



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA  
AGRICULTURA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**INTRODUCCIÓN DE LA FRAMBUESA NATURALIZADA HIMALAYA  
AMARILLA (*Rubus ellipticus* SMITH) PARA SU DOMESTICACIÓN  
EN LA HACIENDA “EL PRADO” IASA I – ESPE**

**AUTOR: QUISPE ANDRADE, OSWALDO FABRICIO**

**DIRECTOR: *Ing.* SORIA IDROVO, NORMAN AURELIO, *M.Sc.***

**SANGOLQUÍ**

**2019**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación, ***“INTRODUCCIÓN DE LA FRAMBUESA NATURALIZADA HIMALAYA AMARILLA (*Rubus ellipticus SMITH*) PARA SU DOMESTICACIÓN EN LA HACIENDA “EL PRADO” IASA I – ESPE***” fue realizado por el señor ***Quispe Andrade, Oswaldo Fabricio*** el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 28 de julio del 2019

Firma:



.....  
**Ing. Soria Idrovo, Norman Aurelio, M.Sc.**  
C. C. 1801206572



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, *Quispe Andrade, Oswaldo Fabricio*, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: “*Introducción de la frambuesa naturalizada Himalaya amarilla (Rubus ellipticus Smith) para su domesticación en la hacienda “el Prado” IASA I – ESPE*” es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

**Sangolquí, 28 de julio del 2019**

Firma:

.....  
*Quispe Andrade, Oswaldo Fabricio*  
C. C. 1722523329



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**AUTORIZACIÓN**

*Yo, Quispe Andrade, Oswaldo Fabricio autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: “Introducción de la frambuesa naturalizada Himalaya amarilla (*Rubus ellipticus* Smith) para su domesticación en la hacienda “el Prado” IASA I – ESPE” en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.*

**Sangolquí, 28 de julio del 2019**

Firma:

.....  
**Quispe Andrade, Oswaldo Fabricio**  
C. C. 1722523329

## DEDICATORIA

*A mis padres Oswaldo y Paula por su apoyo incondicional,*

*son mi inspiración y modelo a seguir.*

*A mi hermana Paula por ser mi confidente*

*y una verdadera amiga.*

*A todas las personas que de alguna u otra forma,*

*fueron o son parte de mi gran proyecto que se llama vida.*

## AGRADECIMIENTO

A Dios, a pesar de no creer en ninguna religión siento que este Ser Supremo siempre nos guía por los caminos que debemos estar para poder apreciar la vida.

A mi abuelita Teresa que siempre quiso verme graduado, aunque ya no se encuentre con nosotros físicamente siempre estará en mi mente y corazón.

A mi familia siempre han sido mi base fundamental, con sus consejos han sabido forjarme y me han ofrecido siempre su ayuda incondicional aun cuando no lo he necesitado.

A todos mis amigos que de alguna u otra manera han hecho que mi paso por esta hermosa universidad valiera la pena.

A Karol que me motiva cada día y con su cariño supo ayudarme a culminar esta investigación.

A mi director de investigación por ser el primero que creyó en este proyecto de titulación, siempre con el ejemplo de innovar y ser visionario.

A esta querida universidad que es una de la mejores, por la calidad de docentes y personal que laboran en ella, en especial de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

### CARÁTULA

CERTIFICACIÓN .....	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD .....	ii
AUTORIZACIÓN .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

1.1	Antecedentes .....	1
1.2	Justificación .....	3
1.3	Planteamiento del problema.....	3
1.3.1	Causas .....	4
1.3.2	Efectos .....	4
1.4	Objetivos.....	5
1.4.1	General.....	5
1.4.2	Específicos .....	5
1.5	Hipótesis .....	5

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

2.1	Generalidades de la frambuesa.....	6
2.2	Clasificación taxonómica de la frambuesa amarilla del Himalaya .....	7
2.2.1	Origen y distribución geográfica .....	8

2.2.2	Descripción morfológica.....	8
2.2.3	Enemigos naturales.....	9
2.2.4	Usos .....	9
2.3	Dispersión de especies.....	11
2.3.1	Especie introducida .....	11
2.3.2	Tipos de especies introducidas .....	11
2.3.3	Motivación para la introducción de especies .....	12
2.3.4	Tipos de motivación para la introducción de especies .....	13
2.4	Domesticación.....	13
2.4.1	Proceso de domesticación.....	14
2.4.2	Estadios de la domesticación .....	15
2.5	Propagación del frambueso.....	16
2.5.1	Propagación sexual .....	16
2.5.2	Propagación asexual .....	16
2.5.3	Brote etiolado .....	16
2.5.4	Etapas para la propagación por brote etiolado .....	16
2.6	Reguladores de crecimiento.....	17
2.7	Manejo agronómico.....	19
2.7.1	Fertilización .....	19
2.7.2	Requerimientos del cultivo de frambuesa.....	20
2.7.3	Conducción y entutorado .....	20

## CÁPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	Selección del material vegetativo.....	22
3.2	Área de estudio.....	22
3.3	Materiales.....	24
3.4	Métodos .....	24
3.4.1	Obtención del material vegetativo.....	24
3.4.2	Fase de propagación .....	25
3.4.3	Fase de establecimiento de cultivo en campo .....	26
3.4.4	Diseño experimental .....	27
3.4.4.1	Tipo de diseño experimental .....	27
3.4.4.2	Esquema de análisis de varianza .....	29
3.4.4.3	Variables analizadas .....	29
3.4.4.3.1	Diámetro de tallo .....	29
3.4.4.3.2	Longitud de tallo .....	30
3.4.4.3.3	Longitud de raíces .....	30
3.4.4.3.4	Porcentaje de enraizamiento .....	30
3.4.4.3.5	Diámetro final de las plantas.....	30

3.4.4.3.6	Longitud final de las plantas .....	30
3.4.4.3.7	Índice de esbeltez .....	31
3.4.4.3.8	Índice de Dickson .....	31
3.4.4.3.9	Tasa de supervivencia en campo .....	31

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1	Fase de propagación .....	32
4.1.1	Porcentaje de enraizamiento .....	32
4.1.2	Longitud de raíces .....	33
4.1.3	Longitud y diámetro de tallo .....	36
4.1.4	Índice de robustez o esbeltez.....	48
4.2	Fase de establecimiento de cultivo en campo .....	51
4.2.1	Tasa de supervivencia en campo .....	51
4.2.2	Longitud y Diámetro final de las plantas.....	53
4.2.3	Índice de esbeltez .....	56
4.2.4	Índice de Dickson .....	57
4.3	Descripción de plagas encontradas en el estudio de <i>R. ellipticus</i> .....	59

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1	Conclusiones .....	60
5.2	Recomendaciones.....	61
5.3	Bibliografía .....	62

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	<i>Estadios 1 a 7 de domesticación.....</i>	15
<b>Tabla 2</b>	<i>Características químicas de un suelo adecuadas para el establecimiento exitoso de un huerto de frambueso.....</i>	19
<b>Tabla 3</b>	<i>Disposición de tratamientos obtenidos de la combinación de niveles del factor en estudio en la fase de Propagación.....</i>	28
<b>Tabla 4</b>	<i>Disposición de tratamientos obtenidos de la combinación de niveles del factor en estudio en la fase de Establecimiento de cultivo.....</i>	28
<b>Tabla 5</b>	<i>Descripción de las fuentes de variación ANOVA en la Fase de Propagación.....</i>	29
<b>Tabla 6</b>	<i>Descripción de las fuentes de variación ANOVA Fase de Establecimiento de cultivo.....</i>	29
<b>Tabla 7</b>	<i>Estadísticas descriptivas de la longitud del tallo (centímetros).....</i>	36
<b>Tabla 8</b>	<i>Estadísticas descriptivas del diámetro del tallo (milímetros).....</i>	37
<b>Tabla 9</b>	<i>Estadísticas descriptivas del índice de esbeltez por día y tratamiento.....</i>	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Fructificación de <i>R. ellipticus</i> .....	7
<b>Figura 2</b>	Planta de <i>R. ellipticus</i> en la parroquia La Esperanza - Ibarra .....	9
<b>Figura 3</b>	Frambuesa amarilla del Himalaya ( <i>R. ellipticus</i> ) .....	10
<b>Figura 4</b>	Entutorado de postes verticales .....	20
<b>Figura 5</b>	Entutorado Palizada Cruz de Lorena Invertida .....	20
<b>Figura 6</b>	Entutorado en plantas muy vigorosas .....	21
<b>Figura 7</b>	Zona de extracción de material vegetativo de <i>R. ellipticus</i> .....	22
<b>Figura 8</b>	Ubicación geográfica de la platabanda en la parroquia La Mena .....	23
<b>Figura 9</b>	Ubicación del proyecto en la Hacienda “El Prado” .....	23
<b>Figura 10</b>	Cultivo de <i>R. ellipticus</i> establecido en la hacienda “El Prado” .....	27
<b>Figura 11</b>	Distribución de tratamientos fase de Propagación .....	28
<b>Figura 12</b>	Distribución de tratamientos fase de Establecimiento de cultivo.....	29
<b>Figura 13</b>	Porcentaje de enraizamiento frente a los niveles de AIB .....	32
<b>Figura 14</b>	Agrupación de tratamientos por promedios y desviaciones estándar, según su contribución en la longitud de la raíz .....	34
<b>Figura 15</b>	Diagrama de caja y bigotes a los 100 días según cada tratamiento en la longitud de raíz.....	34
<b>Figura 16</b>	Longitud promedio del tallo por cada una de los tratamientos .....	38
<b>Figura 17</b>	Diámetro promedio del tallo por cada una de los tratamientos.....	39
<b>Figura 18</b>	Gráficos de densidad de diámetro, longitud y matriz de correlación lineal a los 50 días de medición .....	40
<b>Figura 19</b>	Gráficos de densidad de diámetro, longitud y matriz de correlación lineal a los 60 días de medición .....	41
<b>Figura 20</b>	Gráficos de densidad de diámetro, longitud y matriz de correlación lineal a los 70 días de medición .....	42
<b>Figura 21</b>	Gráficos de densidad de diámetro, longitud y matriz de correlación lineal a los 80 días de medición .....	43
<b>Figura 22</b>	Gráficos de densidad de diámetro, longitud y matriz de correlación lineal a los 90 días de medición .....	44
<b>Figura 23</b>	Gráficos de densidad de diámetro, longitud y matriz de correlación lineal a los 100 días de medición .....	45
<b>Figura 24</b>	Agrupación de tratamientos por promedios y desviaciones estándar, según su contribución del diámetro del tallo .....	46
<b>Figura 25</b>	Agrupación de tratamientos por promedios y desviaciones estándar, según su contribución en la longitud del tallo .....	47
<b>Figura 26</b>	Evolución del promedio del índice de esbeltez por tratamiento .....	50
<b>Figura 27</b>	Diagrama de caja y bigotes del índice de esbeltez por día y tratamiento.....	50
<b>Figura 28</b>	Tasa de supervivencia.....	52
<b>Figura 29</b>	Diagrama de caja y bigotes por días según tratamiento en la longitud del tallo .....	53
<b>Figura 30</b>	Diagrama de caja y bigotes por días según tratamiento del diámetro del tallo .....	54
<b>Figura 31</b>	Test de Duncan para tratamientos en la longitud del tallo .....	54

<b>Figura 32</b>	Test de Duncan para tratamientos en el diámetro del tallo .....	55
<b>Figura 33</b>	Diagrama de caja y bigotes por días según tratamiento en el índice de esbeltez .....	56
<b>Figura 34</b>	Diagrama de caja y bigotes por tratamiento en el Índice de calidad de Dickson .....	58
<b>Figura 35</b>	Análisis de Varianza para el índice de Dickson en 160 días .....	58
<b>Figura 36</b>	Oruga atando hojas de <i>R. ellipticus</i> .....	59

## RESUMEN

Esta investigación se centra en el manejo inicial para domesticar la frambuesa naturalizada Himalaya amarilla (*Rubus ellipticus*) para convertirla en un cultivo productivo, por presentar características deseables para la salud humana. El estudio fue dividido en dos fases: propagación y establecimiento de cultivo en campo, antes de iniciar las fases se recolectaron raíces de la frambuesa en su estado naturalizado en Ibarra. En la fase de propagación se utilizó el método de brote etiolado para producir 60 brotes a partir de las raíces recolectadas y tratarlos con 1000, 1500 y 2000 ppm de AIB, bajo un diseño completamente al azar (DCA). Adicionalmente se evaluó un testigo generando un total de 15 repeticiones por tratamiento, donde las variables a medir fueron enraizamiento, longitud de raíz, diámetro y longitud de tallo; el tratamiento de 1500 ppm de AIB generó excelentes y significativos resultados en la medición de las variables por ello se utilizó solo este tratamiento para el desarrollo de la fase de establecimiento del cultivo. En la segunda fase se trasplantó las frambuesas en la Hacienda “El Prado”, formando un total de 6 parcelas con 5 plantas cada una. Se aplicó 0,01% de Kinetin a 3 parcelas y las otras 3 no recibieron ningún tratamiento. Se estructuró bajo DCA generando un total de 3 repeticiones por tratamiento. Las variables a medir fueron tasa de supervivencia en campo, altura y diámetro de las plantas, índice de esbeltez y de Dickson. El Kinetin actuó de forma favorable al cultivo de *R. ellipticus*, ya que a los 60 días después del trasplante se obtuvo resultados alentadores para la fase inicial de domesticación.

### **PALABRAS CLAVE:**

- *Rubus Ellipticus*
- AUXINAS
- CITOCININAS
- DOMESTICACION

## ABSTRACT

This research focuses on the initial management to domesticate the naturalized raspberry yellow Himalaya (*Rubus ellipticus*) to turn it into a productive crop, for presenting desirable characteristics for human health. The study was divided into two phases: propagation and establishment of field culture, before beginning the phases, roots of the raspberry were collected in their naturalized state in Ibarra. In the propagation phase the etiolate shoot method was used to produce 60 shoots from the harvested roots and treat them with 1000, 1500 and 2000 ppm of AIB, under a completely randomized design (CRD). Additionally, a control was evaluated generating a total of 15 repetitions per treatment, where the variables to be measured were rooting, root length, diameter and stem length; The treatment of 1500 ppm of IBA generated excellent and significant results in the measurement of the variables, for this reason only this treatment was used for the development of the phase of establishment of the crop. In the second phase the raspberries were transplanted in the Hacienda "El Prado", forming a total of 6 plots with 5 plants each. Kinetin 0.01% was applied to 3 plots and the other 3 did not receive any treatment. It was structured under CRD generating a total of 3 repetitions per treatment. The variables to be measured were survival rate in the field, height and diameter of the plants, slenderness index and Dickson. The Kinetin acted in a favorable way to the culture of *R. ellipticus*, since at 60 days after the transplant, encouraging results were obtained for the initial phase of domestication.

### KEYWORDS:

- *Rubus ellipticus*
- AUXINS
- CYTOKININES
- DOMESTICATION

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

#### 1.1 Antecedentes

Centro para la Biociencia Agrícola Internacional (CABI, 2018) refiere que *Rubus ellipticus* crece naturalmente en Asia continental y algunas islas adyacentes, como Sri Lanka y Luzon en Filipinas. El centro del rango nativo de *R. ellipticus* se extiende desde las estribaciones del Himalaya en el norte de la India y posiblemente en el norte de Pakistán hasta las regiones centrales y meridionales de China. Esta especie es más conocida en el centro de China, desde el noroeste de Yunnan hasta el suroeste de Sichuan, Guizhou, Guangxi y Xizhang. Se puede encontrar naturalizado en África tropical, Australia, Ecuador, Jamaica y Costa Rica, y es posible que la distribución sea más amplia.

Es una de las frutas silvestres más sabrosas de las colinas y que podría ser de mucho interés por sus principios activos en el fruto y las hojas. Esta planta crece en abundancia a lo largo de la región de la mitad de la colina de Himachal Pradesh en India. Los frutos son apreciados por todos y también se ofrecen a la venta en muchos lugares (Kaushal & Parmar, 1982). Un estudio revela que *R. ellipticus* se cultiva comercialmente en algunas partes de la India, porque tiene importancia industrial y también es utilizada por varias tribus y comunidades locales para tratar diferentes enfermedades (Bisht & Jain, 2006).

En Ecuador Romoleroux, Bastidas, & Espinel (2018) señalan la presencia de *R. ellipticus* naturalizada en la provincia de Imbabura y Pichincha, en un rango de altitud de 2000 a 3000 msnm.

George, Parimelazhagan, & Saravanan (2013) aseguran que los resultados de su estudio demostraron la actividad antiinflamatoria, analgésica y antipirética central y periférica aguda del

extracto de metanol de *R. ellipticus* en la hoja. La inflamación y el cáncer están interrelacionados, esto conducirá al desarrollo de agentes anticancerígenos obtenidos de *R. ellipticus*.

Kumar & Sharma (2011) evaluaron los efectos benéficos del fruto de *R. ellipticus* y realizaron un análisis fitoquímico del fruto, el cual reveló la presencia de flavonoides, carbohidratos, esteroides, taninos y compuestos fenólicos. Todos los extractos de fruta de *R. ellipticus* exhibieron un efecto anti-diabético significativo en ambos modelos experimentales de diabetes mellitus. Los resultados justificaron el uso tradicional de frutas en el tratamiento de la diabetes, además realizaron un estudio de toxicidad aguda, no se observaron síntomas neurológicos y de comportamiento tóxicos para los extractos vegetales titulados hasta una dosis de 2000 mg.kg<sup>-1</sup>.

George, Parimelazhagan, Kumar, & Sajeesh (2013) demostraron en su investigación que *R. ellipticus* es un valioso antioxidante natural y que es inmensamente efectivo para tratar enfermedades de la piel, heridas y tumores por sus propiedades antioxidantes, antitumorales y cicatrizantes obtenidas del extracto de metanol de las hojas y frutos.

El fruto de *R. ellipticus* contiene varios nutrientes según un estudio realizado por Sundriyal & Sundriyal (2001) donde mencionan que el contenido de antocianina en la pulpa era el más alto en comparación con varias frutas silvestres.

Ahmad, Masood, Sultana, & Hadda (2015) afirman que la frambuesa del Himalaya exhibió contenidos más significativos de fibra dietética (5,90 g .100g<sup>-1</sup>), carbohidratos (86,4 g .100g<sup>-1</sup>), y Fe (4,249mg .100g<sup>-1</sup>) comparada con otras bayas silvestres de *Rubus* y lo recomienda como una fuente alternativa de fruta silvestre comestible a nivel mundial.

