del tallo, altura de la planta y número de hojas, lo que significa que el grupo de datos tiene una distribución normal; esto también se puede evidenciar en los Gráficos 1-3, 2-3 y 3-3 que corresponden a los histogramas de las variables, respectivamente, donde se puede observar que la mayoría de los datos se encuentran ubicados dentro de la curva de normalidad.

Este proceso de analizar la normalidad de los datos se la realizó para determinar si existieron grupos de datos con una mayor cantidad de frecuencia, puesto que, en caso de haber sucedido se descartarían dichos grupos para tener un conjunto de datos uniformes y los resultados de los análisis posteriores no se vean afectados por los grupos de mayor frecuencia.

**Tabla 1-3:** Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

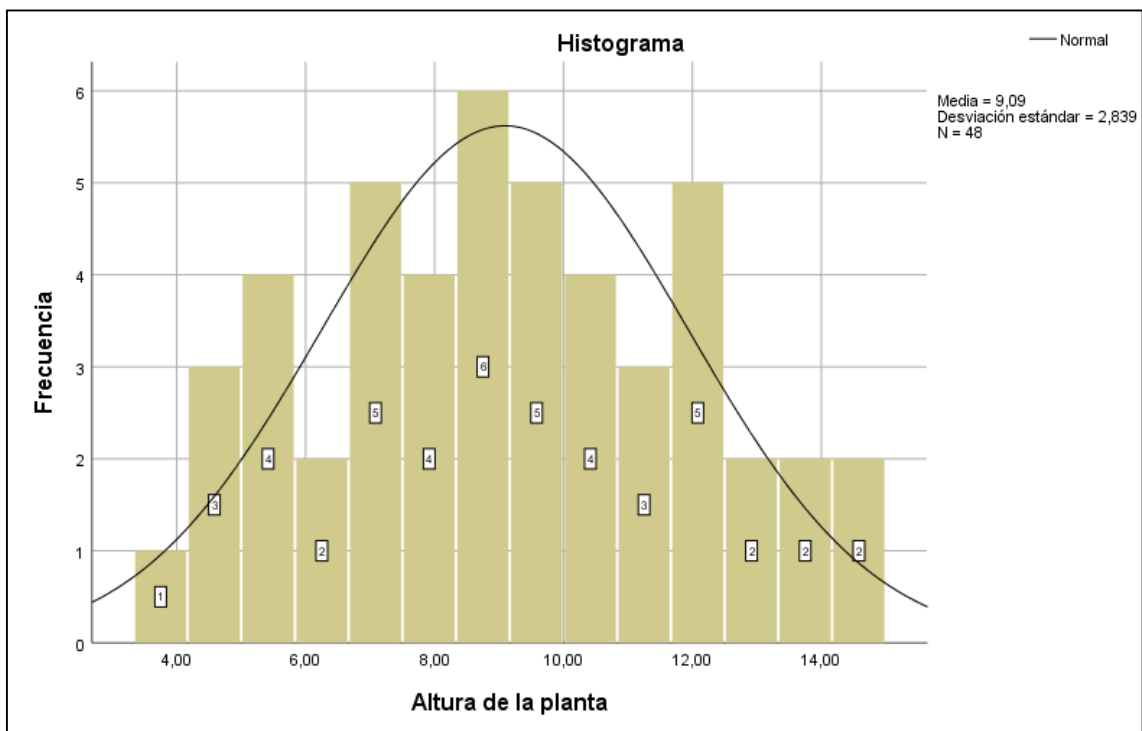
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diámetro del tallo	,078	48	,200*	,983	48	,695
Altura de la planta	,062	48	,200*	,980	48	,588
Número de hojas	,086	48	,200*	,972	48	,312

**Realizado por:** Tamay Chuquizala Catherine, 2022



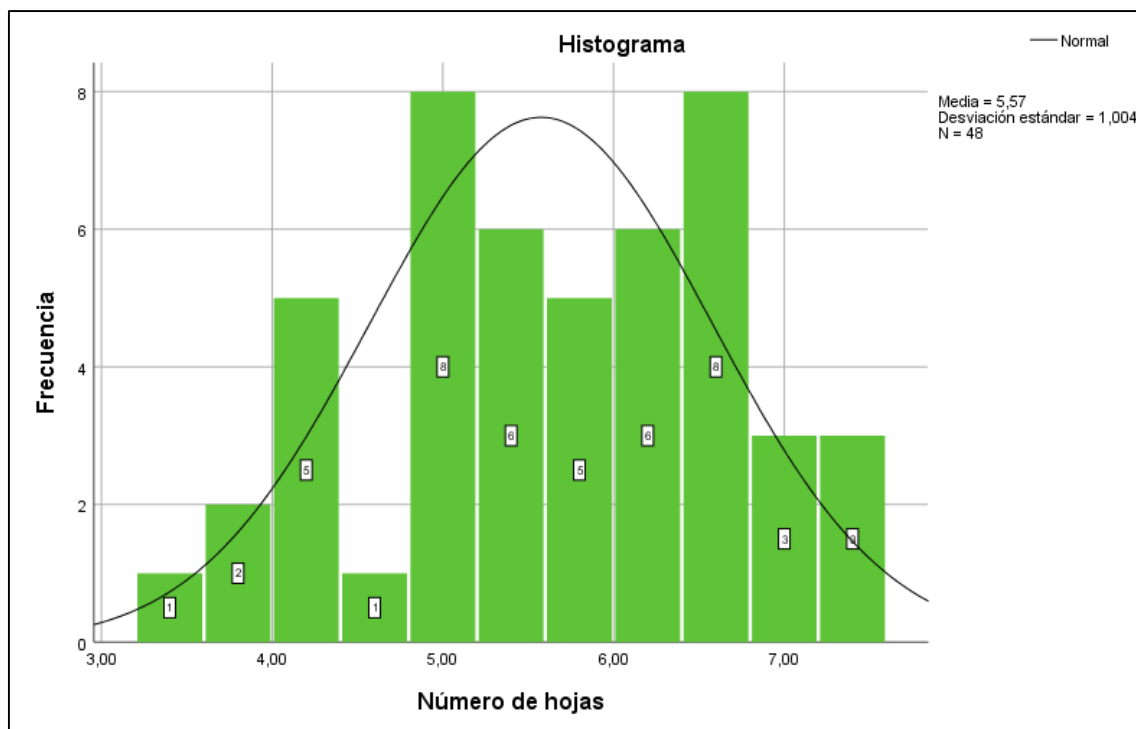
**Gráfico 1-3.** Histograma de la frecuencia normal del diámetro del tallo

Realizado por: Tamay Chuquizala Catherine, 2022



**Gráfico 2-3.** Histograma de la frecuencia normal de la altura de las plantas

Realizado por: Tamay Chuquizala Catherine, 2022



**Gráfico 3-3.** Histograma de la frecuencia normal del número de hojas

Realizado por: Tamay Chuquizala Catherine, 2022

### 3.2. Resultados después de la aplicación de FertiEstim Plus

#### 3.2.1. Diámetro de las plantas a la altura del cuello (mm)

Los análisis de varianza del diámetro a los 30, 45 y 60 días no arrojaron diferencias significativas entre los factores analizados, como se puede ver en las tablas 2-3, 3-3 y 4-3, donde los valores de significancia son  $>0,05$ .

Al no encontrarse diferencias entre los factores se analizaron los promedios de la variable para determinar una tendencia de crecimiento y conocer la mejor combinación posible de ambos factores en estudio.

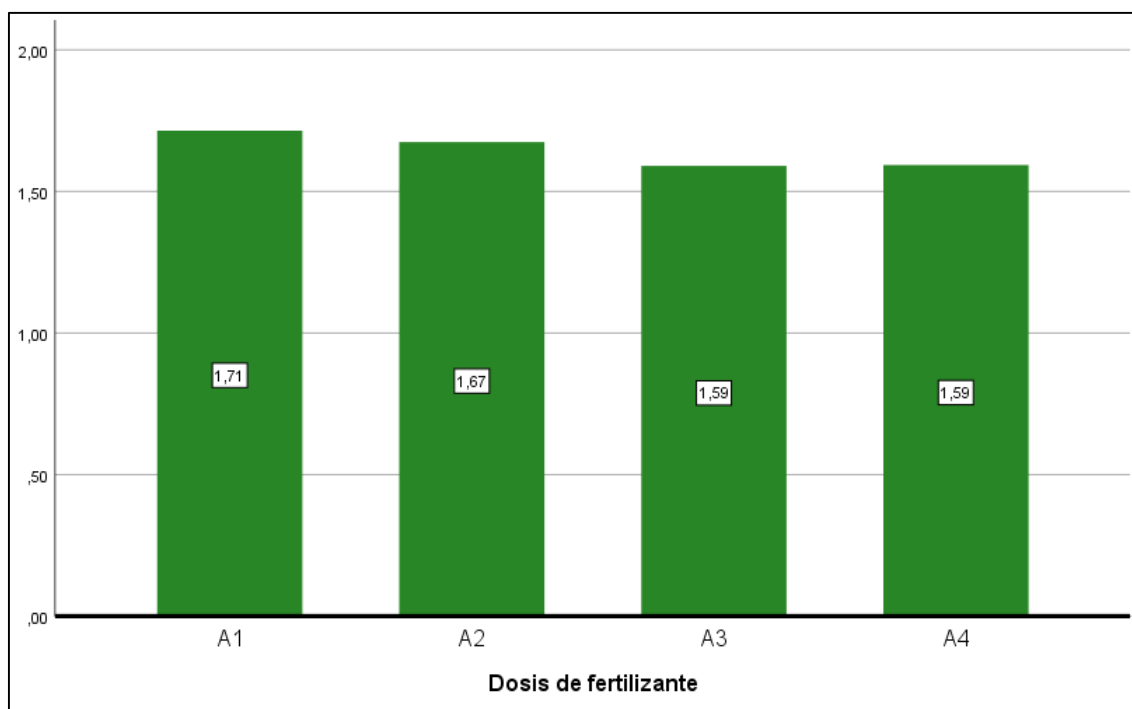
3.2.1.1. Análisis de varianza del diámetro de las plantas a los 30 días

**Tabla 2-3:** Análisis de varianza del diámetro de las plantas a los 30 días

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	130,397 <sup>a</sup>	12	10,866	170,884	,000
FactorA	,137	3	,046	,718	,548
FactorB	,004	2	,002	,032	,969
FactorA * FactorB	,683	6	,114	1,789	,129
Error	2,289	36	,064		
Total	132,687	48			

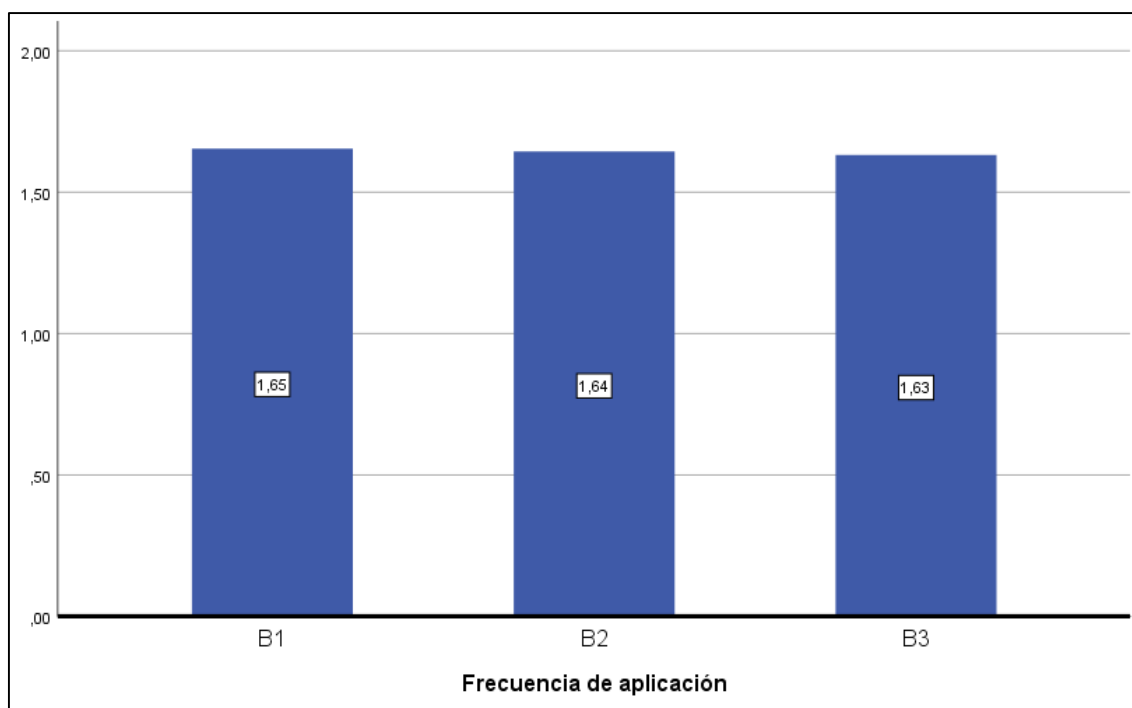
Realizado por: Tamay Chuquizala Catherine, 2022

De acuerdo con los gráficos 4-3 y 5-3, la dosis de fertilizante con el mayor promedio fue la del factor A1, 0,7 cm<sup>3</sup> de FertiEstim Plus/1L, y la frecuencia de aplicación con el mayor promedio fue B1 de aplicación cada 7 días, para el diámetro del tallo a los 30 días.



**Gráfico 4-3.** Promedio de diámetros del tallo, por dosis de fertilizante, 30 días

Realizado por: Tamay Chuquizala Catherine, 2022



**Gráfico 5-3.** Promedio de diámetros del tallo, por frecuencia de aplicación, 30 días

**Realizado por:** Tamay Chuquizala Catherine, 2022

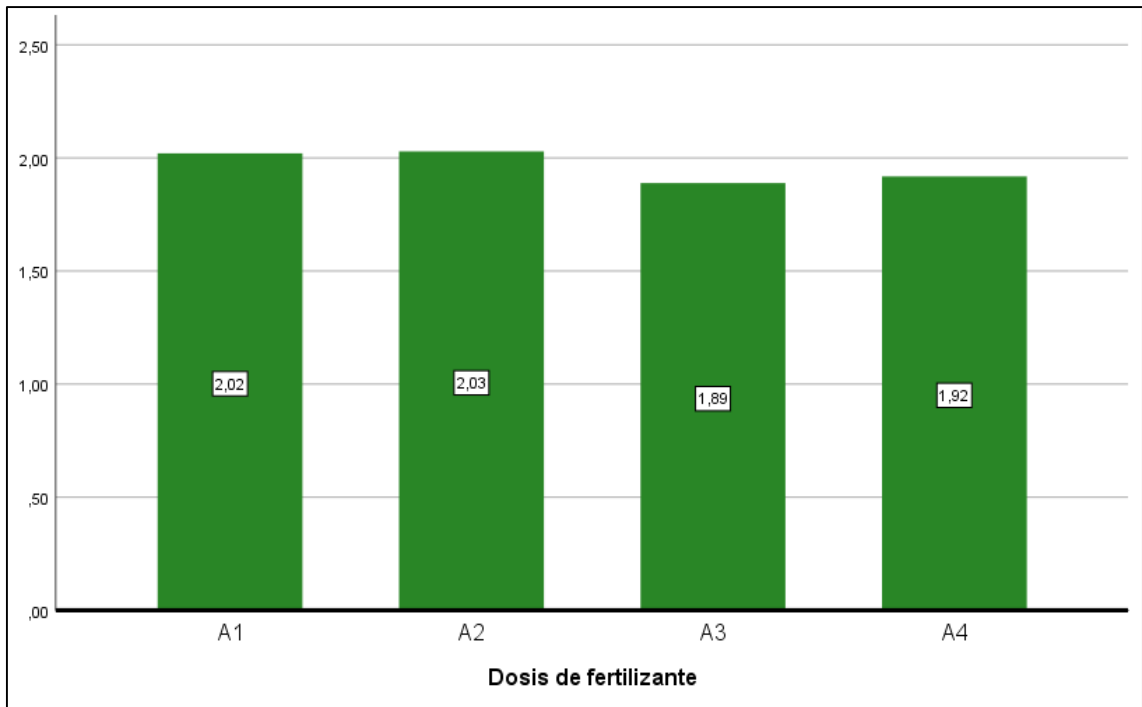
### 3.2.1.2. Análisis de varianza del diámetro de las plantas a los 45 días

**Tabla 3-3:** Análisis de varianza del diámetro de las plantas a los 45 días

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	185,983 <sup>a</sup>	12	15,499	149,994	,000
FactorA	,182	3	,061	,588	,627
FactorB	,011	2	,006	,055	,947
FactorA * FactorB	,670	6	,112	1,081	,392
Error	3,720	36	,103		
Total	189,703	48			

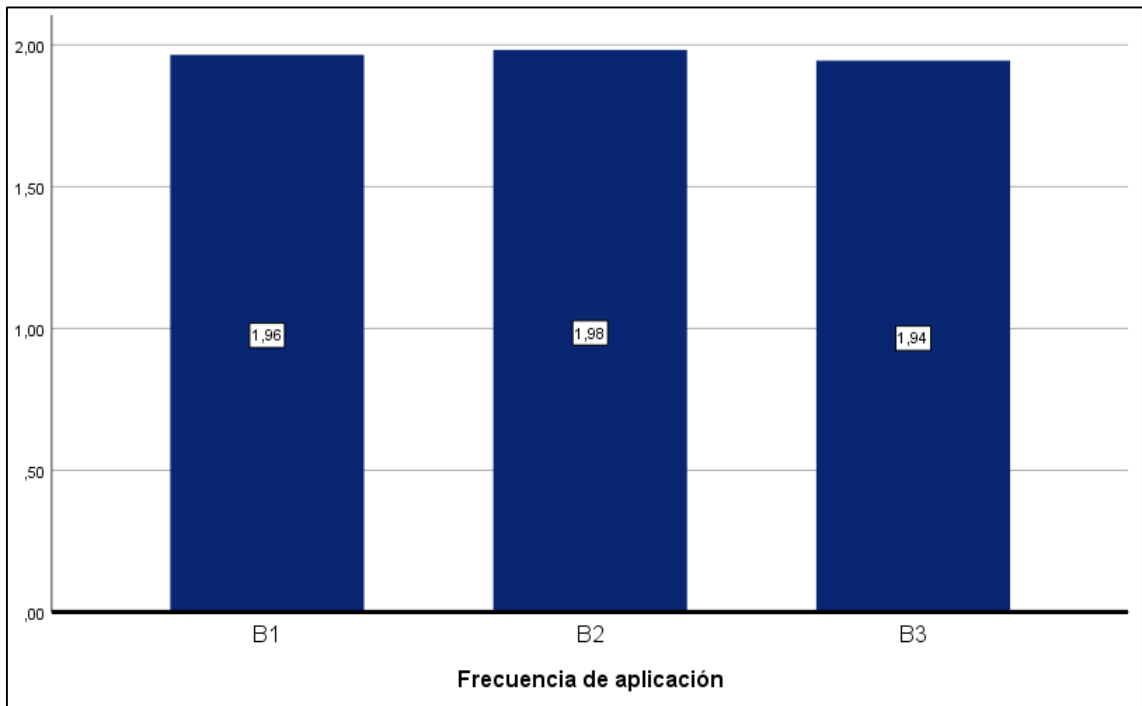
**Realizado por:** Tamay Chuquizala Catherine, 2022

De acuerdo con los gráficos 6-3 y 7-3, la dosis de fertilizante con el mayor promedio fue la del factor A2, 1 cm<sup>3</sup> de FertiEstim Plus/1L, y la frecuencia de aplicación con el mayor promedio fue B2 de aplicación cada 14 días, para el diámetro del tallo a los 45 días.