## 1.2 Justificación

En Ecuador la producción de *Rubus* es muy baja, principalmente el cultivo de frambuesas, por la falta de agricultores dedicados a esta cosecha por ser una fruta muy delicada, además su cultivo requiere mucha experiencia con estrictos controles de calidad con el fin de evitar plagas y poder cultivar cantidades significativas; actualmente el mercado con Estados Unidos se encuentra abierto para este tipo de frutal en el país (Saucier, 2016).

La fuerte actividad antioxidante de las frambuesas Himalaya amarilla, sugiere que el consumo de estas frutas ayuda a contraatacar el daño de los radicales libres en el cuerpo humano. Además, los genotipos con componentes químicos altamente activos pueden usarse en programas de mejoramiento para desarrollar nuevos cultivares o variedades (Badhani, Rawat, Bhatt, & Rawal, 2015).

El presente estudio busca contribuir al conocimiento sobre el comportamiento agronómico y necesidades del cultivo de *R. ellipticus*, mediante un proceso de acercamiento a una probable domesticación, entendiendo que el mismo es un procedimiento largo que se da en varias generaciones. Es por ello, que se estableció un cultivo controlado en la Hacienda “El Prado”- IASA I. El mismo que ayudará a futuras investigaciones, ya que este prometedor cultivo presenta varios beneficios a la salud y nutrición humana.

## 1.3 Planteamiento del problema

El estudio de nuevas especies y su factibilidad de establecerlas como cultivos de gran potencial podrían mejorar y brindar ingresos adicionales a los agricultores.

Teniendo en cuenta que el principal problema es la falta de información sobre *R. ellipticus* a nivel nacional, existe un desconocimiento acerca de los beneficios de esta planta. En otros países

se han desarrollado estudios que han catalogado a la frambuesa amarilla del Himalaya como un potencial y beneficioso cultivo.

Es por esto que resulta relevante visibilizar a *R. ellipticus* como cultivo y sentar las bases para un manejo adecuado, que abra el camino a otras investigaciones y mejoramientos.

### **1.3.1 Causas**

El desinterés por parte de las entidades de investigación a nivel nacional es el principal factor como causa directa en el estudio de *R. ellipticus*.

A pesar de que *R. ellipticus* posea varias cualidades positivas que ya han sido estudiadas en otros países, no existen entidades ecuatorianas que se dediquen a investigar nuevas especies, para buscar potenciales beneficios y así lograr adaptarlas en cultivos que prioricen la utilización de menos pesticidas químicos, ya que esta planta es muy resistente a plagas y enfermedades.

### **1.3.2 Efectos**

Presenta efectos críticos por la falta de información e investigación nacional, que ayude a transformar a *R. ellipticus* en una fruta comerciable, para poder aprovechar sus propiedades benéficas en la salud humana, primordialmente por los estudios alentadores realizados en contra del cáncer y diabetes. Como país desperdiciamos un potencial subexplotado que se puede cultivar e industrializar, adaptándose a los principios de la ONU de la seguridad alimentaria.

En otros países se realiza investigación en torno a *R. ellipticus* por sus interesantes propiedades, pero en Ecuador nos quedamos atrás, por no innovar y no buscar un beneficio de lo que tenemos a nuestro alrededor.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 General**

Introducir la frambuesa naturalizada Himalaya amarilla (*Rubus ellipticus* Smith) provenientes del cuartel de Caballería Yaguachi, zona La Esperanza – Ibarra para su fase inicial de domesticación en la Hacienda “El Prado” IASA I – ESPE.

### **1.4.2 Específicos**

Propagar a *R. ellipticus* mediante el sistema de brote etiolado expuesto a diferentes dosis ácido indol butírico bajo invernadero.

Establecer un ensayo de cultivo de *R. ellipticus* bajo diferentes dosis de citocinina (Kinetin) en campo, en las condiciones climáticas de la Hacienda “El Prado” IASA I – ESPE.

Difundir los resultados de la investigación entre los estudiantes y docentes del IASA I.

## **1.5 Hipótesis**

**H<sub>1</sub>:** El crecimiento y desarrollo de las plantas de frambuesa Himalaya amarilla en las fases de propagación y ensayo de cultivo bajo las condiciones de la Hacienda “El Prado” son viables para su inicial domesticación.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 Generalidades de la frambuesa

Las plantas de frambuesa pertenecen al género *Rubus*, subgénero *Ideobatus* de la familia de las rosáceas, son perennes con cañas bienales que generalmente requieren un período de reposo antes de la fructificación (Cousineau, 1992).

La frambuesa tiene tallo primocane, por lo que el primer año de crecimiento no tiene capacidad de floración y las frutas se producen basipetalmente (Boletinagrario, 2013). Existen varias especies incluidas en *Ideobatus*, la más común es *Rubus idaeus* (frutos rojos) y *R. occidentalis* (frutos negros) pero se puede encontrar otras especies que son útiles para fines de reproducción porque poseen características tales como resistencia a enfermedades, firmeza de frutos o varias características aun no estudiadas con precisión que pueden transferirse a los cultivares disponibles como *R. ellipticus*, que posee gran contenido de antocianinas (Sundriyal & Sundriyal, 2001).

Según Agronegocios Ecuador (2010) las instituciones que analizan la frambuesa mencionan que existe 2250 hectáreas sembradas entre moras y otras bayas, con producciones de 3920 toneladas de fruta. El Programa Nacional de Fruticultura del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), hizo la priorización de frutos en el 2005 y la posterior actualización en el 2007, encontró que Ecuador importaba frambuesa de Chile y EE.UU. con precios muy competitivos.

La empresa Agrícola Santiago Javier ubicada en Yaruquí (Ecuador), cuenta con 12 hectáreas (ha) sembradas de frambuesa, con cosechas en todo el año que representan ingresos por USD 350 000 anuales (Agronegocios Ecuador, 2010).

## 2.2 Clasificación taxonómica de la frambuesa amarilla del Himalaya

Pertenece a la familia de las rosáceas del género *Rubus*, que consta de aproximadamente 1500 especies distribuidas en todo el mundo, cuenta con 12 subgéneros, entre los que destacan el *Eubatus* que comprende a las moras y el *Idaebatus* donde se encuentra las frambuesas y en especial la frambuesa amarilla del Himalaya (Cortés, 2014).

Ballester, *et al.* (2004) reportan la siguiente clasificación taxonómica: familia *Rosaceae*, genero *Rubus* y especie *ellipticus*.

Samriti (2014) menciona que el número básico de cromosomas de *R. ellipticus* es siete, sin embargo, también existe poliploidía, que varía de diploide ( $2n = 14$ ) a tetradecaploide (98).



**Figura 1** Fructificación de *R. ellipticus*

### 2.2.1 Origen y distribución geográfica

*Rubus ellipticus* crece naturalmente en Asia continental y algunas islas adyacentes. El centro del rango nativo de *R. ellipticus* se encuentra desde las estribaciones del Himalaya en el norte de la India y el norte de Pakistán hasta las regiones centrales y meridionales de China; se puede encontrar naturalizado en Ecuador (CABI, 2018).

Grupo Especialista de Especies Invasoras (ISSG, 2006) menciona que la frambuesa amarilla del Himalaya puede soportar grandes poblaciones de *Drosophila* (mosca de la fruta). La frambuesa se puede localizar en bosques mésicos o húmedos, y se han adaptado para poder vivir a la sombra completa y en plena exposición al sol. Como con otras especies de *Rubus*, sus semillas se distribuyen fácilmente por las aves. También puede propagarse por reproducción asexual, a través de estacas.

### 2.2.2 Descripción morfológica

Romoleroux, *et al.* (2018) describe a *R. ellipticus* de la siguiente manera: Arbusto trepador. Tallos angulares, hispídos, esparcidamente pilosos, con espinas deltadas, amplias a ligeramente curvas de 4-5 mm. de longitud. Estípulas lineares a subuladas y pilosas. Hojas trifoliadas; folíolos obovados, coriáceos, con 7-8 pares de venas secundarias. Inflorescencias: panículas, compactas de 5-10 cm. de longitud con aproximadamente 20 flores. Flores hermafroditas con sépalos ovados y pétalos obovados de color blanco. Frutos ovoide-globosos, amarillos, con 80-160 drupéolas por receptáculo.

Ballester, *et al.* (2004) menciona que el cáliz presenta sépalos agrupados en múltiplos de cinco, al igual que los pétalos de la corola, con ovario súpero y numerosos carpelos superiores,

insertados en la base del receptáculo, con un solo lóculo y dos óvulos por lóculos. También poseen numerosos estambres.



**Figura 2** Planta de *R. ellipticus* en la parroquia La Esperanza - Ibarra

### 2.2.3 Enemigos naturales

*R. ellipticus* según investigaciones y observaciones hechas en la India se han reportado enfermedades como la mancha del anillo de la frambuesa, virus del mosaico y el virus RYNV. (Dhingra & Niazi, 1972), (Pandey & Tripathi, 1973). Los hongos más frecuentes reportados son *Cercoseptoria heteromalla* y *Helotium lividofuscum* (Kamal, Narayan, & Verma, 1986).

Las enfermedades fúngicas en la *R. ellipticus* no son muy frecuentes, aunque se encontró roya, identificado como *Hamaspora rubi-sieboldii* sin daños significativos (Monoson, 1969). Wu, Zhang, Zhang, & Ding (2014) afirman que los barrenadores están asociados con la muerte considerable de tallos de *R. ellipticus*.

### 2.2.4 Usos

Posee la capacidad para fijar nitrógeno a pesar de no ser una leguminosa, aunque no cuenta con la presencia de nódulos en la raíz (Becking, 1979). Los frutos de *R. ellipticus* son ricos en ácido

málico, ácido cítrico, ácido tartárico y carbohidratos que son comestibles y poseen un gran valor para la explotación y la utilización, como el procesamiento en mermelada, vinagre, vino, entre otros (Dixit, Gopalkrishnan, & Ringmichon, 2013).

Los frutos de la frambuesa Himalaya se cultiva comercialmente en India (Bisht & Jain, 2006). *R. ellipticus* se utiliza como potencial de productos farmacéuticos antifertilidad en la India (Sharma, Gupta, Varshney, & Prakash, 1981) y es frecuentemente utilizada en la medicina ancestral china para contrarrestar toxinas, eliminar inflamaciones, aliviar el dolor y detener hemorragias leves. La corteza de la raíz de *R. ellipticus* presenta más del 40% de tanino que podría usarse para extracto de tanino. (Dixit *et al.*, 2013).

El fruto es comestible, antiproliferante contra células de cáncer cervical y antioxidante, ayuda al dolor de estómago, también es cicatrizante, antimicrobiano y analgésico. Sirve como cerca viva (Romoleroux, *et al.*, 2018).



**Figura 3** Frambuesa amarilla del Himalaya (*R. ellipticus*)

## **2.3 Dispersión de especies**

Las especies animales y vegetales se originan en un lugar específico y luego pueden diseminarse a otros lugares, comúnmente se ramifican para llenar nuevos nichos a medida que lo hacen. Este proceso de dispersión ocurre hoy y ocurrió en el pasado (Huggett, 2004).

### **2.3.1 Especie introducida**

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) sugiere que las especies introducidas (especies exóticas, foráneas, no nativas o alóctonas) viven fuera de su distribución nativa, que han llegado allí por actividad humana, ya sea deliberada o accidental. Las deliberadas se deben a la acción de individuos que creen que esta introducción trae algún beneficio en cambio las accidentales son el resultado del desplazamiento de los seres humanos. Una especie introducida puede dispersarse sin ayuda de alguna acción humana.

Las especies no nativas pueden tener diversos efectos en el ecosistema local y los impactos son muy variables. Pueden tener efecto negativo en un ecosistema local, mientras que otras especies introducidas no provoquen ningún efecto negativo o solo un impacto menor (Gaines & Sax, 2008).

La introducción de una especie fuera de su rango nativo es la principal característica para denominarla como una "especie introducida", en las que se pueden distinguir entre especies introducidas como son las de cultivo, domesticación o cautiverio, mientras que otras se propagan fuera de su área de distribución y logran reproducirse sin intervención humana (Gabler & Whitney, 2008).

### **2.3.2 Tipos de especies introducidas**

A continuación, se describe los tipos de especies introducidas (Campbell-Palmer & Rosell, 2010):

**Especie Aclimatada:** especies introducidas que se han transformado de manera física o de comportamiento para adaptarse a su nuevo entorno. Las especies aclimatadas no se ajustan de forma óptima a su nuevo entorno.

**Especie Adventicia:** es una especie introducida que ha llegado de un área geográfica específica de una región diferente a una nueva localidad por acción humana o no, pero su población no es sustentable ósea no se sostienen reproductivamente y necesita una constante introducción a su nueva localidad.

**Especie Naturalizada:** son especies de plantas no nativas que no necesitan el factor humano para reproducirse y mantener su población en un área extranjera a su origen.

**Especie Invasora:** poseen la facultad de diseminarse más allá del lugar de introducción y causan daño a las especies nativas por que se extienden de manera extensa o rápida por medios naturales y causan perjuicio, ya sea al medio ambiente, la salud humana, otros recursos valiosos o la economía.

### **2.3.3 Motivación para la introducción de especies**

Las especies que los seres humanos trasladan intencionalmente a nuevas zonas geográficas pueden instaurarse exitosamente de dos maneras. En el primer caso, los organismos son deliberadamente liberados para su establecimiento. En el segundo caso, las especies introducidas pueden escapar de poblaciones cautivas o cultivadas y subsiguientemente establecer poblaciones reproductoras independientes (Gabler & Whitney, 2008).

En ocasiones es complicado predecir si una especie se establecerá al momento de la liberación, por lo tanto, una introducción no basta se debe realizar varias repeticiones para que la especie sobreviva y puede reproducirse (Devin & Beisel, 2007).

### **2.3.4 Tipos de motivación para la introducción de especies**

Según Devin & Beisel (2007) existen diferentes motivos que tiene el ser humano para realizar una introducción de especies.

**Económico:** es la motivación más común para introducir una especie en un nuevo lugar. Las especies no autóctonas pueden transformarse para los seres humanos en algo común de un entorno, cultura e incluso dieta. Los cultivos y el ganado no nativos comprenden el mayor porcentaje de la dieta de los seres humanos. El aumento en el uso de organismos genéticamente modificados es una ventaja económica potencial a la introducción de especies nuevas y modificadas en diferentes ambientes con características más agresivas para sobrevivir.

**Disfrute humano:** la introducción ayudó a crear o mejorar las actividades recreativas o aumentar el disfrute humano. Los animales de compañía son un claro ejemplo de introducción ya que actualmente se encuentre en todas partes del mundo. Muchas plantas se han introducido con un fin paisajista con la intención de mejorar estéticamente áreas de recreación pública o propiedades privadas.

**Abordar los problemas ambientales:** un objetivo de la introducción es mejorar los problemas ambientales. Por ejemplo, determinadas plantas no nativas ayudan a mejorar la erosión del suelo, otras especies sirven como agentes de control biológico para combatir especies invasoras por ello se las introducen intencionadamente.

## **2.4 Domesticación**

La domesticación es el proceso llevado a cabo por el ser humano y es quien determinada que especie animal o vegetal va utilizar dependiendo de los beneficios que se obtiene, las especies al someterse a la domesticación pierden, adquieren o desarrollan ciertos caracteres morfológicos,

fisiológicos o de comportamiento, los cuales son heredables previo a una selección artificial. Su finalidad es obtener determinados beneficios de dichas modificaciones (Díaz, 2010).

El proceso de domesticación puede ser completo, donde los humanos son completamente indispensables para la sobrevivencia continua de los organismos y de igual manera puede ser parcial o incipiente, por lo que aún se reproducen independientemente de la intervención humana (Gepts, 2014).

Desde la perspectiva de mercado, la domesticación proporciona una serie de ventajas sobre la cosecha silvestre. Si bien la recolección es muy fácil de realizar, los volúmenes de captura dependen de muchos factores que no pueden controlarse y la irregularidad de abastecimiento es una característica común. La domesticación de genotipos con rasgos comercialmente deseables de las poblaciones silvestres puede ofrecer oportunidades para el desarrollo económico, permitir un manejo controlado del cultivo para ajustarse a las regulaciones y preferencias del consumidor (Schippmann, Leaman, & Cunningham, 2002).

#### **2.4.1 Proceso de domesticación**

León (como se citó en Ocampo, 1994) piensa que existen dos factores principales que determinan el proceso de domesticación:

Primero, la habilidad del hombre para escoger, manejar y conservar las especies útiles, la cual depende de la capacidad innata y del grado de cultura.

Segundo, la riqueza de especies de un área determinada, que ofrezca un material amplio y variado donde el hombre pueda escoger los elementos que necesita.

Los descubrimientos arqueológicos ayudan a entender cómo y de qué manera se produjo el proceso de domesticación.

Nuestros antepasados vivían en las regiones tropicales, usaban las raíces por su abundancia, probablemente fueron las primeras consideradas por el hombre en el neolítico. Por el contrario, sucede en las zonas templadas en donde los cereales (cebada, trigo, millos) fueron probablemente las primeras plantas domesticadas, seguidas por las leguminosas de grano y las oleaginosas (Ocampo, 1994).

### 2.4.2 Estadios de la domesticación

Los diferentes estadios en la domesticación de una especie vegetal se describen en la Tabla 1, indicándose los principales factores o acciones a ser considerados en cada una de las etapas.

**Tabla 1**

*Estadios 1 a 7 de domesticación*

<b>Estadio 1. Observaciones en el sitio de origen</b>	<b>Estadio 2. Colecta de material vegetal</b>	<b>Estadio 3. Propagación de las plantas seleccionadas</b>	<b>Estadio 4. Ensayos de cultivo</b>	<b>Estadio 5. Estudio en el control de plagas, enfermedades y malezas</b>	<b>Estadio 6. Evaluación de los cultivos</b>	<b>Estadio 7. Consideraciones económicas</b>
Desarrollo y arquitectura de la planta Características del suelo Clima Condiciones de crecimiento Métodos de propagación natural	Semillas Plantas Selección fitoquímica Elección del sitio para la introducción	Semillas Propagación vegetativa Crecimiento de plántulas Biotecnología, eventualmente	Marco de plantación Densidades de plantación Métodos de plantación Preparación del suelo Fertilización Variación del emplazamiento y del medio ambiente	Malezas Enfermedades Insectos	Duración del cultivo Floración Momentos de cosecha Métodos de cosecha Ensayos fitoquímicos Manejo postcosecha y almacenamiento	Requerimientos de laboreos Maquinaria especializada Agroquímicos Rendimientos Contratos de producción Factores de mercado

Fuente: (Davies, 1998)

## **2.5 Propagación del frambueso**

### **2.5.1 Propagación sexual**

El frambueso se puede propagar por semilla, ya que germinan con facilidad, pero presentan varios inconvenientes: no crecen uniformes y presentan gran variabilidad genética, por ello no es un buen método de propagación comercial (Cortés, 2014).