**Gráfico 6-3.** Promedio de diámetros del tallo, por dosis de fertilizante, 45 días

**Realizado por:** Tamay Chuquizala Catherine, 2022



**Gráfico 7-3.** Promedio de diámetros del tallo, por frecuencia de aplicación, 45 días

**Realizado por:** Tamay Chuquizala Catherine, 2022

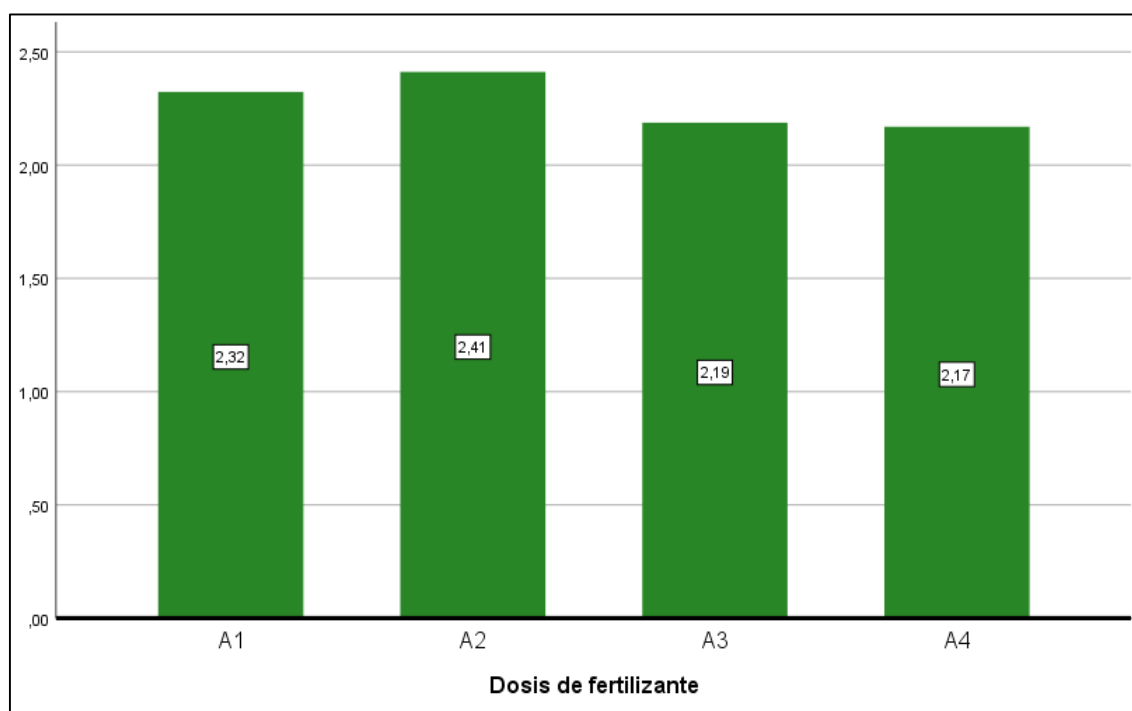
### 3.2.1.3. Análisis de varianza del diámetro de las plantas a los 60 días

**Tabla 4-3:** Análisis de varianza del diámetro de las plantas a los 60 días

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	249,433 <sup>a</sup>	12	20,786	207,813	,000
FactorA	,478	3	,159	1,592	,208
FactorB	,055	2	,027	,273	,763
FactorA * FactorB	,971	6	,162	1,617	,171
Error	3,601	36	,100		
Total	253,034	48			

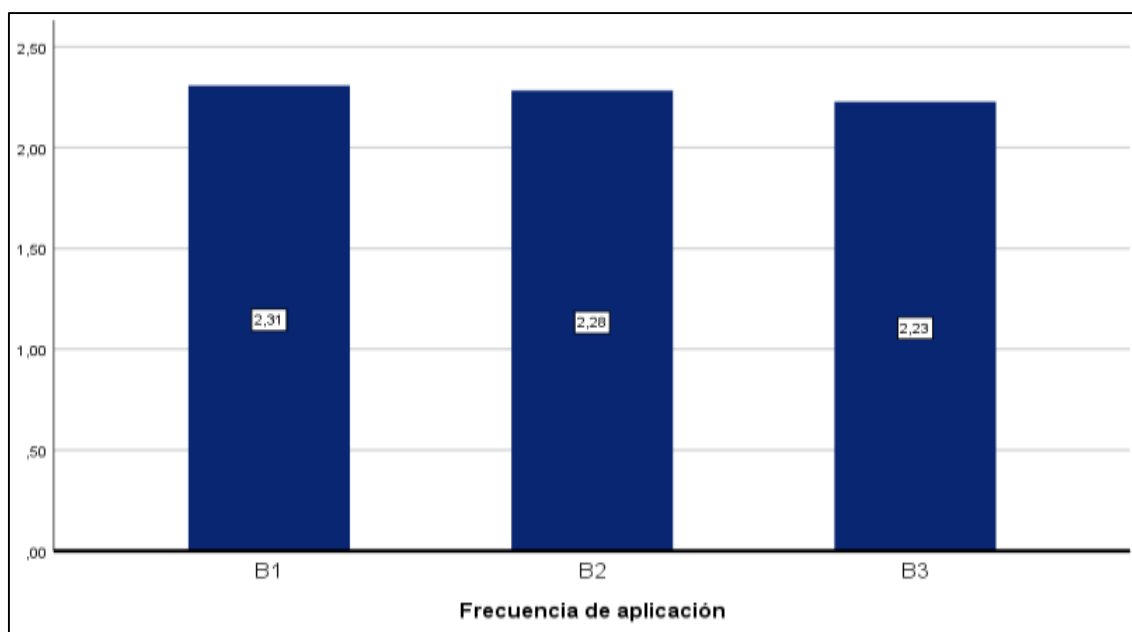
Realizado por: Tamay Chuquizala Catherine, 2022

De acuerdo con los gráficos 8-3 y 9-3, la dosis de fertilizante con el mayor promedio fue la del factor A2, 1 cm<sup>3</sup> de FertiEstim Plus/1L, y la frecuencia de aplicación con el mayor promedio fue B1 de aplicación cada 7 días, para el diámetro del tallo a los 60 días.



**Gráfico 8-3.** Promedio de diámetros del tallo, por dosis de fertilizante, 60 días

Realizado por: Tamay Chuquizala Catherine, 2022



**Gráfico 9-3.** Promedio de diámetros del tallo, por frecuencia de aplicación, 60 días

**Realizado por:** Tamay Chuquizala Catherine, 2022

### 3.2.2. *Altura de las plantas (cm)*

Los análisis de varianza de la altura a los 30, 45 y 60 días no arrojaron diferencias significativas entre los factores analizados, como se puede ver en las tablas 5-3, 6-3 y 7-3, donde los valores de significancia son  $>0,05$ .

Al no encontrarse diferencias entre los factores se analizaron los promedios de la variable para determinar una tendencia de crecimiento y conocer la mejor combinación posible de ambos factores en estudio.

#### 3.2.2.1. *Análisis de varianza de la altura de las plantas a los 30 días*

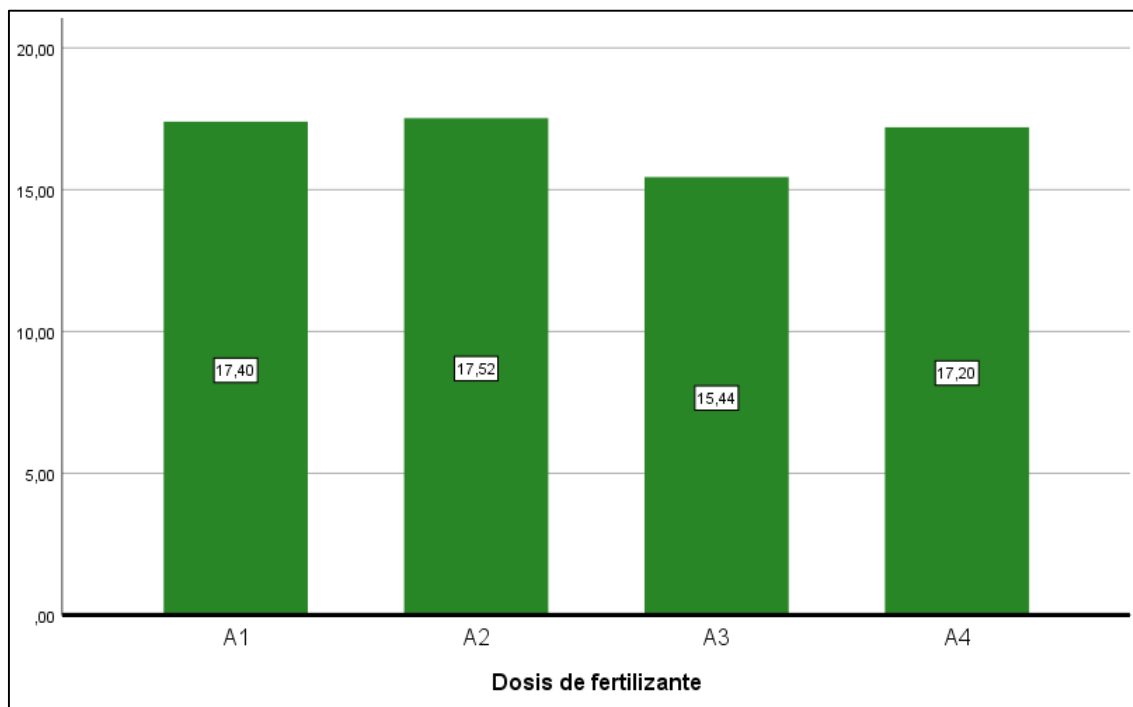
**Tabla 5-3:** Análisis de varianza de la altura de las plantas a los 30 días

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	13798,059 <sup>a</sup>	12	1149,838	54,554	,000
FactorA	34,098	3	11,366	,539	,658
FactorB	7,361	2	3,681	,175	,840
FactorA * FactorB	63,539	6	10,590	,502	,802
Error	758,770	36	21,077		
Total	14556,830	48			