### **2.5.2 Propagación asexual**

Hartman (como se citó en Cortés, 2014) piensa que la propagación vegetativa es la más utilizada en el cultivo del frambueso, por el poder de reproducción celular vegetal, es decir totipotencia que ayuda a generar nuevos individuos.

### **2.5.3 Brote etiolado**

El sistema más recomendado de propagación de frambueso es la producción de plantas a partir de brote etiolado ya que presenta un menor periodo de tiempo para obtener nuevas plantas y facilidad para eliminar problemas fitosanitarios (González & Morales, 2009).

Hartman y Kester (como se citó en Cortés, 2014) menciona que a una sección de 10 cm. de raíz se le priva de luz para provocar etiolación, posteriormente se separa el brote de la raíz y se maneja como una estaca formando raíces adventicias. Cuando se hace una estaca, las células al ser cortadas son lesionadas y durante el proceso de cicatrización y regeneración se forma una capa de suberina que impide que el tejido se deshidrate, esto provoca que las células detrás de la capa se dividan formando un callo y finalmente en algunas células cercanas al cambium vascular y al floema, se empiecen a formar las raíces adventicias.

### **2.5.4 Etapas para la propagación por brote etiolado**

El sistema de brote etiolado es recomendado por González y Morales (2009), Gonzáles y Céspedes (2010) y Cortés, (2014).

Cosecha de raíces: Se lava bien las raíces con suficiente agua y se seleccionan las más sanas y de no más de 3 mm. de diámetro, con tijeras de podar previamente desinfectadas con alcohol al 95% se cortan secciones de 10 cm. de largo para promover la emisión uniforme de brotes. Se coloca en sobres de papel atomizados con agua y se los transporta en un cooler hacia un invernadero.

En el invernadero se desinfecta los pedazos de raíz en una solución de cloro comercial al 5% por 5 a 10 minutos.

“Siembra” de raíces: La “siembra” se realiza en platabandas previamente desinfectadas con una solución al 0.3 % de hipoclorito de sodio, utilizando como sustrato arena y turba esterilizada (1:1), las raíces van a una densidad de  $1,5 \text{ kg. m}^{-2}$  y se cubre con 5 cm. de la misma mezcla.

Cosecha de brotes: Los brotes se cosechan cuando posean 3 a 4 hojas, con bisturí se hace un corte antes de la inserción de la raíz original, logrando un espacio blanco (etiolado) de al menos 3 cm.

Enraizamiento de brotes: Los brotes se colocan en bolsas (7x10 cm.) con el mismo sustrato de la propagación inicial y se riega frecuentemente a capacidad de campo. A los 10 días empiezan a aparecer raíces desde el sector blanco del tallo.

Obtención de plantas de brote etiolado: Se lleva a campo las plantas después de transcurrir tres meses desde la cosecha de brotes.

## **2.6 Reguladores de crecimiento**

El enraizamiento es una fase esencial en la propagación asexual del frambueso, es aquí donde se asegura la obtención de plántulas autosuficientes, siendo un proceso donde promotores e inhibidores de crecimiento logran un balance hormonal y un estímulo de iniciación radicular. Una forma positiva de estimular la raíz es mediante la aplicación exógena de auxinas, ya que son

promotores de crecimiento que han sido bien estudiadas en la iniciación de raíces adventicias (López *et al.*, 2016).

Burgos, Cenóz, & Prause (2009) mencionan que las auxinas son un grupo de reguladores de crecimiento que intervienen en varios procesos de las funciones fisiológicas, como mitosis, alargamiento celular, dominancia apical, gravitropismo, abscisión, diferenciación de xilema, regeneración de tejido vascular en tejidos dañados, pero sobre todo estimula la formación de raíces adventicias. Existen varios experimentos sobre aplicación de auxinas para la iniciación radical, el número y la masa de raíces formadas.

Existen varios tipos de auxinas las más utilizadas son: ácido indolacético (AIA), ácido indolbutírico (AIB), ácido naftalenacético (ANA) y ácido 2,4 diclorofenoxiacético (2,4-D) (López *et al.*, 2016).

AIA: estimula la iniciación de raíces en cortes de tallo.

ANA: función similar, pero con efecto más eficaz que el AIA.

AIB: ayuda en la formación de raíces.

2,4-D: ejerce un excelente aporte en el enraizamiento de algunas leñosas.

En el trabajo de Galarza, Garcés, Velásquez, Sánchez, y Zambrano (2016) se menciona que la aplicación de AIB en *Rubus* presenta un 100% de plantas enraizadas en dosis de 1000 a 3000 ppm y recomienda el uso de 1500 ppm de AIB en mora.

Las citocininas mejoran la obtención de brotes laterales o adventicios de una gran mayoría de plantas tanto herbáceas como leñosas, ayudando a la adaptación de las plantas (López, Robres, & Rocha, 2015).

Welander (1985) realizó aplicaciones de Kinetin en micropropagación de frambuesas logrando buenos resultados en supervivencia, longitud y diámetro de brotes.

## 2.7 Manejo agronómico

### 2.7.1 Fertilización

**Tabla 2**

*Características químicas de un suelo adecuadas para el establecimiento exitoso de un huerto de frambueso.*

Elemento o variable analizada	Unidad de medida	Nivel Adecuado Según Textura	
		<i>Franco Arenosa a Franco Limo Arenosa</i>	<i>Franco Limosa a Franco Arcillosa</i>
Materia Orgánica	%	mayor a 1,5	mayor a 1,5
pH	–	6.2 - 7.0	5.8 - 6.8
Conductividad Eléctrica	ds m <sup>-1</sup>	menor a 1,5	menor a 1,5
Capacidad de Intercambio Catiónico	cmol(+)kg <sup>-1</sup>	8 – 15	15 - 30
Nitrógeno	mg kg <sup>-1</sup>	15 - 30	20 - 40
Fósforo	mg kg <sup>-1</sup>	mayor a 15	mayor a 20
Potasio	cmol(+)kg <sup>-1</sup>	0.3 - 0.5	0.4 - 0.6
Calcio	cmol(+)kg <sup>-1</sup>	7 – 10	8 - 12
Magnesio	cmol(+)kg <sup>-1</sup>	1,0 - 1,5	1,2 - 2,0
Sodio	cmol(+)kg <sup>-1</sup>	0,03 - 0,3	0,05 - 0,6
Azufre	mg kg <sup>-1</sup>	mayor a 8	mayor a 8
Hierro	mg kg <sup>-1</sup>	2 – 4	2 - 10
Manganeso	mg kg <sup>-1</sup>	1 – 2	2 - 5
Zinc	mg kg <sup>-1</sup>	0,8 - 1,5	1 - 2
Cobre	mg kg <sup>-1</sup>	0,5 - 1	0,5 - 1
Boro	mg kg <sup>-1</sup>	0,8 - 1,5	1 - 2

Fuente: (Morales *et al.*, 2009)

La fertilización aplicada a los cultivos de frambuesa tiene una relación directa con el nivel de rendimiento y con las propiedades químicas del suelo, el programa de fertilización debe ser específico para cada huerto (Morales *et al.*, 2009).

El frambueso se considera una planta con bajo requerimiento nutricional. A pesar de cultivarse en altas densidades de población la extracción nutrimental es baja, los nutrientes más demandados son el calcio, fósforo y magnesio. La hoja demanda más nutrientes junto con el periodo de brotación vegetativa (Cortés, 2014).

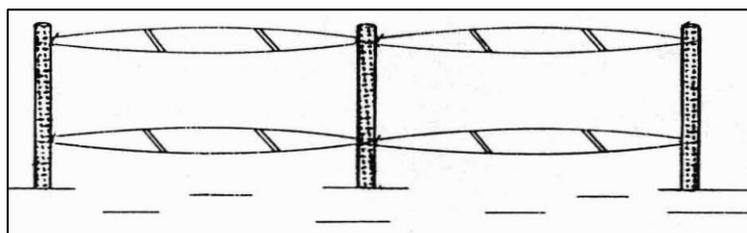
### 2.7.2 Requerimientos del cultivo de frambuesa

Es una planta que se adapta a varios tipos de suelo con buenos resultados en suelos profundos y bien drenados de pH 6 a 7.8 aunque en suelos de pH 5.5 han presentado buenos rendimientos. Se desarrolla mejor en suelos con alto contenido de materia orgánica. La frambuesa es una planta bastante resistente a la sequía. Centro de información de recursos naturales (CIREN, 1998).

### 2.7.3 Conducción y entutorado

La idea del sistema de conducción es sostener la planta de manera que crezca con una buena exposición a la luz y ventilación del follaje y frutos (González, 2010)

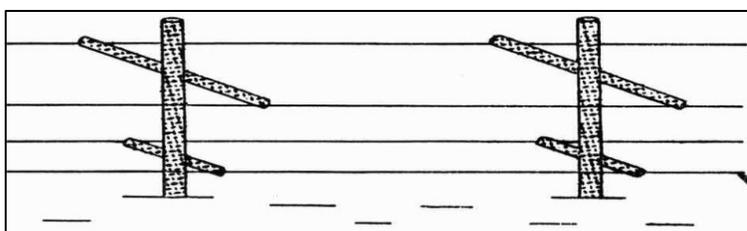
Según CIREN (1998) el sistema de conducción y entutorado tiene como objetivo evitar el tendido y facilitar las labores que se realizan en el cultivo de frambuesa, existen varios tipos:



**Figura 4** Entutorado de postes verticales

Fuente: (CIREN, 1998)

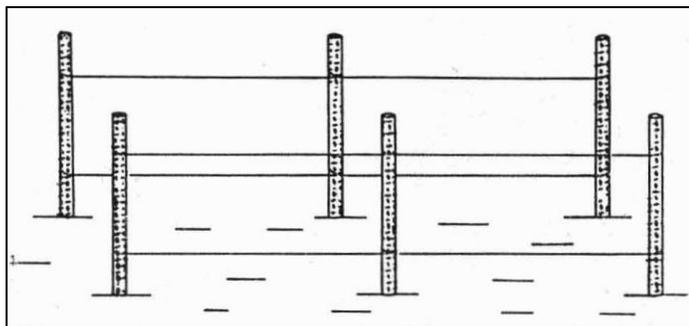
Postes verticales de madera y separados entre 10 y 14 m. que llevan una doble corrida de alambre galvanizado N.º 12 a 0.4 m. y 1.4 m. del suelo, y separada por travesaños entre postes. Se usa en variedades no muy vigorosas y que no forman muchos retoños como muestra la Figura 4.



**Figura 5** Entutorado Palizada Cruz de Lorena Invertida

Fuente: (CIREN, 1998)

El sistema "Palizada Cruz de Lorena Invertida" (Figura5) consiste en un tutor con 2 crucetas, una de 40 cm. colocada a 50 cm. del suelo y la segunda cruceta de 70 a 75 cm. colocada a 1,40 m. del suelo. En los extremos sujetan 4 hebras de alambre galvanizado N.º 12.



**Figura 6** Entutorado en plantas muy vigorosas

Fuente: (CIREN, 1998)

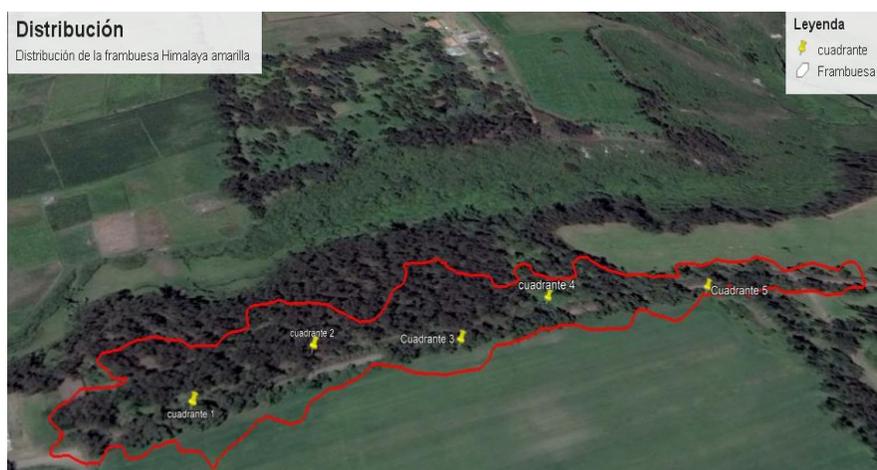
En plantas muy vigorosas y que alcanzan mucha altura, se suele usar el de doble postación (Figura 6), que consiste en colocar dos postes uno a cada lado de la línea de plantación y que llevan dos corridas de alambre galvanizado N.º 12, cada uno a 0,70 y 1,40 m. de altura donde las plantas van por el centro.

## CÁPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Selección del material vegetativo

El presente estudio tuvo lugar en el Cuartel de Caballería Yaguachi (Figura 7), parroquia La Esperanza, cantón San Miguel de Ibarra, provincia de Imbabura, donde se obtuvo el material vegetativo. Geográficamente se localiza a  $0^{\circ}16'57.4''$  LN,  $78^{\circ}6'35.6''$  LO y 2600 m. de altitud. La temperatura media anual es de  $16^{\circ}\text{C}$  y precipitación anual de 1500 mm. Ecológicamente pertenece al bosque húmedo premontano con un suelo franco arcilloso (Sulca, 2010).



**Figura 7** Zona de extracción de material vegetativo de *R. ellipticus*

Fuente: (Google Earth Pro, 2018)

#### 3.2 Área de estudio

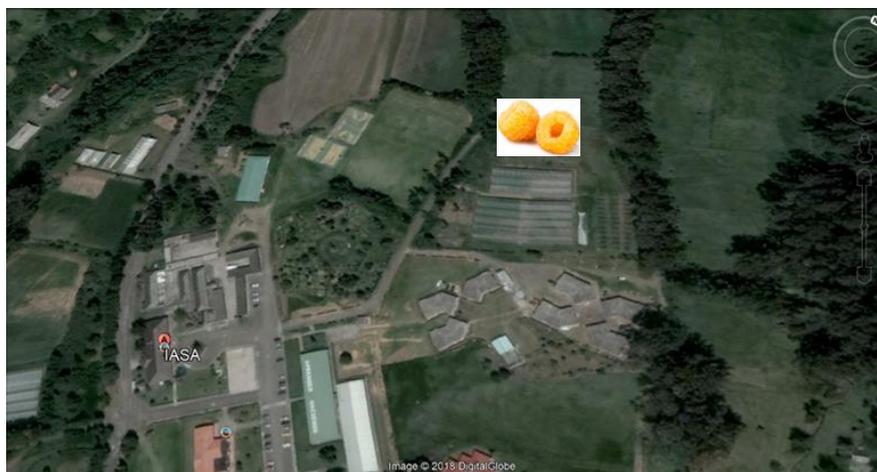
El estudio se dividió en dos fases, para la primera fase de propagación se ubicó en la parroquia La Mena (Figura 8), cantón Quito, provincia de Pichincha, se localizó geográficamente a  $0^{\circ}15'32.6''$  LS y  $78^{\circ}33'14.2''$  LO a 2850 msnm. Se realizó en una platabanda tipo túnel que da las

condiciones similares a un invernadero, con temperatura máxima: 32 °C, temperatura mínima: 8 °C, humedad relativa: 66%.



**Figura 8** Ubicación geográfica de la platabanda en la parroquia La Mena  
Fuente: (Google maps, 2018)

La segunda fase fue el ensayo de cultivo, el proyecto se instaló en el cantón Rumiñahui, parroquia Sangolquí, en el sector de San Fernando, en las instalaciones de la Hacienda “El Prado” – IASA I (Figura 9). Ubicado geográficamente a 0°23'20" LS y 78°24'44" LO a 2748 msnm. Presenta temperatura media anual de 14 °C con precipitación anual de 1300 mm. Se encuentra en una zona ecológica de bosque húmedo montano con suelo franco arenoso (Arce, 2009).



**Figura 9** Ubicación del proyecto en la Hacienda “El Prado”  
Fuente: (Google maps, 2018)

### 3.3 Materiales

Se utilizó los siguientes equipos: GPS, balanza analítica, calibrador digital, refrigerador y cooler.

El material vegetal que se utilizó en la fase de propagación y establecimiento de cultivo fueron las raíces de *R. ellipticus* y plántulas de *R. ellipticus* respectivamente. Los reactivos empleados fueron auxinas (ácido indolbutírico, AIB), citocininas (Kinetin 0,001%), cipermetrina, cloro comercial, agua destilada estéril, alcohol al 95%. Los insumos utilizados fueron tijera de podar, bisturí, guantes, mascarilla, papel periódico, overol, botas, plástico, atomizador, fundas de propagación, cinta métrica, platabandas tipo túnel, termómetro, regadera, tijera, etiquetas, ligas elásticas, marcadores, arena, turba, alambre galvanizado, agua de riego, pingos, estacas, libreta de campo, guantes revestidos, rastrillo, azadón, malla antigranizo y piola plástica

### 3.4 Métodos

#### 3.4.1 Obtención del material vegetativo

Se inició con la colecta del material vegetal que se obtuvo del Cuartel de Caballería Yaguachi. Para la selección de las plantas se utilizó el método descrito por Hidalgo, Racines, y Vasquez (2016) donde se delimitó una parcela de 50 x 50 m, misma que se dividió en 100 cuadrantes de 5 x 5 m cada uno. Cinco cuadrantes fueron seleccionados aleatoriamente y dentro de cada cuadrante se escogió tres plantas madres (Figura 7). La investigación se basó en los estadios de domesticación descritos por Davies (1998).

Para elegir las plantas madres se obtuvo como guía las características de las variedades del Manual de Frambuesa de Undurraga y Vargas (2013) donde mencionan que una raíz sin síntomas

visibles de enfermedades, un tallo erecto, diámetro superior a las demás muestras de plantas, con cañas que puedan auto sustentarse sin síntomas visibles de enfermedades y plantas que se encuentren en estado de fructificación y maduración del fruto son características visibles ideales para plantas madre.

Luego de seleccionar las plantas madres se procedió a extraer secciones de raíz, las cuales poseen un diámetro de 3 mm. y se cortó con la ayuda de una tijera de podar, previamente desinfectadas con alcohol al 95%, a una longitud de 10 cm., hasta que se obtuvo 3 kg en raíces de las plantas madres.

Posteriormente se lavó las secciones de raíz con abundante agua y se almacenó en un cooler envueltas con papel periódico atomizado con agua y fueron transportadas a una platabanda tipo túnel en la parroquia La Mena.

La investigación se desarrolló en dos fases, iniciando con una fase de propagación donde se utilizó las secciones de raíz extraídas, seguida por una segunda fase de ensayo de cultivo en campo.

### **3.4.2 Fase de propagación**

Las raíces de *R. ellipticus* seleccionadas se desinfectaron antes de la “siembra”, sumergiéndolas 8 minutos en 1 g.L<sup>-1</sup> de Benomil, luego fueron ubicadas en las platabandas tipo túnel de 1 m<sup>2</sup> previamente desinfectadas con cloro comercial, se utilizó como sustrato arena y turba esterilizada (1:1) de acuerdo a González y Morales (2009).

Las secciones de raíz se colocaron densamente (1,5 kg de secciones de raíz . m<sup>-2</sup>), el procedimiento consistió en cubrir el fondo de las platabandas con una capa de sustrato humedecido

de 3 cm., después se distribuyó las raíces y se cubrió con otra capa de sustrato de 5 cm., durante todo el proceso de propagación se mantuvo húmedo el sustrato.

A los 50 días después de la “siembra” de raíces se cosechó los brotes con bisturí, haciendo un corte antes de la inserción de la raíz original, logrando un espacio blanco (etioloado) como mínimo de 3 cm.

Posteriormente se seleccionó 60 brotes que posean de 3 a 4 hojas y se dividió en 4 grupos con 15 brotes cada uno, posteriormente se aplicó una sola dosis de 0 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm y 2000 ppm de AIB respectivamente, en el espacio etioloado. Los 60 brotes fueron colocados en fundas de (12 x 20 cm.) con el mismo sustrato de la platabanda.

Las 60 plántulas estuvieron dentro de la platabanda tipo túnel hasta los 90 días, luego fueron colocados 10 días a la intemperie, para posteriormente ser llevados a la Hacienda “El Prado”.

### **3.4.3 Fase de establecimiento de cultivo en campo**

Se realizó un análisis de suelo en una parcela de 37,8 m<sup>2</sup> ubicada en la Hacienda “El Prado”, para suplir todos los nutrientes faltantes comparándolos con la Tabla 2. Se desinfectó la parcela utilizando la técnica solarización después de labrar la tierra, se estableció camellones de 0,45 m de ancho y 20 m de altura para evitar inundaciones, ya que el proyecto se estableció en invierno, con hileras separadas a 3 m y entre plantas sobre la hilera de 0,30 m, e idealmente orientadas en el sentido de los vientos predominantes en la zona con anterioridad al trasplante, según recomienda el manual de Undurraga y Vargas (2013).

A los 100 días después de la “siembra” de raíces se trasplantó las plántulas de *R. ellipticus* a campo. Se estableció 6 parcelas con 5 plantas cada una. El tratamiento de 1500 ppm de AIB resultó favorable en la fase de propagación y fue implementado para formar las parcelas de la fase de

establecimiento de cultivo. Posteriormente 3 parcelas fueron tratadas con citocininas (Kinetin 0,01%) a los 10 días después del trasplante repitiendo el procedimiento 3 veces con un intervalo de descanso de 15 días y las otras parcelas no se administró ningún producto.

Para establecer el cultivo se colocó entutorado para plantas muy vigorosas según las recomendaciones de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA, 2010).

Se instaló malla antigranizo para prevenir daños al cultivo en la época de lluvias. Durante todas las fases de la investigación se observó plagas y enfermedades que se desarrollaron en el cultivo para posteriormente ser documentadas y tratadas, el cultivo de *R. ellipticus* quedó establecido en la hacienda “El Prado” (Figura 10).



**Figura 10** Cultivo de *R. ellipticus* establecido en la hacienda “El Prado”

### **3.4.4 Diseño experimental**

#### **3.4.4.1 Tipo de diseño experimental**

Para la fase de Propagación se estableció en un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 4 tratamientos, 15 repeticiones por tratamiento, dando un total de 60 brotes de *R. ellipticus* como

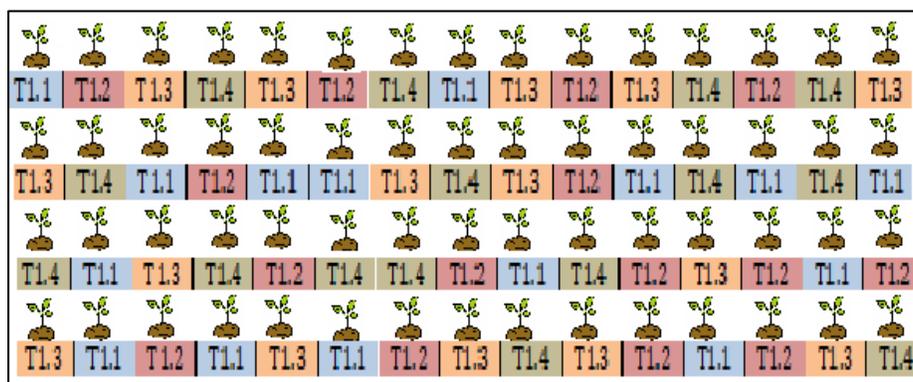
unidades experimentales. La disposición de los tratamientos se aprecia en el Tabla 3 y las unidades experimentales fueron dispuestas como se observa en la Figura 11.

En la segunda fase de Establecimiento de cultivo el ensayo se dispuso por DCA con 2 tratamientos y 3 repeticiones por tratamiento. Se conformó 6 parcelas como unidades experimentales, cada parcela integrada por 5 plantas dispuestas como la Figura 12. La disposición de los tratamientos se aprecia en el Tabla 4.

**Tabla 3**

*Disposición de tratamientos obtenidos de la combinación de niveles del factor en estudio en la fase de Propagación*

N.º	Nomenclatura	Descripción
T1.1	A0	Tratamiento con 0 ppm de AIB
T1.2	A1	Tratamiento con 1000 ppm de AIB
T1.3	A2	Tratamiento con 1500 ppm de AIB
T1.4	A3	Tratamiento con 2000 ppm de AIB



**Figura 11** Distribución de tratamientos fase de Propagación

**Tabla 4**

*Disposición de tratamientos obtenidos de la combinación de niveles del factor en estudio en la fase de Establecimiento de cultivo*

Nomenclatura	Descripción
T0	El mejor tratamiento de la Fase 1 + 0,00% Kinetin
T1	El mejor tratamiento de la Fase 1 + 0,01% Kinetin

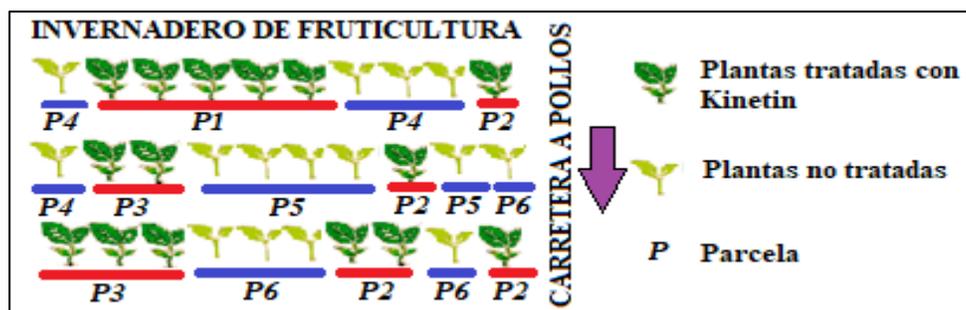


Figura 12 Distribución de tratamientos fase de Establecimiento de cultivo

### 3.4.4.2 Esquema de análisis de varianza

Para el análisis estadístico se utilizó software R.

**Tabla 5**

*Descripción de las fuentes de variación ANOVA en la Fase de Propagación*

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	59
Tratamiento	3
Error	56

**Tabla 6**

*Descripción de las fuentes de variación ANOVA Fase de Establecimiento de cultivo*

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	5
Citocinina (C)	1
Error	4

### 3.4.4.3 Variables analizadas

- Las variables analizadas para la fase de Propagación fueron medidas en el transcurso de 50 días hasta 100 días después de la “siembra” de raíces:

#### 3.4.4.3.1 Diámetro de tallo

Con la ayuda de un calibrador digital se tomó las medidas de diámetro de la base de cada brote de la unidad experimental a los 50, 60, 70, 80, 90 y 100 días.

#### **3.4.4.3.2 Longitud de tallo**

Se utilizó cinta métrica y se tomó medidas de cada brote de la unidad experimental a los 50, 60, 70, 80, 90 y 100 días desde el nivel del suelo hasta la yema terminal o apical.

#### **3.4.4.3.3 Longitud de raíces**

A los 100 días se abrió con cuidado las fundas de propagación evitando que se disemine el sustrato, se despedazó poco a poco el sustrato hasta encontrar la raíz principal que fue medida con cinta métrica.

#### **3.4.4.3.4 Porcentaje de enraizamiento**

Se determinó la cantidad de plantas enraizadas respecto al total de plantas de cada tratamiento a los 100 días.

$$\% \text{ enraizamiento} = \frac{N^{\circ} \text{ plantas enraizadas}}{N^{\circ} \text{ total de plantas}} \times 100$$

- Las variables analizadas para la segunda fase de Establecimiento de cultivo fueron tomadas después de los 60 días del trasplante:

#### **3.4.4.3.5 Diámetro final de las plantas**

Se midió con un calibrador digital en mm. a los 60 días después del trasplante.

#### **3.4.4.3.6 Longitud final de las plantas**

Se midió la distancia desde el nivel del suelo hasta la yema terminal o apical utilizando cinta métrica expresado en cm. a los 60 días después del trasplante.

### 3.4.4.3.7 Índice de esbeltez

Se utilizó el cociente entre longitud final (cm.) y diámetro final (mm.) de las plantas medidos anteriormente.

### 3.4.4.3.8 Índice de Dickson

Es el parámetro más completo, que evalúa el equilibrio de la distribución de la masa y la robustez, evitando tener plantas desproporcionadas y descartar plantas de menor longitud, pero con mayor vigor. Por ser una variable destructiva se tomó una muestra representativa por parcela dando un total de 3 plantas por tratamiento, que fueron desenterradas con cuidado a los 60 días después del trasplante a campo y llevadas a laboratorio.

Se separó el tejido aéreo y el radical para luego introducirlas en un horno a una temperatura de 70 °C, hasta lograr un peso constante. Se procedió a cuantificar con una balanza de precisión el peso seco total, del tallo y la raíz, la división de estos valores determinó el balance entre la parte área y de la raíz, finalmente con los datos obtenidos se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Índice de calidad de Dickson} = \frac{\text{peso seco total}}{\text{Índice de Esbeltez} + \frac{\text{peso seco aerea}}{\text{peso seco raíz}}}$$

### 3.4.4.3.9 Tasa de supervivencia en campo

La sobrevivencia es un factor determinante en la adaptabilidad de una planta a un nuevo ecosistema, por ello se utilizó la siguiente formula a los 60 días después del trasplante.

$$\text{Tasa de supervivencia} = \frac{N^{\circ} \text{ plantas vivas}}{N^{\circ} \text{ plantas totales}} \times 100$$

## CAPÍTULO IV

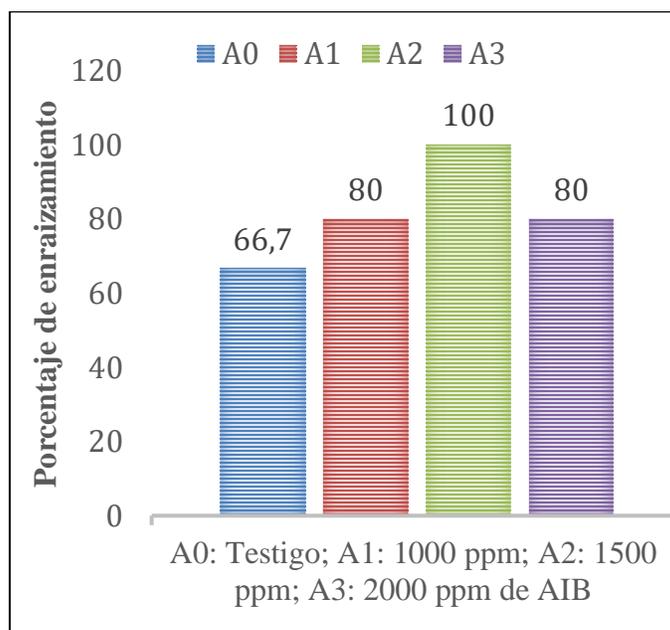
### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Fase de propagación

Acorde al objetivo para introducir la frambuesa naturalizada Himalaya amarilla (*Rubus ellipticus* Smith) para su fase inicial de domesticación en la Hacienda el Prado, se desarrollaron las comparaciones estadísticas entre los diferentes tratamientos de acuerdo con las variables propuestas.

##### 4.1.1 Porcentaje de enraizamiento

Los tratamientos con AIB dieron buen resultado para el porcentaje de enraizamiento, en el tratamiento A0 (0 ppm de AIB) se registró 66,7% de enraizamiento, A1 (1000 ppm de AIB) 80% de enraizamiento, A2 (1500 ppm de AIB) 100% de enraizamiento y A3 (2000 ppm de AIB) 80% de enraizamiento a los 100 días (Figura 13).



**Figura 13** Porcentaje de enraizamiento frente a los niveles de AIB

En el estudio de Guerrón y Espinosa (2014) utilizaron las mismas dosis de AIB, para mejorar el enraizamiento de estacas en mora de Castilla (*Rubus glaucus*), donde se encontró que el mejor tratamiento fue de 1500 ppm de AIB, tuvo un 50% de enraizamiento y brotación a los 60 días.

Galarza *et al.* (2016) asegura que el éxito de enraizamiento de estacas depende de varios componentes afines como la minimización de déficit hídrico, manejo de la temperatura, optimización de la fotosíntesis, utilización de sustrato adecuados y reguladores de crecimiento que beneficien la iniciación y desarrollo de raíces. Además, recomienda inmersiones en ácido indolbutírico en dosis de 1500 ppm durante 10 segundos; técnica comprobada por varios investigadores en *Rubus* consiguiendo hasta un 100% de enraizamiento y supervivencia.

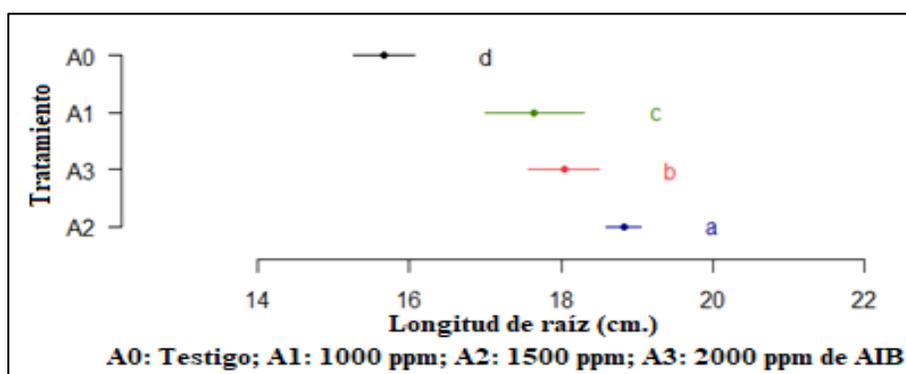
Montúfar (2013) menciona que al añadir más concentración de AIB en estacas de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) se genera raíces bien definidas y más fibrosas. No obstante, en nuestra investigación se comprobó que una dosis de 1500 ppm ayudó a mejorar el enraizamiento a un 100%, por el contrario, una dosis mayor (2000 ppm de AIB) produjo un porcentaje más bajo (80% de enraizamiento).

#### **4.1.2 Longitud de raíces**

Los niveles de AIB aplicados como tratamientos en la evaluación de la longitud de la raíz de la frambuesa (*Rubus ellipticus*) a los 100 días del estudio, mostró diferencia significativa entre cada uno de los tratamientos ( $F=100$ ;  $p \leq 0,2e^{-16}$ ). Demostró que al menos unos de los tratamientos contribuyen en la longitud del tallo a los 100 días. El Test de Duncan permitió identificar de forma analítica la diferencia que existió entre los tratamientos con el testigo, donde se presenta la

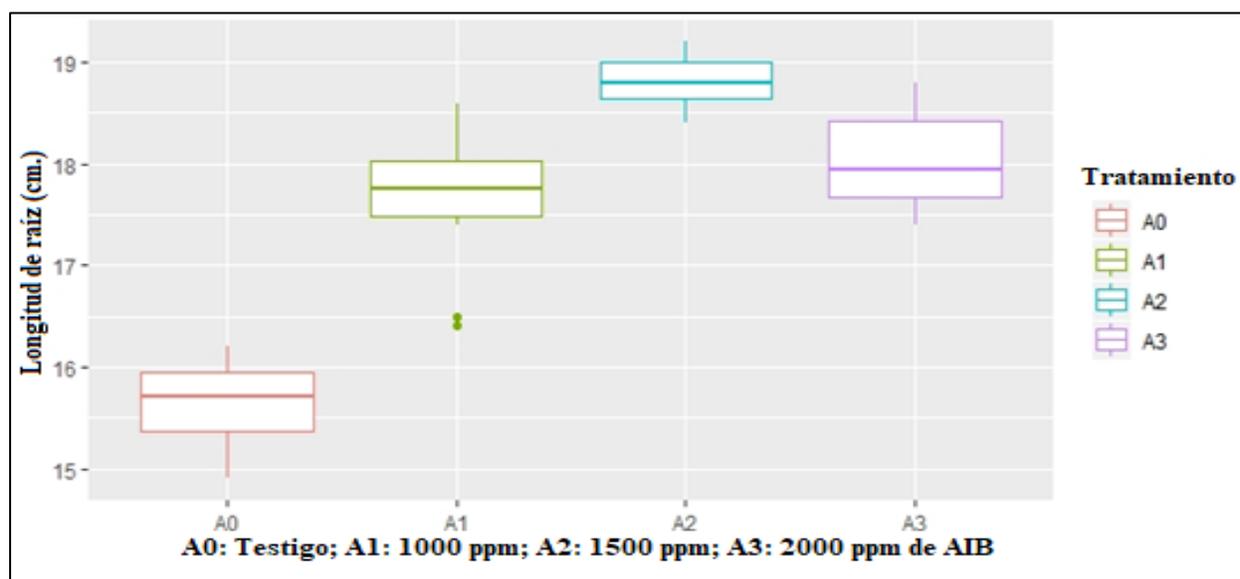
particularidad que todos los tratamientos son diferentes al tratamiento testigo A0; para poder identificar mejor esta diferencia se la puede visibilizar en la Figura 14.

En este caso todos los tratamientos son diferentes entre sí pues se presentan 4 grupos, de donde la longitud de la raíz del tratamiento A2 presenta el mayor promedio con 18,82 cm., seguido por A3 con una longitud promedio de 18,04 cm. Otro tratamiento que se encuentra muy cercano es el A1 con 17,65 cm de longitud promedio, y por último se encuentra el tratamiento A0 cuya longitud promedio de la raíz a los 100 días es de 15,66 cm. (Figura 15).