**Realizado por:** Tamay Chuquizala Catherine, 2022

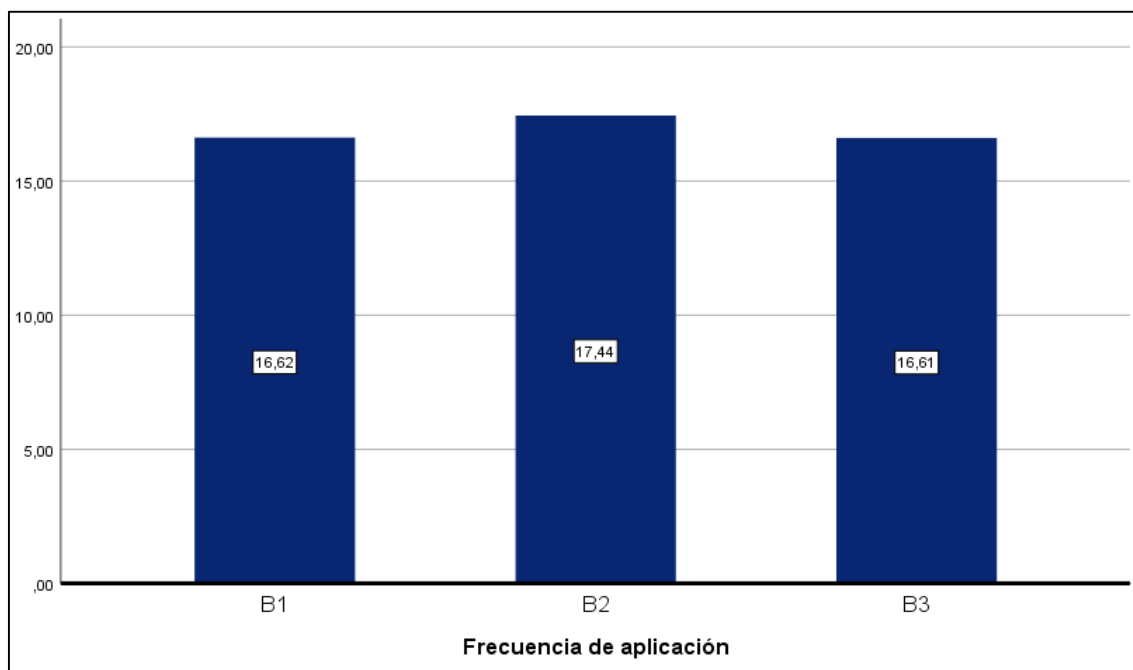


De acuerdo con los gráficos 10-3 y 11-3, la dosis de fertilizante con el mayor promedio fue la del factor A2, 1 cm<sup>3</sup> de FertiEstim Plus/1L, y la frecuencia de aplicación con el mayor promedio fue B2 de aplicación cada 14 días, para la altura de la planta a los 30 días.



**Gráfico 10-3.** Promedio de alturas de las plantas, por dosis de fertilizante, 30 días

Realizado por: Tamay Chuquizala Catherine, 2022



**Gráfico 11-3.** Promedio de alturas de las plantas, por frecuencia de aplicación, 30 días

Realizado por: Tamay Chuquizala Catherine, 2022

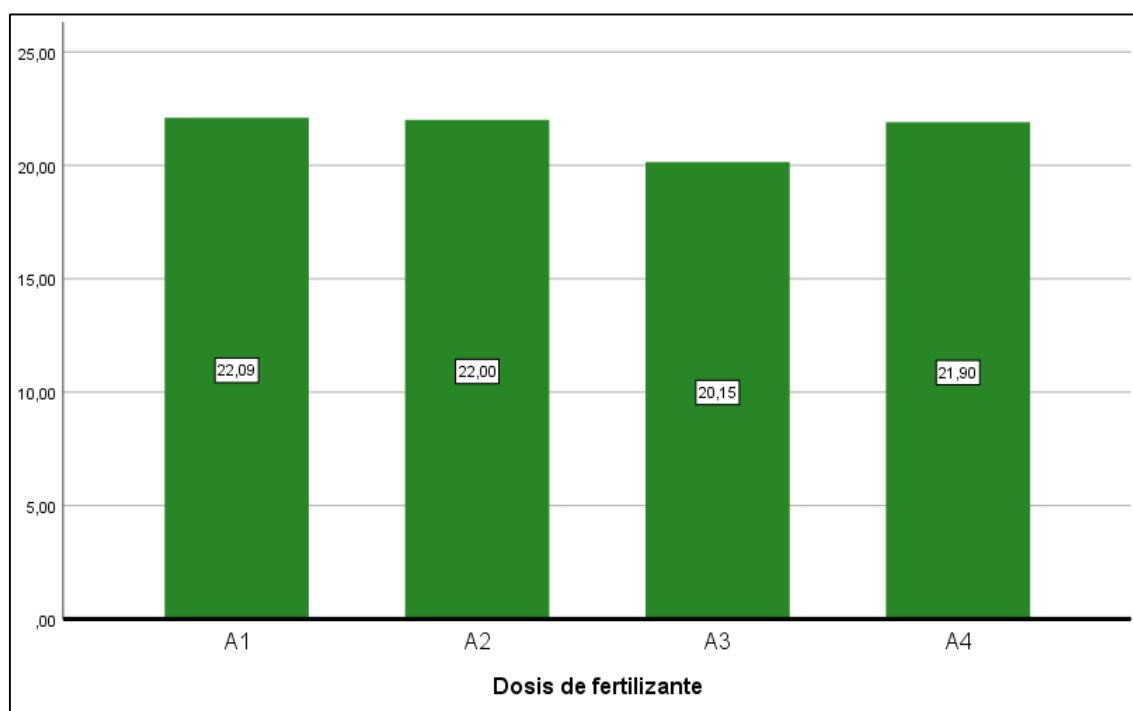
### 3.2.2.2. Análisis de varianza de la altura de las plantas a los 45 días

**Tabla 6-3:** Análisis de varianza de la altura de las plantas a los 45 días

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	22376,160 <sup>a</sup>	12	1864,680	58,252	,000
FactorA	31,064	3	10,355	,323	,808
FactorB	3,924	2	1,962	,061	,941
FactorA * FactorB	84,319	6	14,053	,439	,848
Error	1152,371	36	32,010		
Total	23528,530	48			

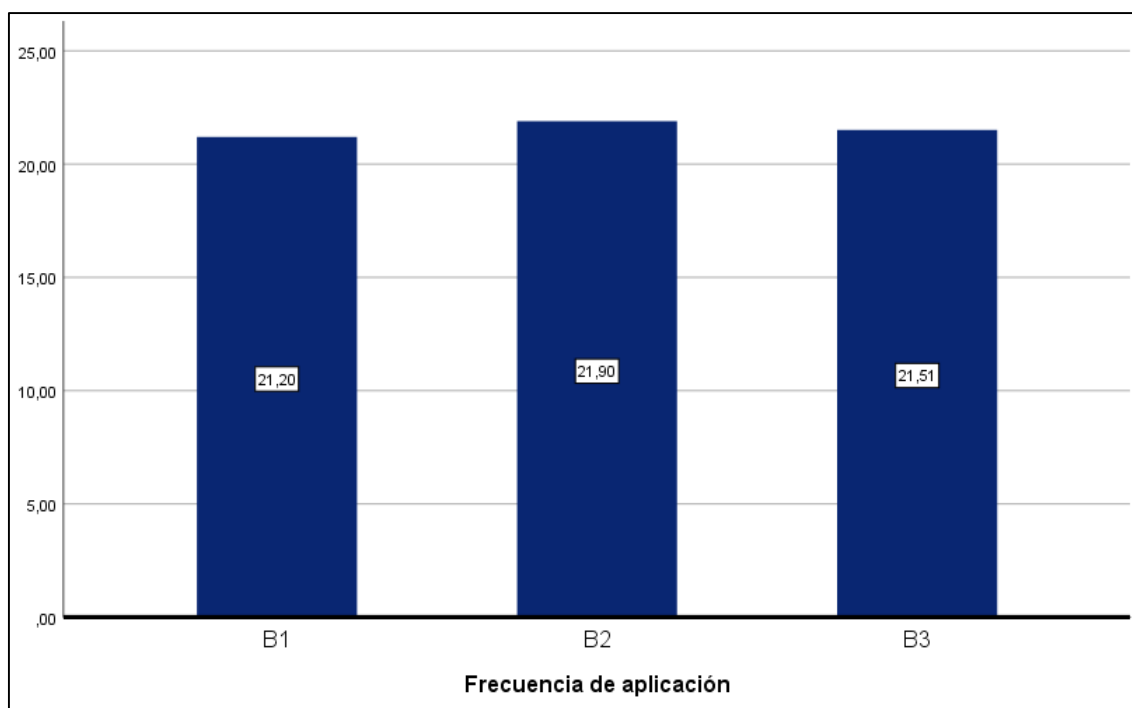
**Realizado por:** Tamay Chuquizala Catherine, 2022

De acuerdo con los gráficos 12-3 y 13-3, la dosis de fertilizante con el mayor promedio fue la del factor A1, 0,7 cm<sup>3</sup> de FertiEstim Plus/1L, y la frecuencia de aplicación con el mayor promedio fue B2 de aplicación cada 14 días, para la altura de la planta a los 45 días.



**Gráfico 12-3.** Promedio de alturas de las plantas, por dosis de fertilizante, 45 días

**Realizado por:** Tamay Chuquizala Catherine, 2022



**Gráfico 13-3.** Promedio de alturas de las plantas, por frecuencia de aplicación, 45 días

**Realizado por:** Tamay Chuquizala Catherine, 2022

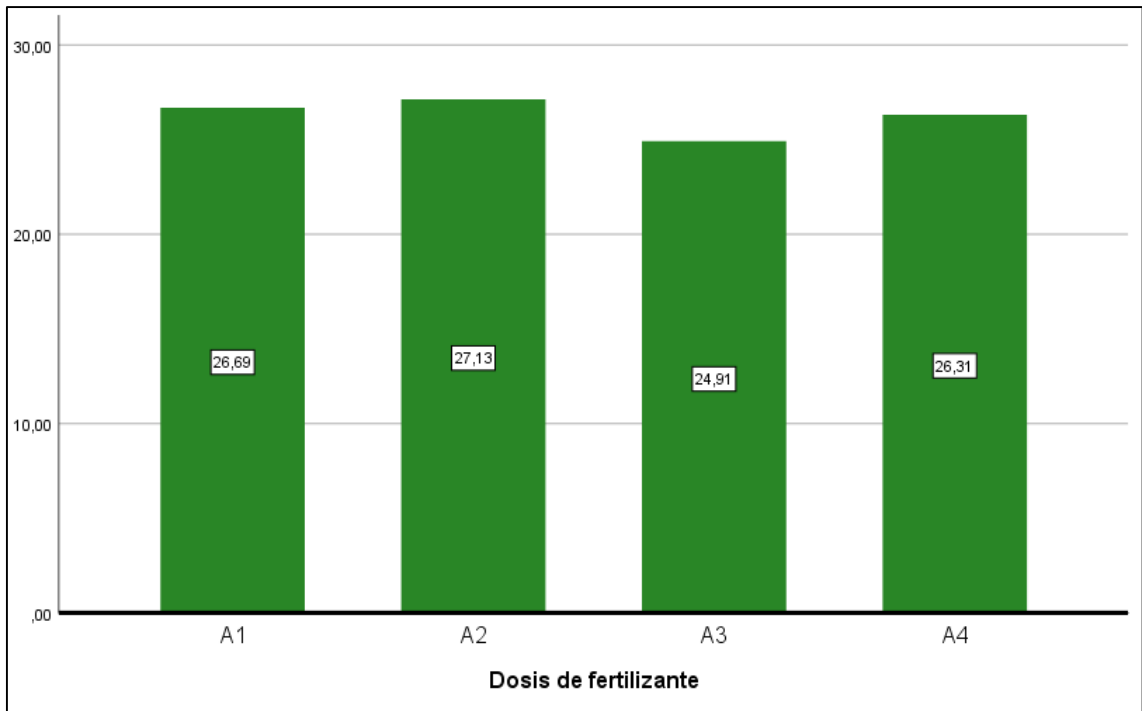
### 3.2.2.3. Análisis de varianza de la altura de las plantas a los 60 días