**Figura 14** Agrupación de tratamientos por promedios y desviaciones

estándar, según su contribución en la longitud de la raíz



**Figura 15** Diagrama de caja y bigotes a los 100 días según cada tratamiento en la longitud de raíz

Montúfar (2013) utilizó entre 500 ppm a 1000 ppm de AIB en mora lo que aumentó la longitud y número de raíces; en mi estudio resultó que la mayor longitud de raíz se obtuvo con el tratamiento A2 de 1500 ppm de AIB. El uso de 2000 ppm del tratamiento A3 provocó un resultado contrario al esperado a pesar de tener más AIB presentó una mayor mortalidad que A2.

El AIB aplicado a esquejes de cereza enana demostró ser un tratamiento muy eficaz y además indujo la formación temprana de raíces, mejorando notablemente su longitud como se pudo apreciar en esta investigación (Štefančič, Štampar, & Osterc, 2005).

Kumar & Bhushan (2010) realizaron un estudio donde aplicaron AIB en esquejes de *Citrus auriantifolia*, las dosis fueron 500, 1000, 1500 ppm sumergidas durante 5 segundos usando el método de inmersión en solución concentrada. Donde el tratamiento de 500 ppm de AIB mostró una mayor longitud de la raíz principal, aumentó la formación de raíces al igual que la brotación de hojas, engrosamiento de la raíz, y longitud de tallo, al contrario de la frambuesa amarilla del Himalaya que necesitó 1500 ppm de AIB, siendo una mayor concentración para obtener mejores resultados en las características anteriormente mencionadas.

El uso de AIB en esquejes de raíz es común para la producción de plántulas de *Rubus*, en un estudio que se llevó a cabo en Brasil se utilizó 2000, 3000 y 4000 ppm de AIB en *Rubus fruticosus* donde no hubo diferencias significativas y el AIB provocó fitotoxicidad por concentraciones altas (Hellen, Pio, Spaziani, Alves, & Bittencourt, 2012). Dado que estos estudios se los realizaron en otras especies, en general la aplicación de AIB es beneficioso para los cultivos de plantas, lo importante es encontrar la dosis adecuada para cada especie como en esta investigación se encontró resultados favorables con la aplicación de 1500 ppm de AIB para *R. ellipticus*.

### 4.1.3 Longitud y diámetro de tallo

Las longitudes de los tallos fueron medidas en centímetros, el diámetro de los tallos medido en milímetros, en el transcurso de los 100 días de haber sido plantadas dando como resultado las Tablas 7 y 8.

**Tabla 7**

*Estadísticas descriptivas de la longitud del tallo (centímetros)*

Días	Tratamiento	N.º	Mínimo	Primer Quintil	Mediana	Promedio	Tercer Quintil	Máximo
50	A0	15	5,10	5,25	5,40	5,46	5,65	6,00
	A1	15	5,10	5,40	5,70	5,60	5,80	6,00
	A2	15	5,00	5,20	5,40	5,41	5,50	6,10
	A3	15	5,10	5,35	5,60	5,55	5,75	6,10
60	A0	10	5,90	6,03	6,20	6,24	6,45	6,70
	A1	13	5,10	6,20	6,50	6,36	6,60	6,90
	A2	15	6,00	6,20	6,40	6,41	6,60	6,90
	A3	13	6,00	6,20	6,40	6,47	6,60	7,10
70	A0	10	6,80	6,90	7,20	7,23	7,57	7,80
	A1	12	6,60	7,20	7,45	7,51	7,82	8,20
	A2	15	7,40	7,50	7,70	7,70	7,85	8,10
	A3	12	7,10	7,38	7,60	7,70	7,93	8,50
80	A0	10	7,80	7,95	8,45	8,40	8,65	9,20
	A1	12	7,80	8,30	8,50	8,72	9,22	9,60
	A2	15	9,10	9,25	9,40	9,45	9,65	9,80
	A3	12	8,30	8,97	9,25	9,21	9,43	10,30
90	A0	10	8,80	9,27	9,75	9,76	10,17	10,70
	A1	12	9,20	9,40	9,85	10,06	10,65	11,30
	A2	15	10,90	11,30	11,40	11,47	11,80	11,90
	A3	12	9,70	10,55	10,90	10,84	11,25	12,10
100	A0	10	10,10	10,65	11,40	11,29	11,80	12,50
	A1	12	10,50	10,85	11,50	11,59	12,25	13,10
	A2	15	13,00	13,50	13,70	13,75	14,05	14,30
	A3	12	11,40	12,35	12,70	12,67	13,03	14,00

En las Tablas 7 y 8 se pueden visibilizar las principales estadísticas descriptivas tanto de las mediciones de la longitud del tallo, como de su diámetro, segmentados por los días en los cuales fueron medidos, así como el tratamiento a los cuales fueron sometidos.

La Tabla 8 muestra que a los 50 días se evaluó 15 plantas por cada uno de los tratamientos con las medidas mínimas donde aproximadamente todos los tratamientos presentan tallos de 5,10 cm. de longitud.

**Tabla 8**

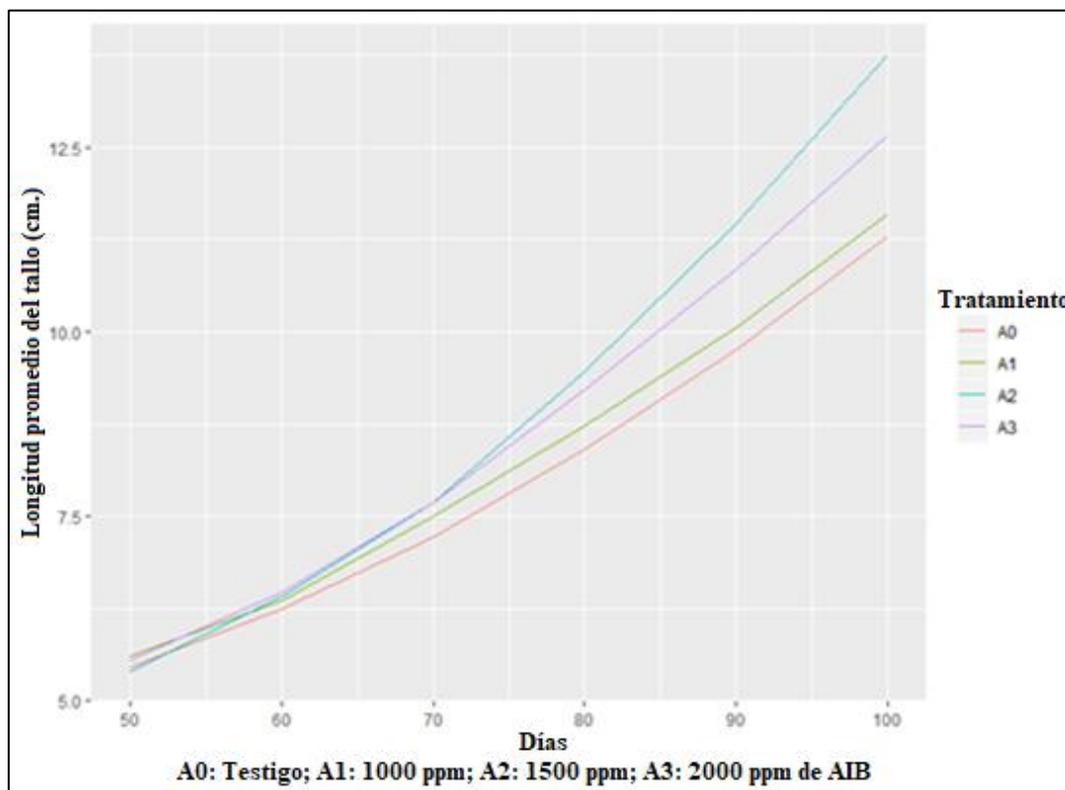
*Estadísticas descriptivas del diámetro del tallo (milímetros)*

Días	Tratamiento	N.º	Mínimo	Primer Quintil	Mediana	Promedio	Tercer Quintil	Máximo
50	A0	15	0,920	0,945	0,960	0,970	0,990	1,100
	A1	15	0,910	0,940	0,970	0,968	0,985	1,100
	A2	15	0,910	0,940	0,960	0,981	0,985	1,200
	A3	15	0,900	0,930	0,950	0,977	0,990	1,200
60	A0	10	1,020	1,070	1,105	1,129	1,157	1,360
	A1	13	0,950	1,120	1,140	1,175	1,260	1,440
	A2	15	1,110	1,155	1,180	1,209	1,270	1,360
	A3	13	0,940	1,110	1,270	1,240	1,320	1,640
70	A0	10	1,270	1,355	1,385	1,423	1,490	1,660
	A1	12	1,290	1,368	1,405	1,477	1,555	1,890
	A2	15	1,440	1,535	1,600	1,605	1,665	1,830
	A3	12	1,250	1,442	1,620	1,612	1,760	2,080
80	A0	10	1,740	1,798	1,840	1,854	1,908	1,980
	A1	12	1,750	1,825	1,845	1,922	1,968	2,340
	A2	15	2,000	2,115	2,150	2,152	2,215	2,240
	A3	12	1,760	1,920	2,050	2,079	2,208	2,540
90	A0	10	2,310	2,340	2,375	2,382	2,397	2,470
	A1	12	2,210	2,348	2,405	2,439	2,527	2,790
	A2	15	2,610	2,695	2,850	2,807	2,890	3,010
	A3	12	2,360	2,465	2,520	2,615	2,782	3,070
100	A0	10	2,870	2,965	3,010	3,006	3,062	3,120
	A1	12	2,750	2,968	3,000	3,031	3,115	3,250
	A2	15	3,250	3,390	3,620	3,573	3,740	3,860
	A3	12	2,970	3,015	3,130	3,203	3,400	3,660

En cuanto al primer quintil, mediana y tercer quintil son medidas de posición donde se presentan los datos que están por debajo en un 25%, 50% y 75% respectivamente, los cuales sirven principalmente para entender la dispersión que estos tienen entre sí, además del promedio que tienen cada uno de los tratamientos y el valor máximo presentado en el conjunto de plantas.

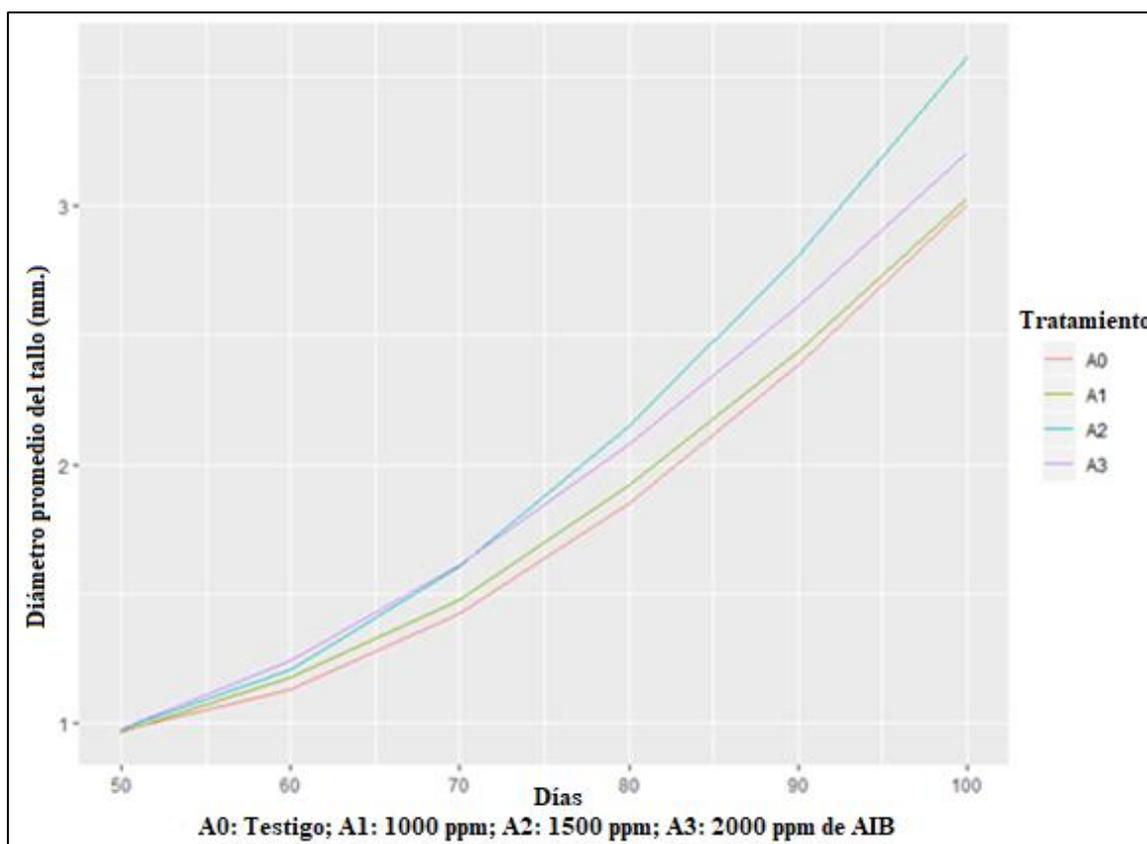
De forma idéntica se puede interpretar la Tabla 8, que muestra resultados de los diámetros de los tallos por cada uno de los tratamientos, considerando el total de plantas (N.º), el mínimo y máximo de las mediciones, primer quintil, mediana y tercer quintil, incluyendo el promedio de los tratamientos.

Aunque las escalas de longitud y diámetro de cada uno de los promedios de los tallos son diferentes, tienen un comportamiento similar, por cada uno de los tratamientos, se identificó que al iniciar las mediciones son prácticamente las mismas y según se realizan las siguientes mediciones comienzan a presentar diferencias entre cada una de ellas, siendo el tratamiento A2 (1500 ppm de AIB) el que presenta mayores mediciones con respecto a los otros tratamientos, además es importante mencionar que los tratamientos A0 y A1 son los que presentan una menor medida en el promedio de longitud y diámetro de los tallos medidos.



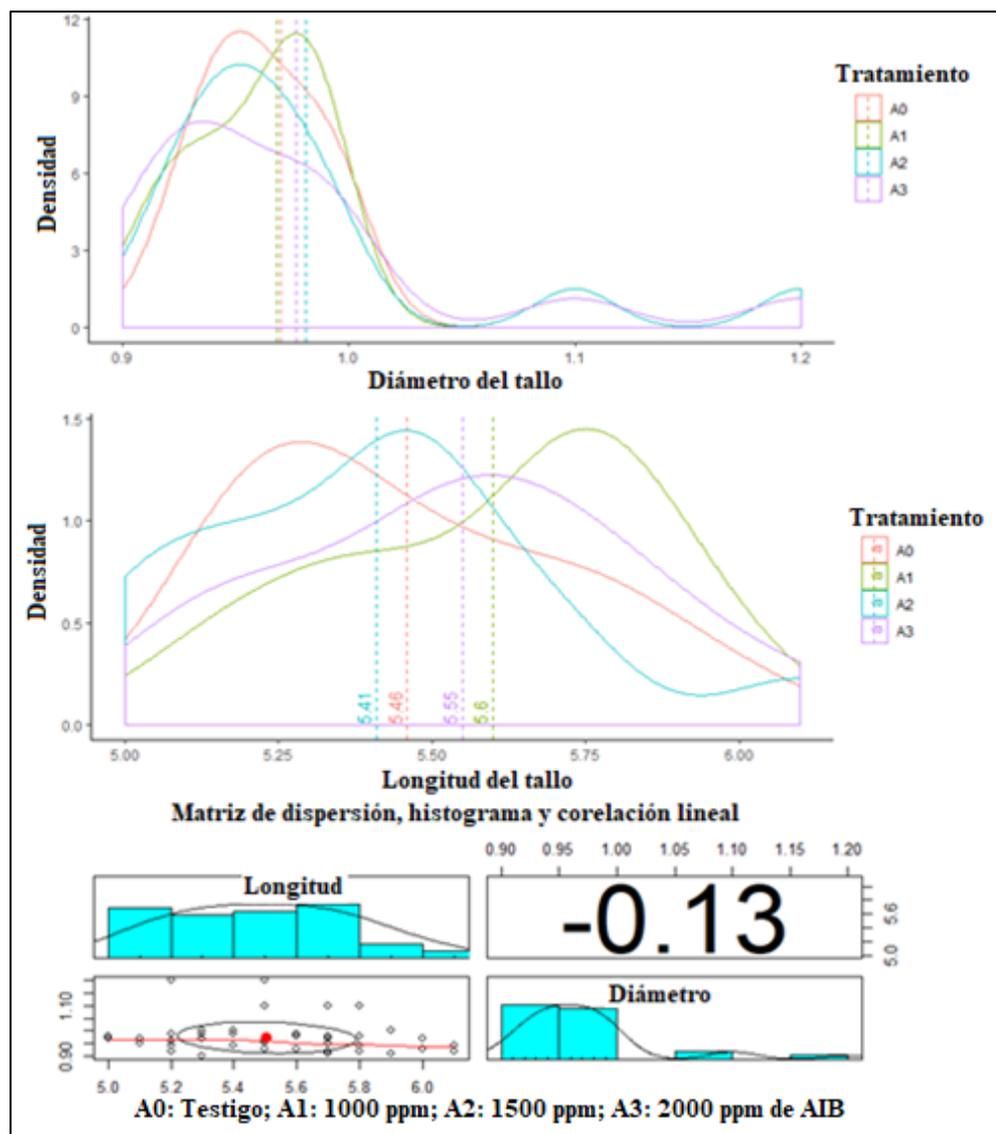
**Figura 16** Longitud promedio del tallo por cada una de los tratamientos

A pesar de notar estos patrones de comportamiento en los diferentes tratamientos, aún es muy pronto para identificar si uno de estos tratamientos ayudará a la domesticación de la frambuesa naturalizada Himalaya amarilla (*Rubus ellipticus* Smith), para entender aún más su comportamiento se realizó un análisis por cada una de sus etapas tanto en la medición de la longitud (Figura 16), como en la del diámetro (Figura 17), considerando su correlación lineal.