**Tabla 7-3:** Análisis de varianza de la altura de las plantas a los 60 días

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	33208,691 <sup>a</sup>	12	2767,391	62,212	,000
FactorA	32,886	3	10,962	,246	,863
FactorB	12,033	2	6,016	,135	,874
FactorA * FactorB	66,614	6	11,102	,250	,956
Error	1601,398	36	44,483		
Total	34810,090	48			

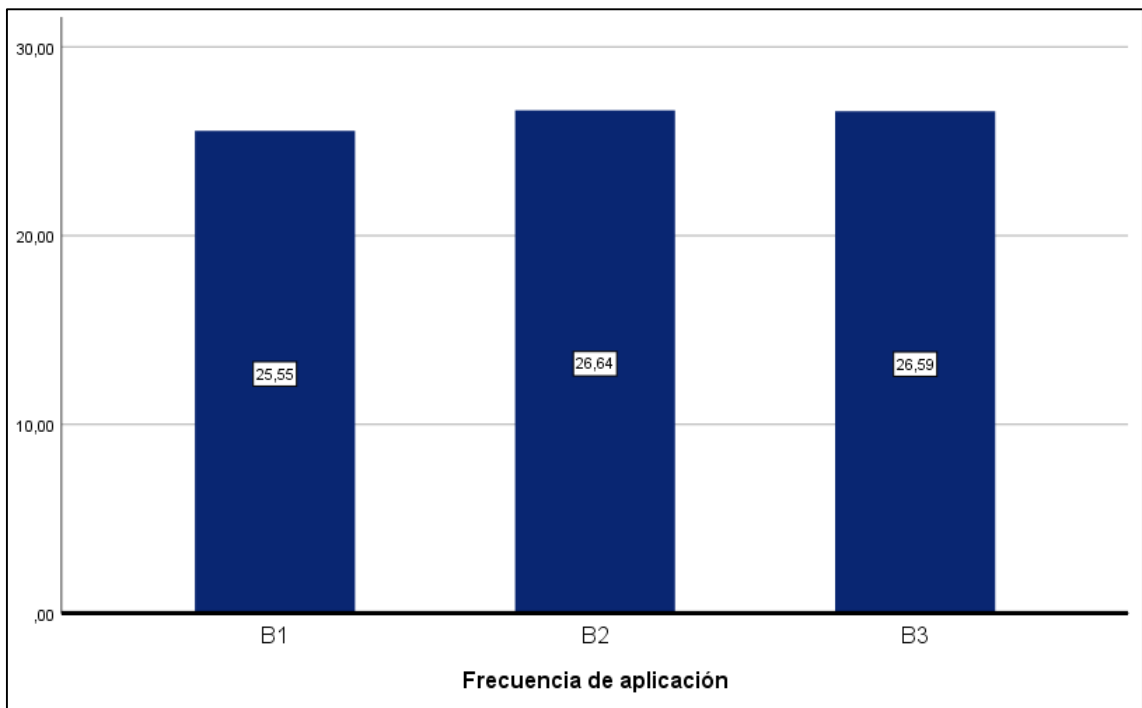
**Realizado por:** Tamay Chuquizala Catherine, 2022

De acuerdo con los gráficos 14-3 y 15-3, la dosis de fertilizante con el mayor promedio fue la del factor A2, 1 cm<sup>3</sup> de FertiEstim Plus/1L, y la frecuencia de aplicación con el mayor promedio fue B2 de aplicación cada 14 días, para la altura de la planta a los 60 días.



**Gráfico 14-3.** Promedio de alturas de las plantas, por dosis de fertilizante, 60 días

**Realizado por:** Tamay Chuquizala Catherine, 2022



**Gráfico 15-3.** Promedio de alturas de las plantas, por frecuencia de aplicación, 60 días

**Realizado por:** Tamay Chuquizala Catherine, 2022

### 3.2.3. Número de hojas de las plantas

Los análisis de varianza del número de hojas a los 30, 45 y 60 días no arrojaron diferencias significativas entre los factores analizados, como se puede ver en las tablas 8-3, 9-3 y 10-3, donde los valores de significancia son  $>0,05$ .

Al no encontrarse diferencias entre los factores se analizaron los promedios de la variable para determinar una tendencia de crecimiento y conocer la mejor combinación posible de ambos factores en estudio.

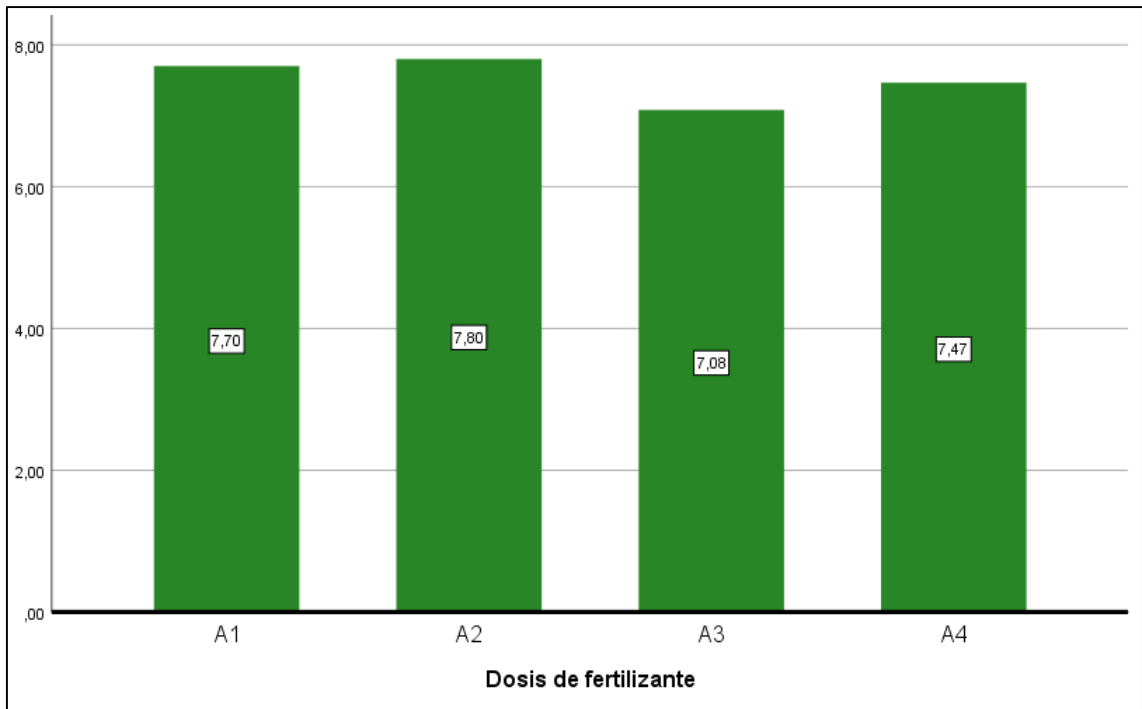
#### 3.2.3.1. Análisis de varianza del número de hojas de las plantas a los 30 días

**Tabla 8-3:** Análisis de varianza del número de hojas de las plantas a los 30 días

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	2721,030 <sup>a</sup>	12	226,753	146,056	,000
FactorA	3,649	3	1,216	,784	,511
FactorB	,860	2	,430	,277	,760
FactorA * FactorB	7,513	6	1,252	,807	,572
Error	55,890	36	1,552		
Total	2776,920	48			

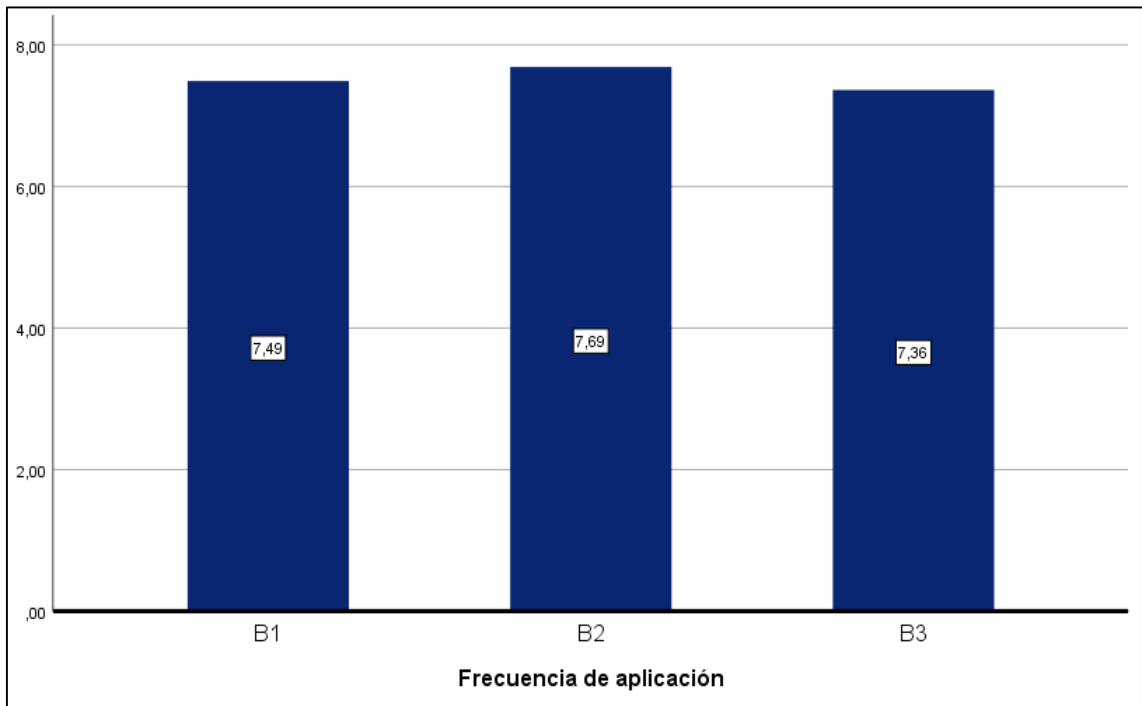
**Realizado por:** Tamay Chuquizala Catherine, 2022

De acuerdo con los gráficos 16-3 y 17-3, la dosis de fertilizante con el mayor promedio fue la del factor A2, 1 cm<sup>3</sup> de FertiEstim Plus/1L, y la frecuencia de aplicación con el mayor promedio fue B2 de aplicación cada 14 días, para el número de hojas a los 30 días.



**Gráfico 16-3.** Promedio de número de hojas, por dosis de fertilizante, 30 días

**Realizado por:** Tamay Chuquizala Catherine, 2022



**Gráfico 17-3.** Promedio de número de hojas, por frecuencia de aplicación, 30 días

**Realizado por:** Tamay Chuquizala Catherine, 2022

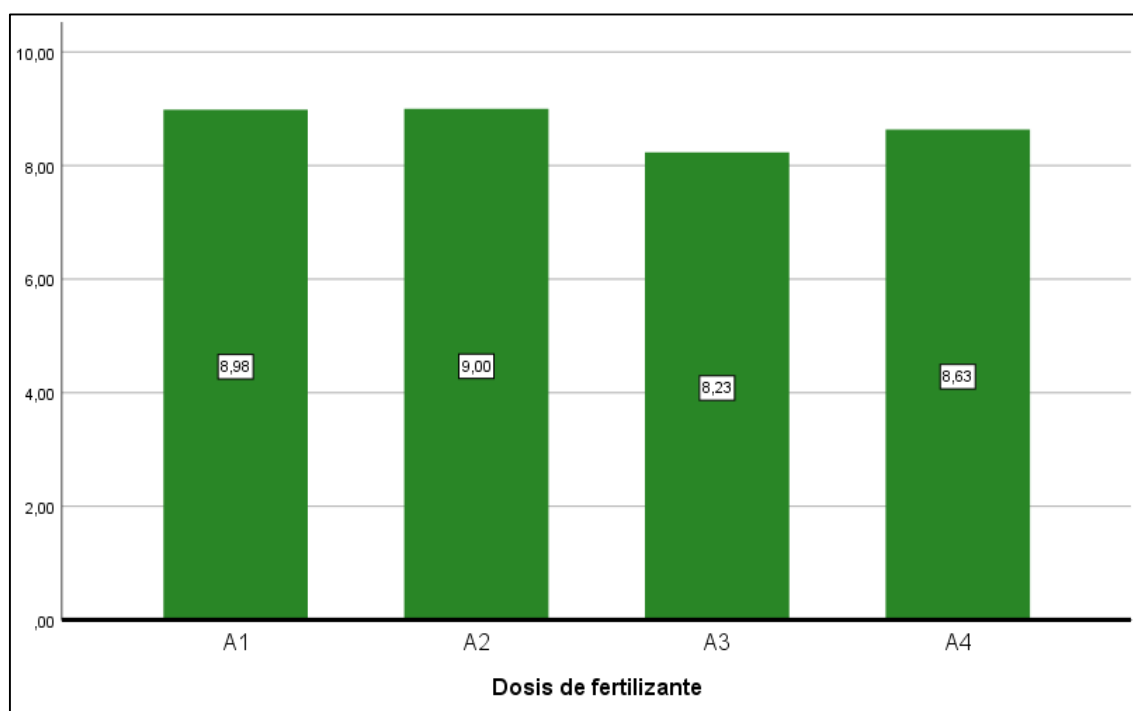
3.2.3.2. Análisis de varianza del número de hojas de las plantas a los 45 días

**Tabla 9-3:** Análisis de varianza del número de hojas de las plantas a los 45 días

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	3654,490 <sup>a</sup>	12	304,541	160,402	,000
FactorA	4,703	3	1,568	,826	,488
FactorB	1,805	2	,902	,475	,626
FactorA * FactorB	4,415	6	,736	,388	,882
Error	68,350	36	1,899		
Total	3722,840	48			

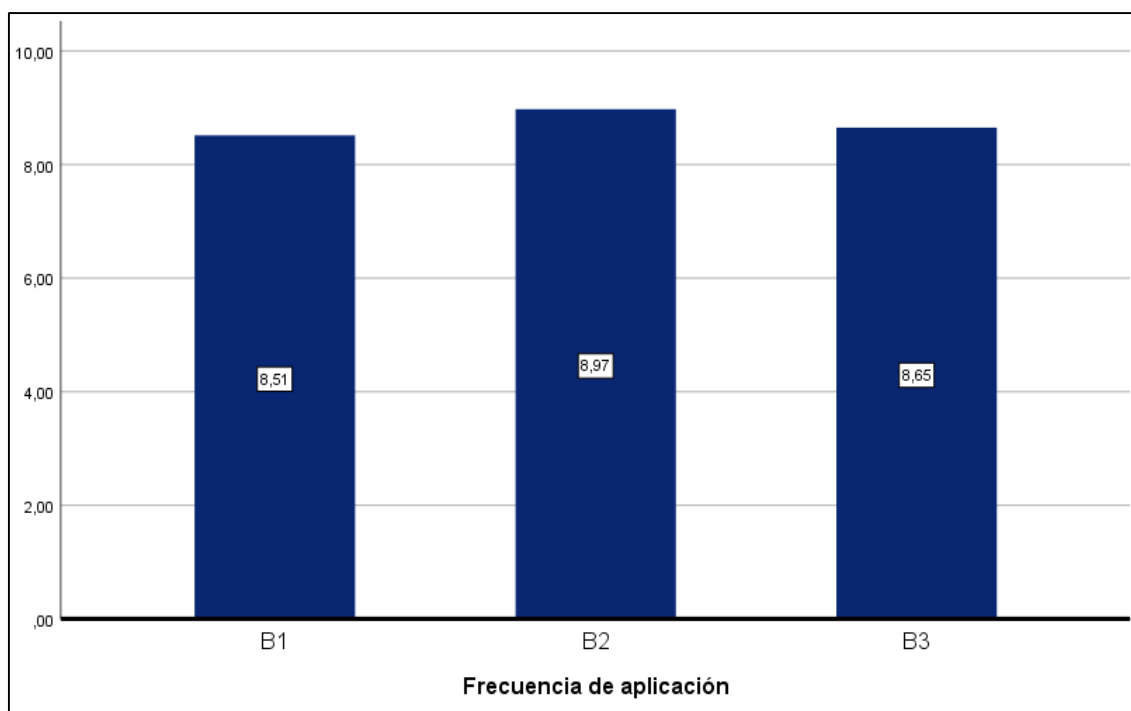
Realizado por: Tamay Chuquizala Catherine, 2022

De acuerdo con los gráficos 18-3 y 19-3, la dosis de fertilizante con el mayor promedio fue la del factor A2, 1 cm<sup>3</sup> de FertiEstim Plus/1L, y la frecuencia de aplicación con el mayor promedio fue B2 de aplicación cada 14 días, para el número de hojas a los 45 días.



**Gráfico 18-3.** Promedio de número de hojas, por dosis de fertilizante, 45 días

Realizado por: Tamay Chuquizala Catherine, 2022



**Gráfico 19-3.** Promedio de número de hojas, por frecuencia de aplicación, 45 días

**Realizado por:** Tamay Chuquizala Catherine, 2022

### 3.2.3.3. Análisis de varianza del número de hojas de las plantas a los 60 días

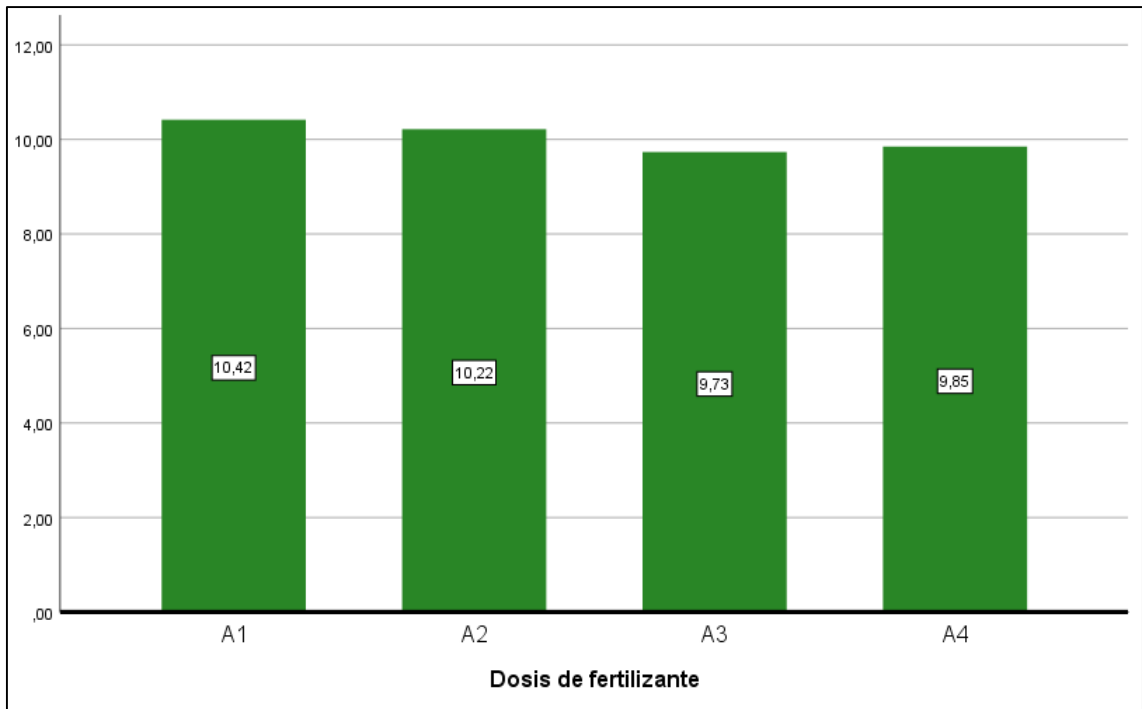
**Tabla 10-3:** Análisis de varianza del número de hojas de las plantas a los 60 días