**Figura 17** Diámetro promedio del tallo por cada una de los tratamientos

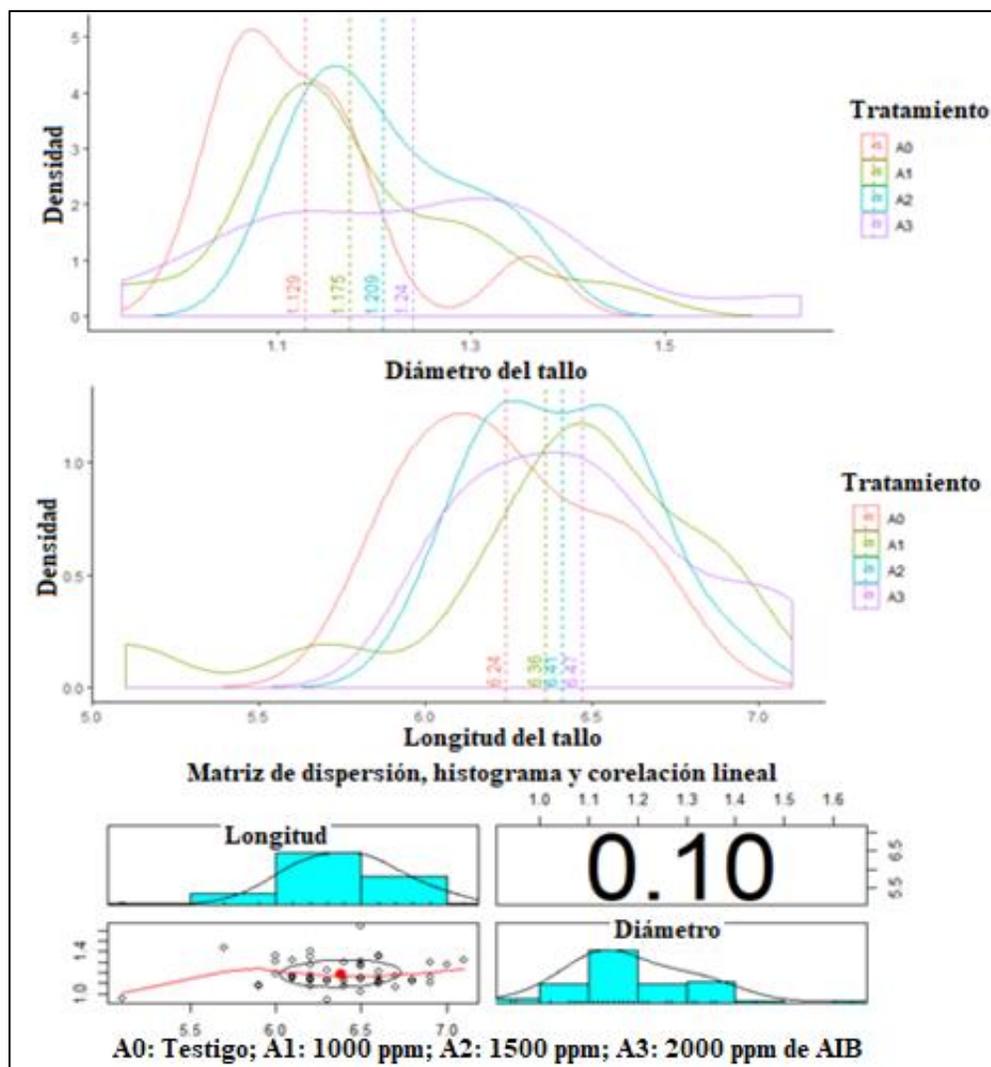
**50 días:** En la primera medición de la longitud del tallo y el diámetro del mismo, se puede observar que en promedio todas las mediciones arrancan de un mismo punto. El índice de correlación lineal en esta etapa de medición presenta un valor de -0.13, lo cual indica que existe una pequeña correlación lineal negativa entre estas dos variables tal como se observa en la Figura 18.



**Figura 18** Gráficos de densidad de diámetro, longitud y matriz de correlación lineal a los 50 días de medición

**60 días:** Para la segunda medición, las longitudes de los tallos crecieron en aproximadamente 1 cm. a comparación de la medida anterior, con la particularidad que las distribuciones prácticamente son las mismas para todos los tratamientos, exceptuando para el A0, pues presenta un pequeño retraso a comparación de las otras distribuciones. Para el diámetro se puede apreciar que el tratamiento A3 presenta uniformidad en sus mediciones, es decir, aproximadamente tiene la

misma cantidad de diámetros de tallos pequeños que grandes, mientras los tratamientos A1 y A2 presenta iguales distribuciones, con apenas un retraso en las mediciones del tratamiento A0. La correlación lineal pasa de ser negativa a positiva con un valor de 0.10 (Figura 19).

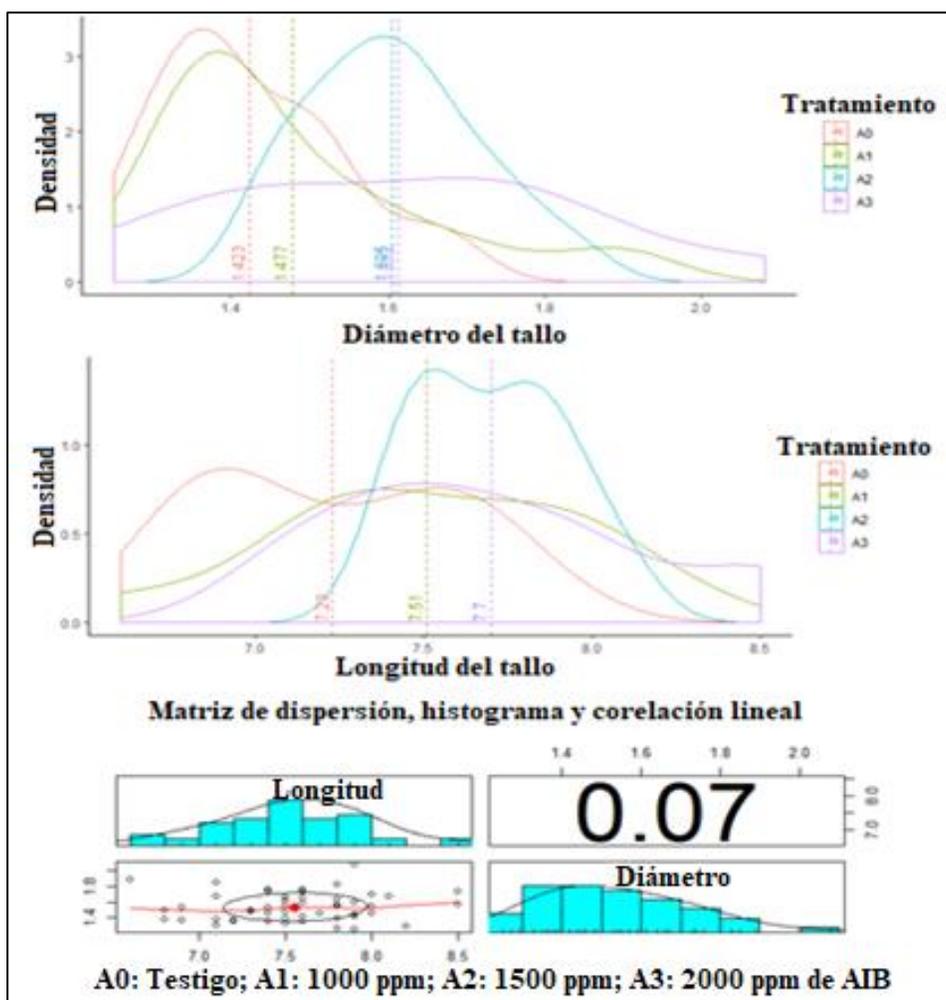


**Figura 19** Gráficos de densidad de diámetro, longitud y matriz de correlación

lineal a los 60 días de medición

**70 días:** Para la tercera medición existe un despunte por parte de los tratamientos A2 y A3, acorde a la medición de sus promedios y en la distribución tanto para la longitud como para el diámetro del tallo, los tratamientos que comienzan a presentar una menor distribución son los

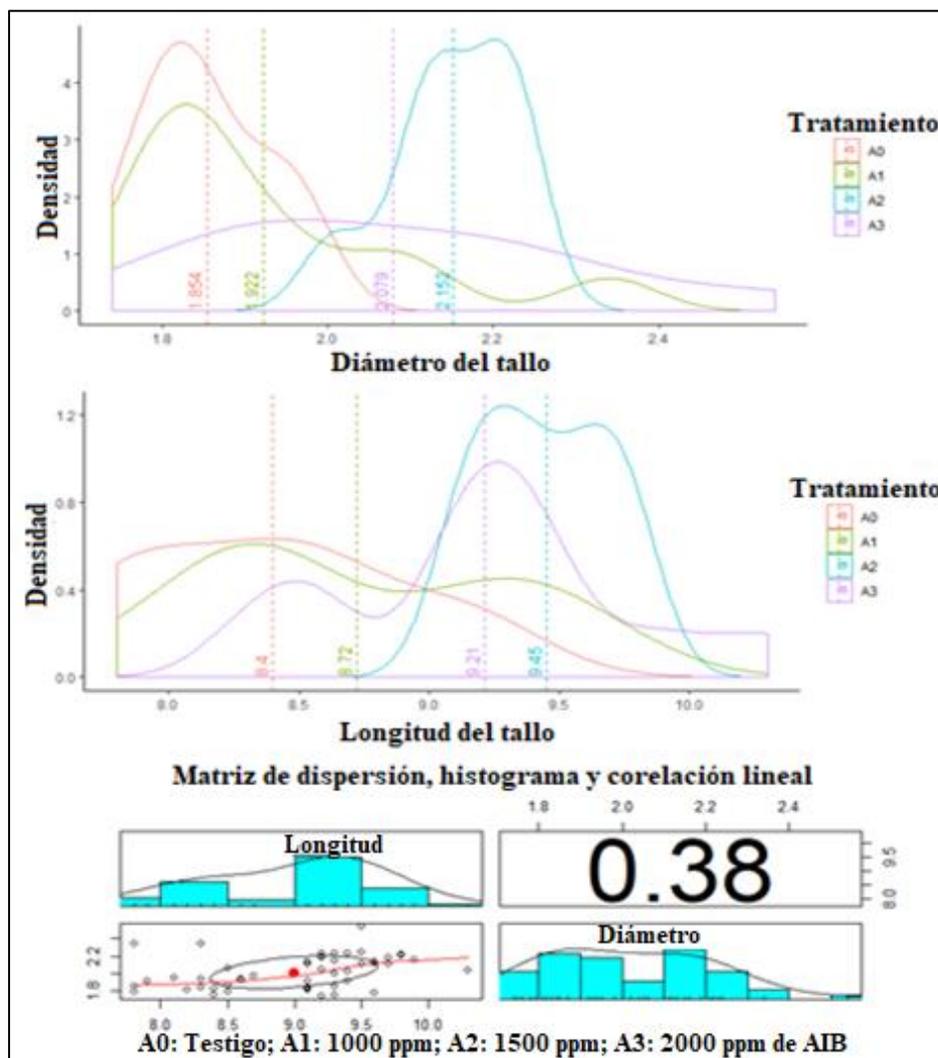
restantes A0 y A1, en cuanto a la correlación lineal se presenta una ligera disminución con respecto a la medición anterior, sin embargo, sigue siendo una correlación positiva pero muy baja (Figura 20). Existe una diferencia significativa a partir de esta fecha para longitud y diámetro de tallo, ( $F=3,699$ ;  $p\leq 0,0183$ ) y ( $F=3,715$ ;  $p\leq 0,018$ ) respectivamente; muestra mayor diferencia significativa en las mediciones posteriores.



**Figura 20** Gráficos de densidad de diámetro, longitud y matriz de correlación lineal a los 70 días de medición

**80 días:** Para la cuarta medición comienza a existir una diferencia entre los tratamientos A2 y A3, incluso desde su mismo promedio, tanto para la longitud como para el diámetro del tallo,

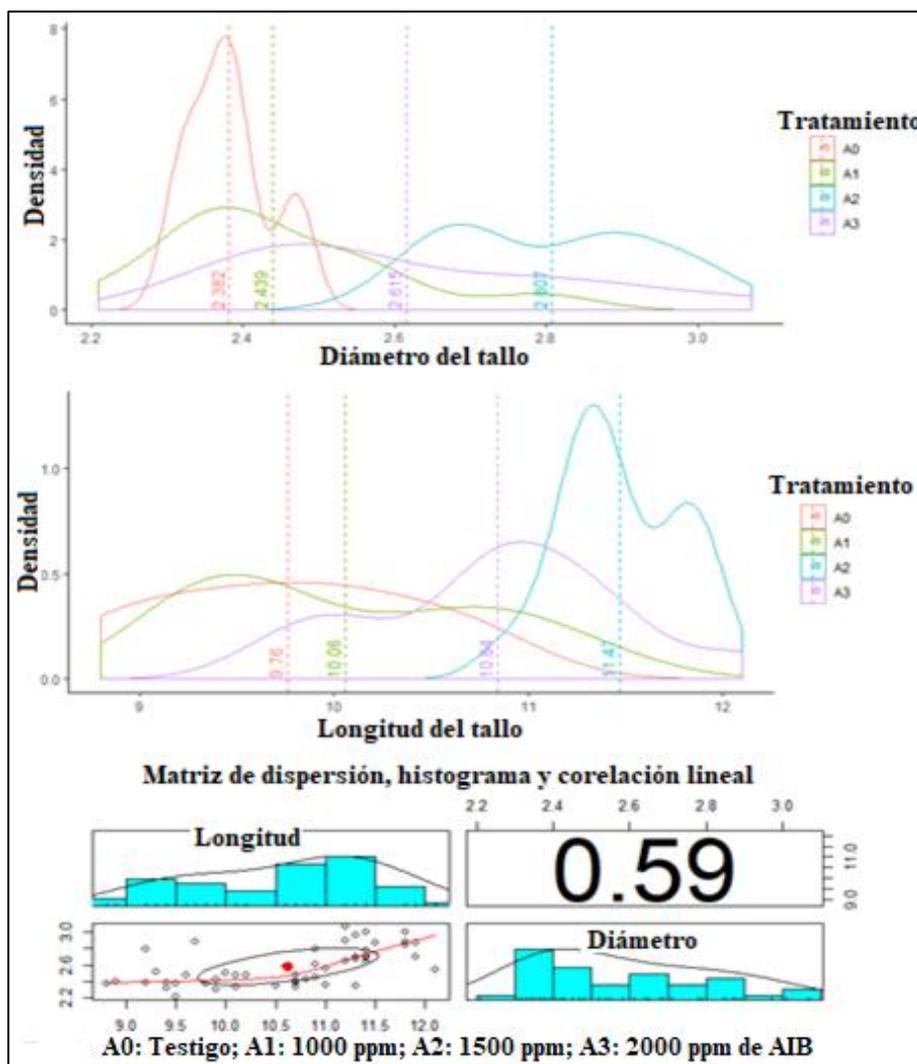
llegando a presentarse una correlación lineal de 0.38 como se aprecia en la Figura 21, lo cual da indicios de una dependencia entre las dos mediciones.



**Figura 21** Gráficos de densidad de diámetro, longitud y matriz de

correlación lineal a los 80 días de medición

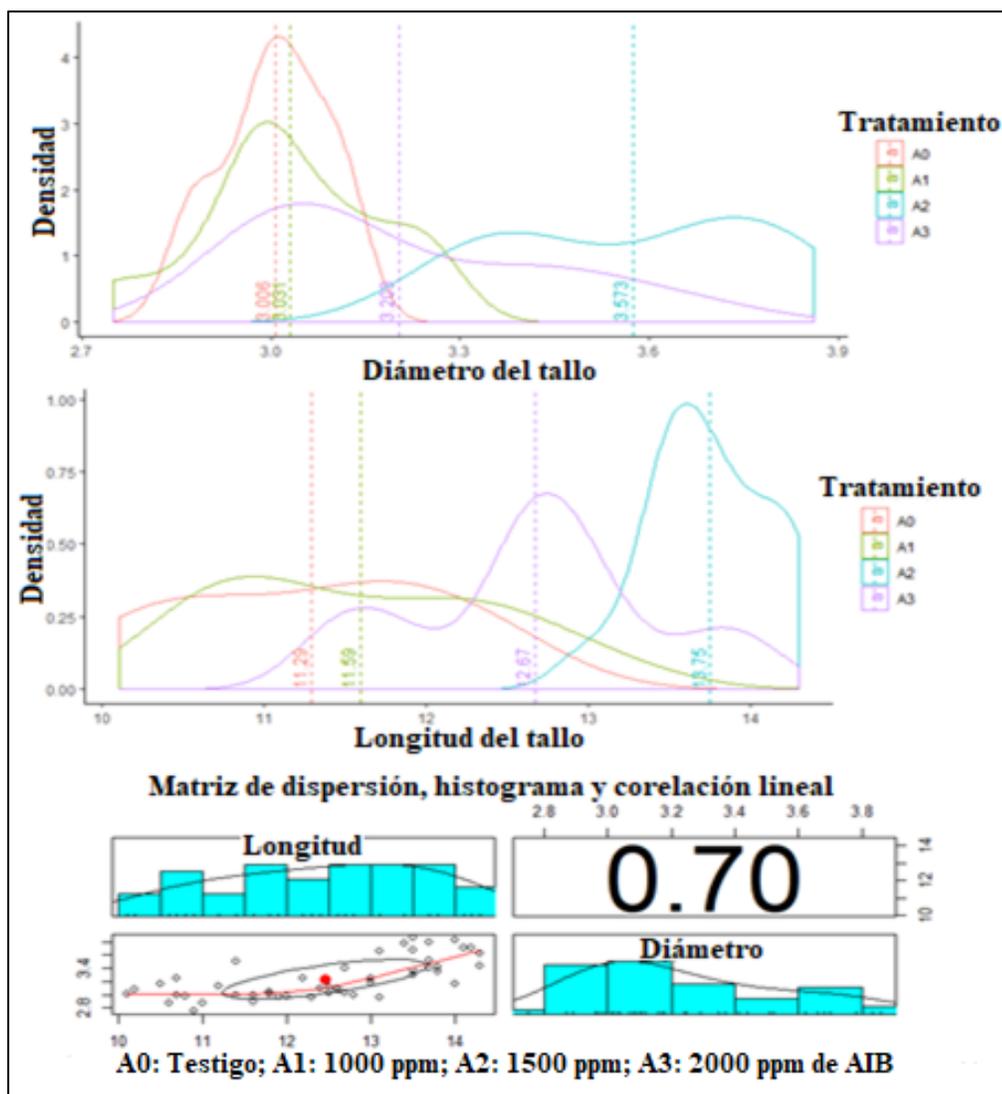
**90 días:** La diferencia presentada en esta etapa entre los tratamientos A2 y A3 es innegable para las mediciones de la longitud y el diámetro de los tallos, de tal forma que el tratamiento A2 tiene una distribución concentrada en la parte derecha, a comparación de las distribuciones de los otros tratamientos y cuya correlación lineal asciende a 0.59 (Figura 22).