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	4863,990 <sup>a</sup>	12	405,333	147,141	,000
FactorA	3,629	3	1,210	,439	,726
FactorB	1,542	2	,771	,280	,758
FactorA * FactorB	6,678	6	1,113	,404	,871
Error	99,170	36	2,755		
Total	4963,160	48			

**Realizado por:** Tamay Chuquizala Catherine, 2022

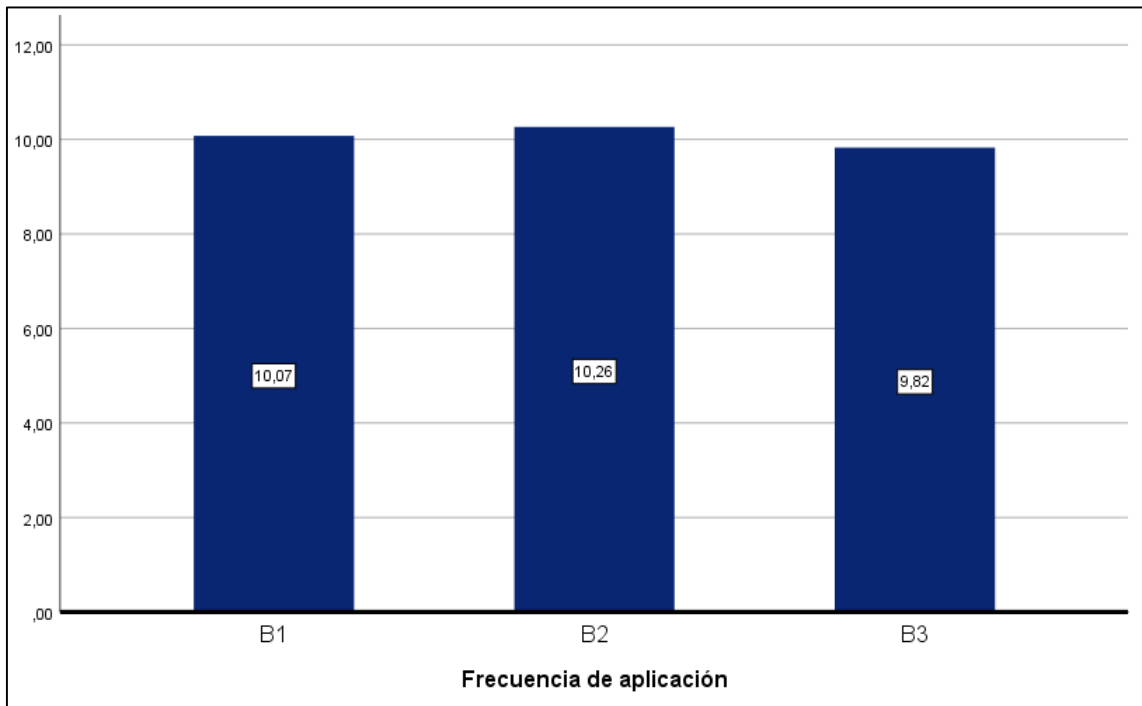
De acuerdo con los gráficos 20-3 y 21-3, la dosis de fertilizante con el mayor promedio fue la del factor A1, 0,7 cm<sup>3</sup> de FertiEstim Plus/1L, y la frecuencia de aplicación con el mayor promedio fue B2 de aplicación cada 14 días, para el número de hojas a los 60 días.





**Gráfico 20-3.** Promedio de número de hojas, por dosis de fertilizante, 60 días

**Realizado por:** Tamay Chuquizala Catherine, 2022



**Gráfico 21-3.** Promedio de número de hojas, por frecuencia de aplicación, 60 días

**Realizado por:** Tamay Chuquizala Catherine, 2022

De acuerdo al número de repeticiones de los factores vistas en las variables analizadas y las fechas de toma de datos, se pudo determinar que el factor A que más se repitió fue el A2 y el factor B

que más se repitió fue el B2, teniendo así que la mejor combinación de dosis de fertilizante con frecuencia de aplicación encontrada fue la de 1 cm<sup>3</sup> de FertiEstim Plus/1L cada 15 días.

## **Discusión**

En un estudio forestal realizado en plantas de arrayán (*Myrtus communis*), Duchi (2018, pp. 39-64) menciona haber encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los factores de estudio (dosis de FertiEstim Plus de 1, 2 y 3 cm<sup>3</sup> por litro de agua y frecuencias de aplicación a los 7, 14 y 21 días), en las variables de altura y diámetro a la altura del tallo, pero no en el número de hojas; teniendo que la mejor dosis de fertilizante fue la de 3 cm<sup>3</sup>/L junto con una frecuencia de aplicación de cada 21 días. A diferencia de los resultados presentados en este estudio que no tuvieron diferencias estadísticamente significantes. El estudio fue realizado en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua, que presenta condiciones ambientales de temperatura, humedad ambiental y altitud similares a las de la ciudad de Riobamba, por lo que las diferencias en los resultados con los presentados en esta investigación no se consideran relacionados al clima de la zona.

En relación a estudios en especies agronómicas, Nivelá (2020, p. 36) menciona efectos variados en el crecimiento de cultivos de arroz en la aplicación foliar de FertiEstim (1L/ha) aplicados a los 15 y 30 días de su establecimiento, pero principalmente en la cantidad de macollos y panículas por metro cuadrado. Munzón y Barreto (2021, p. 31) en su estudio de cultivo de cebolla perla mencionan mejores resultados en cuanto el peso de los bulbos y el rendimiento (kg/ha), pero no obtuvieron diferencias significativas en cuanto a las alturas de las plantas en los lapsos de tiempo en estudio de 30, 60 y 90 días. Dicha ausencia de diferencia en la altura de las plantas mencionada por Munzón y Barreto también se encuentra evidenciada en la presente investigación, el dato de peso pudo ser un factor crucial en las diferencias estadísticas de los análisis de varianza, quizá el fertilizante haya generado un aumento en el peso radicular o en el peso seco de toda la planta de *A. melanoxylon*.

Pinilla (2000, p. 19), asegura que las semillas de este tipo de acacia tienen un gran poder germinativo cuando están frescas, teniendo que porcentajes de alrededor del 99 %, por lo que la aplicación de fertilizantes es recomendable solo para que la especie tenga un mayor crecimiento en vivero y salga más rápido a campo, esperando que a una altura de 60 cm y un diámetro de tallo de 7 cm (9 a 11 meses) ya estén listas. La aplicación de FertiEstim Plus vista en este estudio, aunque no generó diferencias entre la dosificación y la frecuencia, si generó una ligera superioridad en los promedios de las variables, sobre los tratamientos que solo incluían agua; por lo que una mayor dosificación de este fertilizante es posible que ayude al crecimiento en vivero de *A. melanoxylon*.

Las diferencias presentadas entre este estudio con el de Duchi se pueden deber a ciertos aspectos, como serían: 1. Los requerimientos de fertilización de la especie en estudio, 2. La dosificación de fertilizante, siendo que para la aplicación de FertiEstim Plus mientras mayor sea la dosis Duchi obtuvo un mayor crecimiento, igualmente con la frecuencia de aplicación.

### 3.3. Análisis económico parcial

#### 3.3.1. Datos de campo

**Tabla 11-3:** Datos de campo para el análisis económico parcial

<b>Datos de campo</b>		
<b>Rendimiento ajustado</b>	20	%
<b>Precio de venta del producto</b>	0,5	USD/kg
<b>Costo de cosecha</b>	0,1	USD/kg
<b>Costo de beneficio</b>	0,02	USD/kg
<b>Costo de transporte</b>	0,03	USD/kg
<b>Precio de campo</b>	$0,5-(0,10+0,02+0,03)$	USD/kg
<b>Precio de campo producto</b>	0,35	USD/kg
<b>costo de jornal</b>	15	USD/día
<b>Mano de obra aplicación químico</b>	3	jornales

Realizado por: Tamay Chuquizala Catherine, 2022

### 3.3.2. Análisis parcial

**Tabla 12-3:** Análisis parcial de costo y beneficios

COSTOS Y BENEFICIOS	Plantas/ha	TRATAMIENTOS											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Rendimiento Medio</b>	<b>Plantas</b>	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
<b>Rendimiento Ajustado</b>	<b>Plantas</b>	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
<b>BENEFICIO BRUTO</b>	<b>Plantas/ha</b>	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800	2800
<b>COSTOS QUE VARÍAN</b>													
<b>Costo semilla</b>	<b>USD/ha</b>	18,48	18,48	18,48	18,48	18,48	18,48	18,48	18,48	18,48	18,48	18,48	18,48
<b>Costo fertilizante</b>	<b>USD/ha</b>	147	294	441	210	420	630	273	546	819	0	0	0
<b>Jornales aplicación fertilizante</b>	<b>USD/ha</b>	45	90	135	45	90	135	45	90	135	45	90	135
<b>TOTAL COSTOS QUE VARÍAN</b>	<b>USD/ha</b>	210,48	402,48	594,48	273,48	528,48	783,48	336,48	654,48	972,48	63,48	108,5	153,5
<b>BENEFICIOS NETOS</b>	<b>USD/ha</b>	2589,52	2397,52	2205,52	2526,52	2271,52	2016,52	2463,52	2145,52	1827,52	2737	2692	2647

Realizado por: Tamay Chuquizala Catherine, 2022

### 3.3.3. Análisis de dominancia

Para el análisis de dominancia se despreciaron los valores de los tratamientos T10, T11 y T12, puesto que no se está aplicando el producto en estudio, solo agua.

**Tabla 13-3:** Análisis de dominancia

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Costos que varían</b>	<b>Beneficio neto</b>	<b>Dominancia</b>
<b>1</b>	210,48	2589,52	ND
<b>4</b>	273,48	2526,52	D
<b>7</b>	336,48	2463,52	D
<b>2</b>	402,48	2397,52	D
<b>5</b>	528,48	2271,52	D
<b>3</b>	594,48	2205,52	D
<b>8</b>	654,48	2145,52	D
<b>6</b>	783,48	2016,52	D
<b>9</b>	972,48	1827,52	D

**Realizado por:** Tamay Chuquizala Catherine, 2022

Debido a que no se presentaron más tratamientos no dominados no se puede calcular la tasa de retorno marginal, lo que significaría que el tratamiento que genere los mejores beneficios en relación a sus costos será el tratamiento T1 consistente en 0,7 cm<sup>3</sup> de fertilizante FertiEstim Plus/1L de agua cada 7 días.

## CONCLUSIONES

- No existen diferencias estadísticamente significativas entre las frecuencias de aplicación de 7, 14 y 21 días, y entre las dosificaciones de 0,7, 1 y 1,3 cm<sup>3</sup> de FertiEstim Plus/L a nivel de vivero en plantas de *Acacia melanoxylon*.
- Existe una ligera tendencia de valores promedio superiores en la combinación de los factores A2B2 consistente en el tratamiento compuesto por 1 cm<sup>3</sup> de FertiEstim Plus/L aplicado cada 14 días.
- El tratamiento de la menor cantidad de dosis de fertilizante con la menor frecuencia de aplicación (0,7 cm<sup>3</sup> de FertiEstim Plus/L cada 7 días) fue el que generó el mayor beneficio económico, teniendo una rentabilidad del 1230,29 %, para planas de *A. melanoxylon* en vivero.

## RECOMENDACIONES

- Probar otros niveles de dosificación de FertiEstim Plus en plantas de *Acacia melanoxylon* a nivel de vivero.
- Evaluar distintos tipos de fertilizantes en diferentes niveles de dosificación en especies forestales.

## BIBLIOGRAFÍA

**AMAT, J.** *Análisis de normalidad: gráficos y contrastes de hipótesis* [En línea]. Cienciadedatos.net, 2016. [Consulta: 5 enero 2022]. Disponible en: [https://www.cienciadedatos.net/documentos/8\\_analisis\\_normalidad](https://www.cienciadedatos.net/documentos/8_analisis_normalidad).

**ARÉVALO, G., & CASTELLANO, M.** *Manual de Fertilizantes y Enmiendas* [En línea]. El Zamorano-Honduras: Abelino Pitty, 2009, pp. 17-32. [Consulta: 25 noviembre 2021]. Disponible en: [https://www.se.gob.hn/media/files/media/Modulo\\_6\\_Manual\\_Fertilizantes\\_y\\_Enmiendas..pdf](https://www.se.gob.hn/media/files/media/Modulo_6_Manual_Fertilizantes_y_Enmiendas..pdf).

**BENAVIDES, V.** Evaluación del crecimiento inicial de árboles de acacia (*Acacia melanoxylon*; R.Br.) en el establecimiento de un sistema silvopastoril en la finca San Vicente, parroquia El Carmelo, provincia del Carchi (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [En línea] Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales, Carrera de Desarrollo Integral Agropecuario. Tulcán-Ecuador. 2018, pp. 12-47. [Consulta: 23 marzo 2021]. Disponible en: <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/768/1/350%20Evaluaci%C3%B3n%20del%20crecimiento%20inicial%20de%20%C3%A1rboles%20de%20acacia%20%28Acacia%20melanoxylon%3B%20R.Br.%29%20en%20el%20establecimiento%20de%20un%20sistema%20silvopastoril%20en%20la%20finca%20San%20Vicente%2C%20parroquia%20El%20Carmelo%2C%20provincia%20del%20Carchi..pdf>.

**CARRANZA, S.** “Revisión bibliográfica sobre *Acacia melanoxylon*: su silvicultura y su madera”. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata [En línea], 2007, (Argentina) 106(2), pp. 145-154. [Consulta: 23 noviembre 2021]. ISSN 0041-8676. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5718155.pdf>.

**CIMMYT.** *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica* [En línea]. México D.F.-México: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo CIMMYT, 1988, pp. 8-14. [Consulta: 15 febrero 2022]. ISBN 968-6127-24-0. Disponible en: [https://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PNABD529.pdf](https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNABD529.pdf).

**CONABIO.** Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México [En línea]. México DF-México, 2017, pp. 1-2. [Consulta: 25 noviembre 2021]. Disponible en: [https://enciclovida.mx/pdfs/exoticas\\_invasoras/Acacia%20melanoxylon.pdf](https://enciclovida.mx/pdfs/exoticas_invasoras/Acacia%20melanoxylon.pdf).



**DUCHI, J.** Evaluación del efecto de la aplicación del fertilizante en las plantas de *Myrtus communis* L. (arrayán), parroquia La Península, cantón Ambato, provincia de Tungurahua (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2018, pp. 1-28.

**GUERRERO, R.** *Manual Técnico Propiedades Generalidades de los Fertilizantes* [En línea]. Manizales-Colombia, 2018. [Consulta: 25 noviembre 2021]. Disponible en: <http://www.monomeros.com/descargas/dpmanualfertilizacion.pdf>.

**MONTEOLIVA, S., IGARTÚA, D., & MATTA, E.** "Color de la madera de *Acacia melanoxylon*: aplicación del sistema CIE". *Bosque* vol. 30, no. 3 (2009), (Argentina) p. 192.

**MUNZÓN, M.; & BARRETO, J.** "Respuesta del cultivo de cebolla perla (*Allium cepa* L.) a la fertilización orgánica, cantón Cumandá, provincia de Chimborazo". *Revista OIDLES* [En línea], 2021, (Ecuador) 15(30), pp. 24-38. [Consulta: 07 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.eumed.net/uploads/articulos/d848f044a04129773703898c12860906.pdf>.

**NIVELA, E.** Interacción de tres dosis de fertilización edáfica con extracto de algas marinas sobre el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), en la zona de Babahoyo (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [En línea] Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Babahoyo-Ecuador. 2020, p. 36. [Consulta: 07 marzo 2022]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8217/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000104.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

**PINILLA, J.** *Descripción y Antecedentes Básicos sobre Acacia dealbata, Acacia melanoxylon y Acacia mearnsii Revisión bibliográfica* [En línea]. Concepción-Chile: Instituto Forestal INFOR, 2000, pp. 18-19. [Consultado: 07 marzo 2022]. ISBN: 956-7727-25-2. Disponible en: <https://bibliotecadigital.infor.cl/bitstream/20.500.12220/6628/1/14323.pdf>.

**ROMHELD, V., & EL-FOULY, M.** *Aplicación foliar de nutrientes: retos y límites en la producción agrícola* [En línea]. Bangkok-Tailandia, 1999. [Consulta: 25 noviembre 2021]. Disponible en: [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/E88FD559C305BF37852579A3007815CB/\\$FILE/Aplicaci%C3%B3n%20foliar%20de%20nutrientes.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/E88FD559C305BF37852579A3007815CB/$FILE/Aplicaci%C3%B3n%20foliar%20de%20nutrientes.pdf).

**SOPORTE DE MINITAB.** Interpretar los resultados clave para la ANOVA de un solo factor [En línea]. 2019. [Consulta: 25 noviembre 2021]. Disponible en: <https://support.minitab.com/es->

mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/anova/how-to/one-way-anova/interpret-the-results/key-results/.

**TIUPUL, P.; & ARÉVALO, M.** *Anuario climatológico. Año 2021* [En línea]. Riobamba-Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2021, pp. 4-10. [Consulta: 13 enero 2022]. Disponible en: [https://www.espoch.edu.ec/index.php/component/k2/item/download/1495\\_99dfa39dddb5b04c2db36a729bf3ca27.html](https://www.espoch.edu.ec/index.php/component/k2/item/download/1495_99dfa39dddb5b04c2db36a729bf3ca27.html).

**TROPICOS.** *Acacia melanoxylon R. Br.* [En línea]. San Luis-Estados Unidos: Jardín Botánico de Missouri, 1999. [Consulta: 25 marzo 2021]. Disponible en: <http://legacy.tropicos.org/Name/13024220>.

  
D. P. P. A. I.  
Ing. Cristian Castillo



## ANEXOS

### ANEXO A: ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA PRUEBA DE NORMALIDAD

<b>Descriptivos</b>				
		Estadístico	Desv. Error	
Diámetro del tallo	Media		1,1136	,05201
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1,0089	
		Límite superior	1,2182	
	Media recortada al 5%		1,1065	
	Mediana		1,1210	
	Varianza		,130	
	Desv. Desviación		,36035	
	Mínimo		,41	
	Máximo		1,94	
	Rango		1,54	
	Rango intercuartil		,52	
	Asimetría		,181	,343
	Curtosis		-,568	,674
Altura de la planta	Media		9,0917	,40982
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	8,2672	
		Límite superior	9,9161	
	Media recortada al 5%		9,0730	
	Mediana		8,8100	
	Varianza		8,062	
	Desv. Desviación		2,83935	
	Mínimo		3,80	
	Máximo		14,66	
	Rango		10,86	
	Rango intercuartil		3,96	
	Asimetría		,066	,343
	Curtosis		-,779	,674
Número de hojas	Media		5,5750	,14497
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	5,2834	
		Límite superior	5,8666	
	Media recortada al 5%		5,5880	
	Mediana		5,6000	
	Varianza		1,009	
	Desv. Desviación		1,00435	

	Mínimo	3,40	
	Máximo	7,40	
	Rango	4,00	
	Rango intercuartil	1,40	
	Asimetría	-,181	,343
	Curtosis	-,749	,674

**ANEXO B: ENVASE DE FERTIESTIM PLUS Y JERINGAS CON LAS DOSIFICACIONES**



**ANEXO C: INSTALACIÓN DEL ENSAYO Y SUPERVISIÓN DEL DIRECTOR**



**ANEXO D: PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DE LAS DOSIS EN ESTUDIO**



**ANEXO E: TOMA DE DATOS DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO**





esPOCH

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: 14 / 09 / 2022

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> CATHERINE MISHHELL TAMAY CHUQUIZALA
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> RECURSOS NATURALES
<b>Carrera:</b> INGENIERÍA FORESTAL
<b>Título a optar:</b> INGENIERA FORESTAL
<b>f. responsable:</b> Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz

  
D.B.R.A.J.  
Ing. Cristhian Castillo



1778-DBRA-UTP-2022