**Figura 22** Gráficos de densidad de diámetro, longitud y matriz de correlación lineal a los 90 días de medición

**100 días:** La correlación lineal presentada para esta medición es de 0.70, lo cual es un indicador que existe una correlación lineal marcada entre estas dos variables (Figura 23), y cuya distribución en lo que a longitud del tallo corresponde del tratamiento A2 es superior con algo más de un centímetro al tratamiento A3, en cuanto a sus diámetros, el promedio del tratamiento A2 es mayor con 0.364 mm. a su inmediato inferior y su distribución a pesar de aproximarse a una leptocúrtica (distribución similar a la campana de Gauss), está muy por arriba de todas las otras

distribuciones de otros tratamientos. La variable longitud de tallo mostró diferencias significativas ( $F=31,5; p \leq 3,99e^{-11}$ ), de igual manera para diámetro de tallo ( $F=27,49; p \leq 2,96e^{-10}$ ).

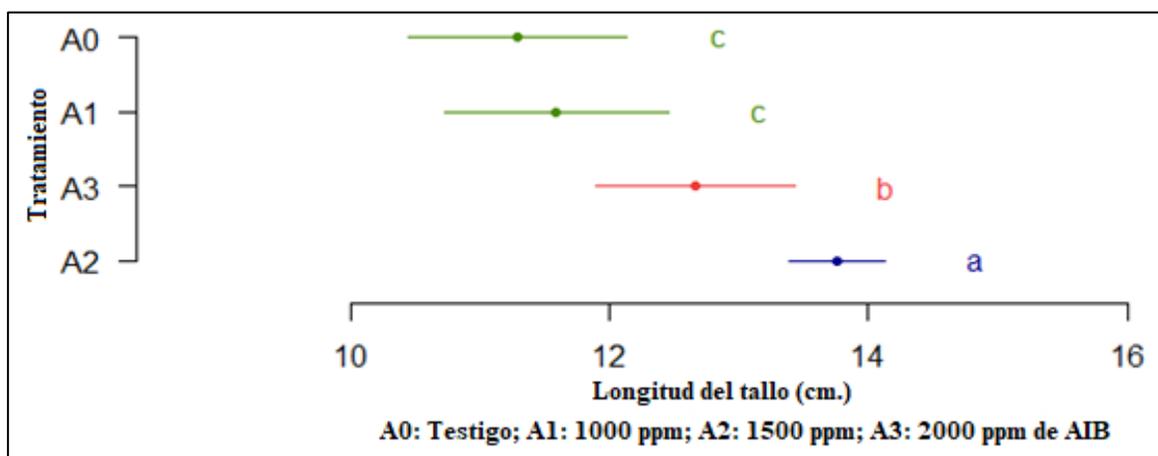


**Figura 23** Gráficos de densidad de diámetro, longitud y matriz de correlación lineal a los 100 días de medición

Al menos unos de los tratamientos contribuyeron en el diámetro y longitud del tallo a los 100 días. El Test de Duncan ayudó a identificar de forma analítica la diferencia que existe entre los tratamientos con el testigo y se puede concluir que los valores de A2 y A3 son estadísticamente

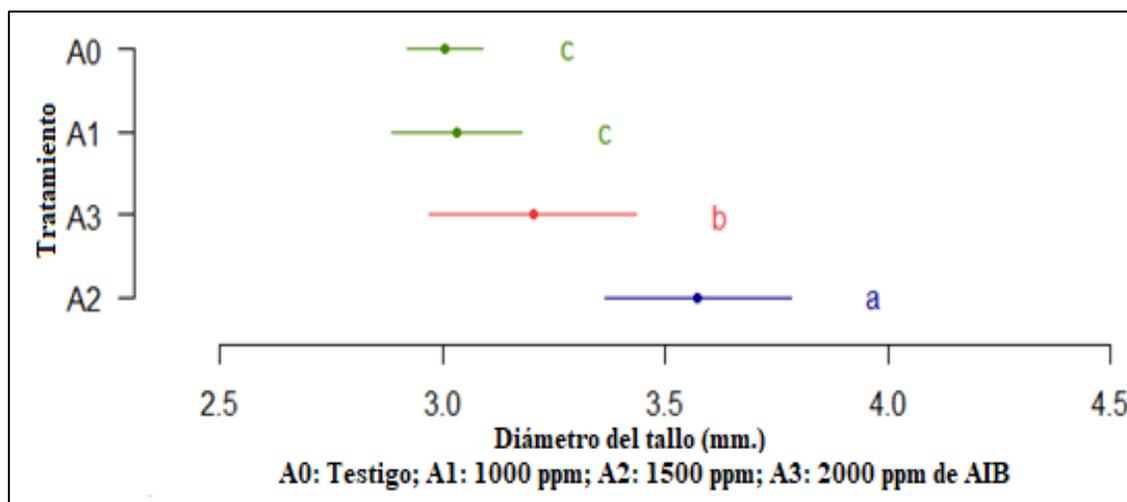
diferentes al tratamiento testigo A0 con respecto al diámetro de tallo, sin embargo, en la Figura 24 se puede identificar con mayor claridad la diferencia presentada.

El tratamiento que influye de forma estadísticamente significativa en el diámetro del tallo es A2 (Promedio = 3,57 mm) con respecto a los otros tratamientos, seguido por el tratamiento A3 con 3,20 mm. en promedio, entre los tratamientos A1 (3.03 mm.) y A0 (3 mm.) no existen diferencias, pero si al compararlos con los restantes tratamientos.



**Figura 24** Agrupación de tratamientos por promedios y desviaciones estándar, según su contribución del diámetro del tallo

En la variable de longitud de tallo a los 100 días los valores de A2 y A3 son estadísticamente diferente al tratamiento testigo A0, sin embargo, en la Figura 25 se puede identificar con mayor claridad la diferencia presentada. El tratamiento que influye de forma estadísticamente significativa es el tratamiento A2 (Promedio = 13,75 cm) con respecto a los otros tratamientos, seguido por el tratamiento A3 con 12,67 cm. en promedio, entre los tratamientos A1 (11,59 cm.) y A0 (11.29 cm.) no existen diferencias, pero si al compararlos con los restantes tratamientos.



**Figura 25** Agrupación de tratamientos por promedios y desviaciones estándar, según su contribución en la longitud del tallo

La variable de longitud pronostica de forma positiva las dimensiones futuras de una planta en campo; aunque no lo es para la supervivencia. Se considera un indicador incompleto, y es beneficioso relacionarlo con otras variables para visualizar su concreta utilidad; sin embargo, es significativo cuando las condiciones del lugar de plantación son hostiles, respecto a hierbas oportunistas y es pertinente pensar que, a mayor longitud puede competir adecuadamente (Mexal & Landis, 1990).

En una publicación del INIA realizada por González y Morales (2009) muestra las pautas y parámetros necesarios para la propagación del frambueso (*Rubus idaeus*) y menciona características específicas que las plántulas de calidad poseen, donde la longitud de los tallos que fueron propagados mediante brote etiolado tiene una longitud entre 10 a 15 cm., por lo tanto, el tratamiento A2 de *Rubus ellipticus* se encuentra en los parámetros de un cultivo comercial.

La aplicación de AIB es positivo para la producción de plantas de buena calidad, estudios anteriores muestran que el uso de esta hormona ayuda no solo a la raíz por el contrario es

beneficioso para toda la planta en general, ya que tanto la longitud como el diámetro de tallo se benefician así lo confirmó un estudio *Citrus aurantifolia* mediante la aplicación de 500, 1000, 1500 ppm de AIB donde 500 ppm fue el mejor tratamiento (Kumar & Bhushan, 2010).

En una investigación sobre el efecto de varias concentraciones AIB en mora (*Rubus adenotrichus*), se evidenció resultados favorables tanto en la raíz y en especial la del tallo logrando longitudes y diámetros superiores a las que no fueron aplicadas (Flores, Chacón, Jiménez, & Ortiz, 2012).

Las auxinas intervienen en el transporte de nutrientes y metabolitos ayudando a la división celular, componentes que benefician la aclimatación y adaptación de la planta (Sinha, 2004).

#### **4.1.4 Índice de robustez o esbeltez**

Para identificar este índice es necesario realizar un cociente entre la longitud de las plantas medido en centímetros y el diámetro de su tallo medido en milímetros, siendo sus principales estadísticas descriptivas definidas en la Tabla 9.

El índice de esbeltez presentó una disminución según pasan los días de medición razón por la cual es importante monitorear estos índices en el tiempo como muestra la Figura 26 y 27.

Al iniciar el análisis de los índices de esbeltez se tiene que los registros iniciales presentan valores entre 5 y 6, sin embargo, estos van disminuyendo acorde pasan los días llegando ubicarse en valores entre el 3 y 4 al final de las mediciones, el tratamiento A1 fue el de mayor valor al iniciar las mediciones, sin embargo, en el transcurso de las siguientes mediciones esto fue cambiando, como se puede identificar en las Figuras 26 y 27 respectivamente.

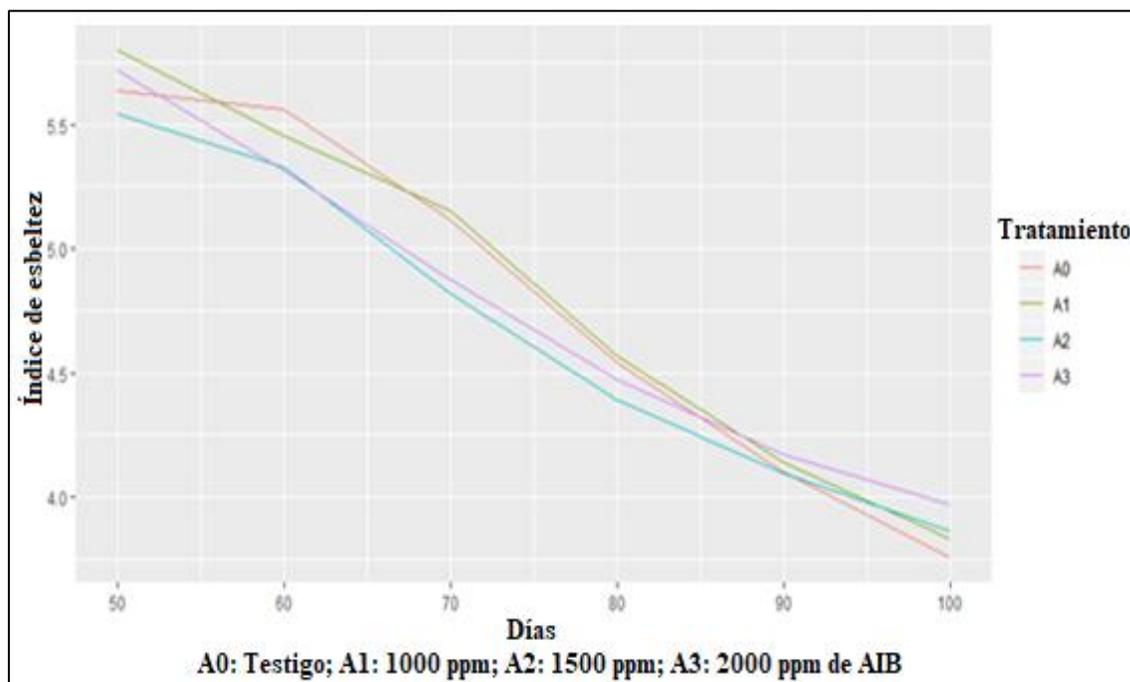
**Tabla 9***Estadísticas descriptivas del índice de esbeltez por día y tratamiento*

Días	Tratamiento	N.º	Mínimo	Primer Quintil	Mediana	Promedio	Tercer Quintil	Máximo
50	A0	15	5,25	5,38	5,53	5,64	5,76	6,45
	A1	15	5,18	5,41	5,82	5,80	6,18	6,48
	A2	15	4,58	5,20	5,42	5,54	5,83	6,63
	A3	15	4,33	5,41	5,89	5,72	6,10	6,49
60	A0	10	4,85	5,29	5,49	5,56	5,74	6,37
	A1	13	3,96	5,31	5,54	5,45	5,70	6,27
	A2	15	4,41	5,04	5,30	5,33	5,71	5,95
	A3	13	3,96	4,62	5,38	5,32	5,98	6,70
70	A0	10	4,51	4,66	4,98	5,11	5,45	6,14
	A1	12	3,49	4,94	5,20	5,15	5,47	6,36
	A2	15	4,25	4,59	4,84	4,82	5,07	5,49
	A3	12	3,80	4,24	4,92	4,88	5,44	6,32
80	A0	10	4,12	4,25	4,47	4,54	4,71	5,29
	A1	12	3,33	4,48	4,51	4,57	4,84	5,39
	A2	15	4,13	4,26	4,41	4,39	4,52	4,65
	A3	12	3,55	4,16	4,51	4,48	4,91	5,28
90	A0	10	3,71	3,86	4,07	4,10	4,32	4,59
	A1	12	3,30	4,02	4,12	4,14	4,35	4,81
	A2	15	3,79	3,96	4,15	4,10	4,21	4,41
	A3	12	3,36	3,98	4,21	4,17	4,44	4,76
100	A0	10	3,32	3,60	3,79	3,76	3,99	4,16
	A1	12	3,30	3,71	3,86	3,83	4,01	4,43
	A2	15	3,50	3,66	3,89	3,86	4,03	4,16
	A3	12	3,25	3,83	4,05	3,97	4,15	4,42

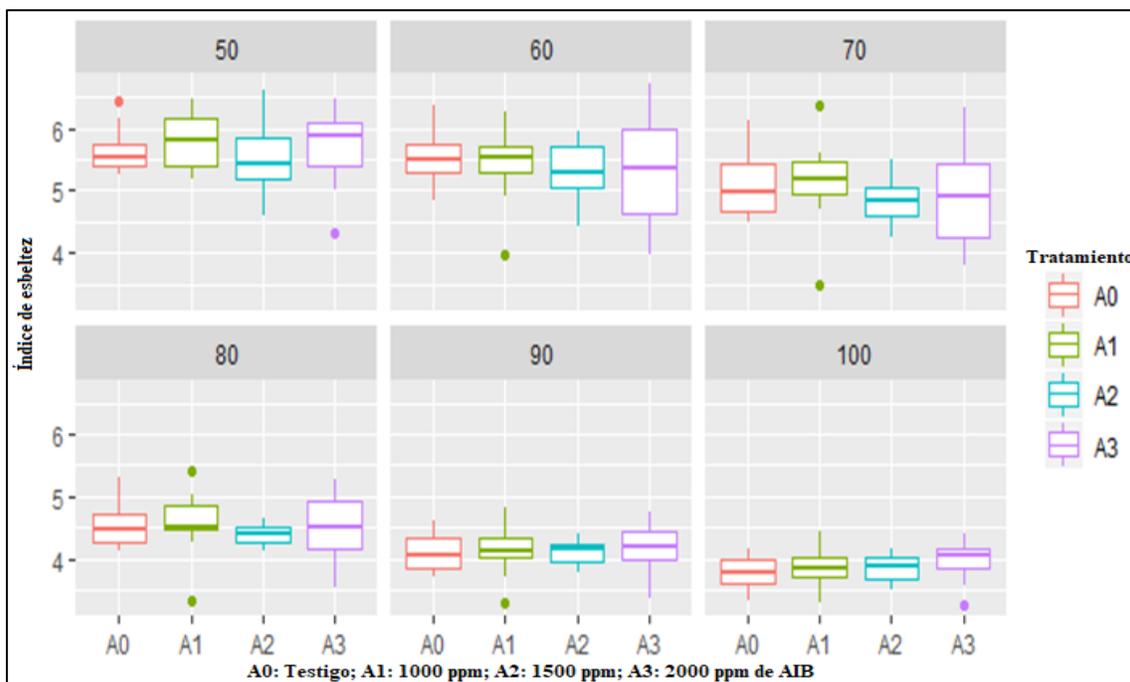
El índice de esbeltez posee valores por arriba de 0,05, lo cual indica que no existe una diferencia significativa entre los tratamientos sin importar el día en el cual se hizo la medición.

En el estudio de *Platymiscium diadelphum* publicaron que, un índice de esbeltez apropiado se encuentra en un rango aproximado de 4,0-6,5 y en este rango propone que las plantas están en condiciones para adaptarse a nuevos ambientes idóneos donde podrían brindar resistencia ante el efecto mecánico del viento. En el caso de *Gliricidia sepium* se obtuvo un valor mayor a 6 en el

índice de esbeltez, este concluye que las plantas son muy altas y no resistirán a la fuerza del viento (Parra & Maciel, 2018).



**Figura 26** Evolución del promedio del índice de esbeltez por tratamiento



**Figura 27** Diagrama de caja y bigotes del índice de esbeltez por día y tratamiento

Un estudio realizado por Senilliani, *et al.* (2015) en plantas de vivero de algarrobo y brea, encontró resultados similares a los mostrados en esta investigación, concluyendo que los valores de índice de esbeltez varían dependiendo del tiempo, mostrando al inicio un valor alto y a fines del ciclo de vivero el valor decrece. Por lo tanto, concluye que el uso de plantas con índice de esbeltez bajo, pueden ser trasplantadas a campo sin ningún inconveniente.

Se realizó un estudio para determinar los niveles de calidad del café orgánico donde mostraron que el índice de esbeltez no tuvo diferencia significativa, por lo tanto, no hubo ninguna repercusión al momento de trasplante a campo y no afectó en las variables de materia seca ni diámetro de tallo (Liegi & Miglioranza, 2015).

## **4.2 Fase de establecimiento de cultivo en campo**

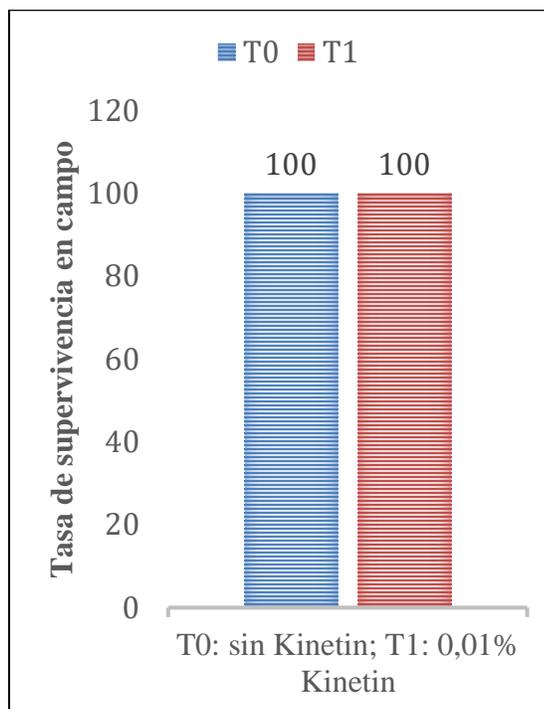
Al identificar que el tratamiento A2 es el que produjo mejores resultados tanto para la longitud y diámetro del tallo, además de la longitud de tallo, se realizaron pruebas adicionales en plantas añadidas para este tratamiento en específico, incluido una medición a los 160 días y la aplicación de citocinina en varias de las plantas.

Donde se desea identificar si existe una incidencia en aquellas plantas que fueron aplicadas citocinina (Kinetin 0,01%) a partir de los 100 días hasta los 160 días, cuando se midieron, lo cual daría un indicio que las plantas pueden llegar a ser domesticadas.

### **4.2.1 Tasa de supervivencia en campo**

En la Fase de campo la supervivencia fue de 100% para todos los tratamientos (T0: Kinetin 0,00% y T1: 0,01% Kinetin), aunque su diámetro, longitud y biomasa fueron distintas entre

tratamientos por ende su calidad, todas las plantas que fueron trasplantadas lograron sobrevivir hasta su última medición que fue a los 60 días después del trasplante (Figura 28).



**Figura 28** Tasa de supervivencia

En pruebas realizadas en *Gypsophila paniculata* con AIB y citocinina se encontró un alto porcentaje de supervivencia (100%) y la aplicación de citocinina logro mayores diámetros en el cuello de la raíz. La relación entre auxinas y citocininas aumentaron la absorción de nutrientes y supervivencia (Cruz, 2019).

Welander (1985) realizó aplicaciones de varios tipos de citocininas en frambuesa (*Rubus ideaus*) logrando buenos resultados con la aplicación de Kinetin en micropropagación y buena supervivencia al momento del trasplante.

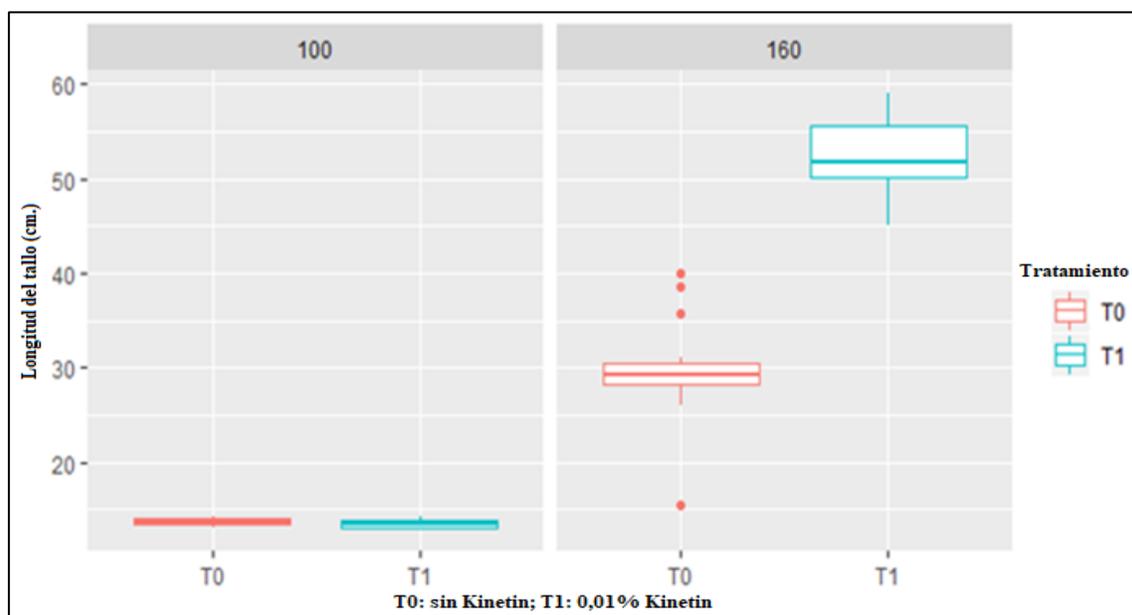
El promedio de supervivencia en micropropagación de *Cedrela odorata* fue de 100% con una dosis de 2,2  $\mu\text{M}$  de Kinetina comparándola con dosis mayores con 6,5  $\mu\text{M}$  de la misma, por

ello es bueno recalcar que una dosis específica ya sea *in vitro* o *ex vitro* es beneficioso para la supervivencia de las plantas (Pérez, Mesén, Hilje, & Aguilar, 2002).

Edifarm & Cía.(2016) menciona que Kinetina es un bioestimulante muy efectivo para el crecimiento radicular y sobre todo el vigor de la planta que es un indicador para su calidad y beneficia su supervivencia.

#### 4.2.2 Longitud y Diámetro final de las plantas

Al iniciar el periodo de valoración a los 100 días, se pudo identificar que las longitudes y diámetros de los tallos no presentan mayor variación sin embargo al medir nuevamente a los 160 días se puede visualizar un cambio fuerte, esto se lo revisó mediante un análisis de varianza para identificar si existe o no una diferencia significativa como muestra la Figura 29.

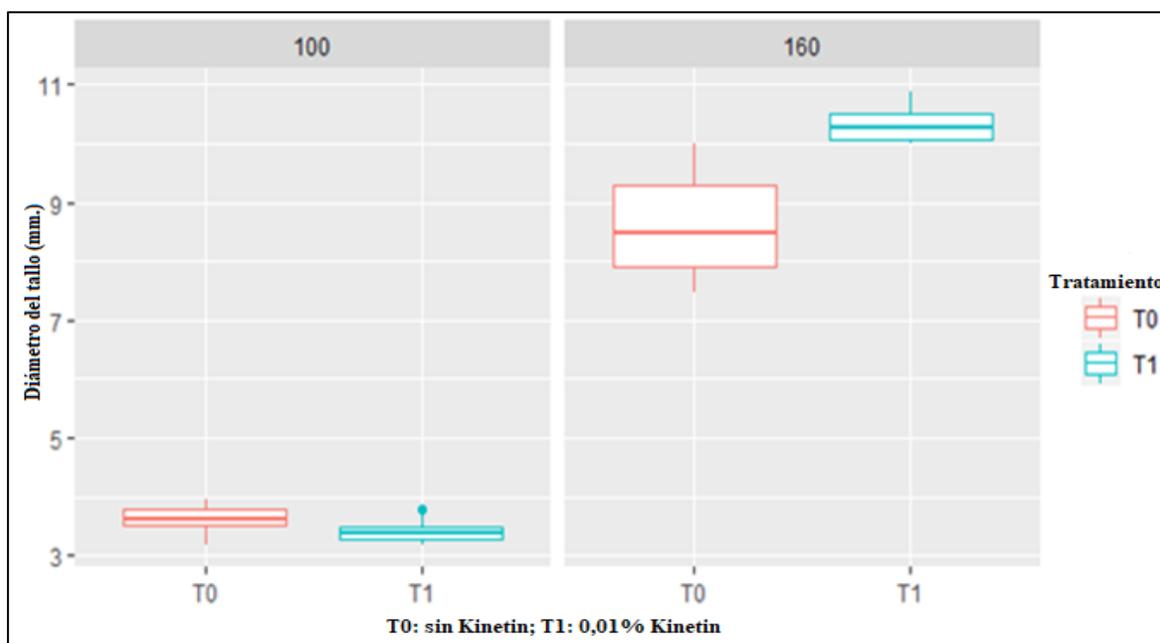


**Figura 29** Diagrama de caja y bigotes por días según tratamiento en la longitud del tallo

En cuanto al diámetro del tallo en los primeros 100 días los tallos presentan en promedio un menor valor, sin embargo, al ser aplicado el tratamiento T1 (0,01% de citocinina) se puede observar

una gran diferencia con respecto al T0 (0,00% de citocinina) este cambio se visualiza en la Figura 30.

La variable longitud final del tallo presenta significancia ( $F=166,9; p \leq 2,56e^{-13}$ ), por lo tanto, existe diferencia entre el tratamiento de citocinina (0,01% Kinetin) con el testigo, mostrando tallos de mayor longitud los que fueron aplicados 0,01% de Kinetin como se aprecia en la Figura 31.



**Figura 30** Diagrama de caja y bigotes por días según tratamiento del diámetro del tallo

```
Fit: aov(formula = Long_Tallo ~ Tratamiento, data = data_160_f2)
Linear Hypotheses:
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
T1 - T0 == 0    22.841     1.768   12.92 2.56e-13 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Adjusted p values reported -- single-step method)
```

**Figura 31** Test de Duncan para tratamientos en la longitud del tallo

Las plantas tratadas con citocinina presentaron tallos con mayor diámetro a los 160 días y demostró ser estadísticamente significativa ( $F=49,11; p \leq 1,27e^{-7}$ ), con el Test de Duncan se muestra los tratamientos en diferentes rangos, como en la Figura 32.

```

Fit: aov(formula = Diametro_Tallo ~ Tratamiento, data = data_160_f2)

Linear Hypotheses:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
T1 - T0 == 0    1.6980     0.2423   7.008 1.27e-07 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Adjusted p values reported -- single-step method)

```

**Figura 32** Test de Duncan para tratamientos en el diámetro del tallo

Los promedios para la longitud de tallo fueron 52,67 cm. para las plantas tratadas con 0.01% de Kinetin y 29,83 cm. con 0.00% de Kinetin, por lo tanto existe una diferencia muy marcada y significativa, de la misma manera ocurre con los diámetros: 10,33 mm. para el tratamiento de 0.01% Kinetin y 8,63 mm. (0.00% Kinetin); Jara, *et al.* (2003) realizaron un estudio del crecimiento vegetativo de la frambuesa *Rubus idaeus* donde obtuvieron una longitud promedio de 35 cm. y diámetro de 6 mm. a los 60 días en campo, estos son los mejores resultados alcanzados con tratamientos de vermicompost y asociación a *Lupinus*.

Binotto, Lúcio, & Lopes (2010) realizaron una investigación en plántulas de *Eucalyptus grandis* y *Pinus elliottii* para ver las correlaciones de índices calidad donde encontraron que el diámetro de la base del tallo está fuertemente correlacionado con la longitud del tallo y la materia seca de la raíz. Por lo tanto, el diámetro de la base y la longitud del tallo son variables morfológicas importantes para determinar la calidad de las plántulas por ello se desea valores altos pero que se encuentre relacionados entre sí.

Pérez, *et al.* (2002) afirman que la aplicación de citocininas es beneficioso tanto para la longitud y diámetro de brotes de *Cedrela odorata* en micropropagación, aunque Kinetin no haya presentado los mejores resultados lo hizo otra citocinina 6-Bencilaminopurina (BAP).

El Kinetin ha sido ampliamente estudiado para el cultivo *in vitro* de plantas en una investigación realizada por Nicuță, Rotilă, & Ciobanu (2014) mencionan que el uso combinado de fitohormonas en especial citocininas es muy positivo para los brotes de *Rubus hirtus* tanto para su longitud, diámetro, raíz y yemas; la combinación de Kinetin con BAP entre otros ayudó a regenerar brotes y obtener plántulas de buena calidad. La investigación sobre *R. ellipticus* en campo mostró beneficios de utilizar Kinetin al 0.01% después del trasplante, ya que se consiguió una buena relación entre el diámetro y la longitud del tallo.

#### 4.2.3 Índice de esbeltez

El índice de esbeltez muestra que a los 100 días los 2 tratamientos no presentan mayor diferencia, sin embargo, en la evaluación a los 160 días presenta un incremento importante en el índice de esbeltez para aquellas plantas que fueron tratadas con citocinina como se encuentra en la Figura 33.

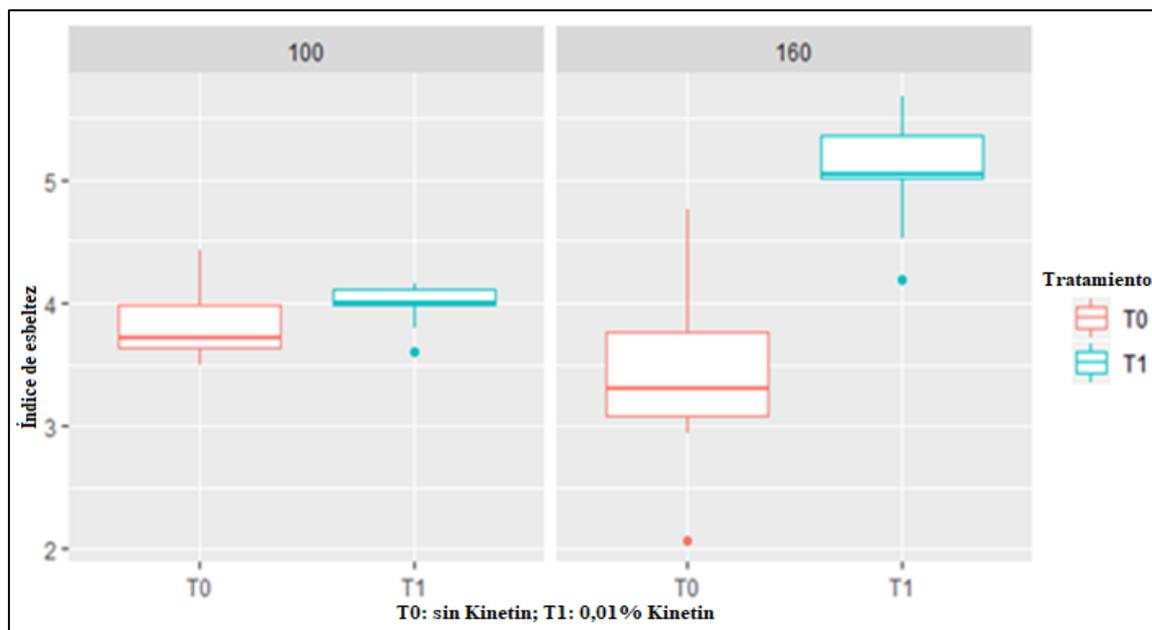


Figura 33 Diagrama de caja y bigotes por días según tratamiento en el índice de esbeltez

La variable de calidad, índice de esbeltez presentó diferencias significativas en el cociente entre longitud y diámetro de tallo medidos a los 160 días ( $F=62,02$ ;  $p \leq 1,41e^{-8}$ ), resultando a T1 (0.01% Kinetin) con el mayor índice de esbeltez con un promedio de 5,10 al contrario de T0 (0,00% Kinetin) con 3,47 aunque se encuentra dentro de los parámetros establecidos.

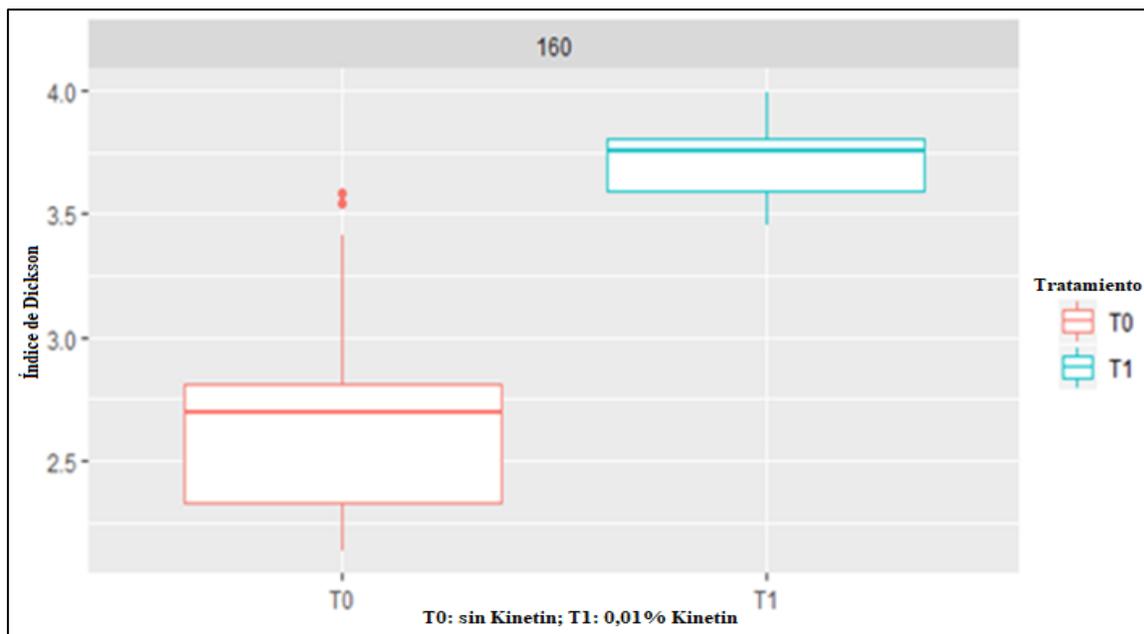
Mexal & Landis (1990) mencionan que la supervivencia de la planta en campo varía de acuerdo a cada especie, pero está directamente relacionada con el diámetro del tallo y esto permite calcular el índice de esbeltez, por ello se asocia con la calidad de las plantas y pronostica un buen vigor. Plantas con un diámetro superior a 5 mm, generan mayor resistencia a doblamiento y soportan daños por plagas y fauna dañina.

Un estudio realizado en mora de Castilla (*Rubus glaucus*) se midió el índice de esbeltez para comparar la calidad de las plantas que fueron expuestas a salinidad excesiva, esta variable fue de gran importancia al concluir la investigación ya que probó que las plantas que no fueron afectadas con salinidad tenían índices mal altos y eran de calidad (Cardonal, Gutiérrez, Monsalve, & Bonilla, 2017).

#### **4.2.4 Índice de Dickson**

Este Índice integra la relación entre la masa seca total de la planta (g), la suma del Índice de esbeltez y la relación parte seca aérea/parte seca radical los resultados deben ser mayores a 2.

El índice de calidad de Dickson presenta menor valor en aquellas plantas que no fueron aplicadas la citocinina, mientras que todo lo contrario sucede en aquellas donde fueron aplicadas el biorregulador, para identificar esta diferencia que se la visualiza en la Figura 34.



**Figura 34** Diagrama de caja y bigotes por tratamiento en el Índice de calidad de Dickson

Existe diferencia significativa para el Índice de calidad de Dickson ( $F=59,57$ ;  $p \leq 2,08e^{-8}$ ), mostrando que la aplicación de citocinina contribuyó para obtener un alto índice con un promedio de 3,72 para T1 y 2,73 para T0, siendo diferente T1 de T0 como se muestra en la Figura 35.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamiento	1	7.335	7.335	59.57	2.08e-08 ***
Residuals	28	3.448	0.123		

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

**Figura 35** Análisis de Varianza para el índice de Dickson en 160 días

Parra y Maciel (2018) afirman: “El índice de calidad de Dickson es uno de los parámetros más completos para validar la calidad de plántulas”. El índice de Dickson revela que, a mayor biomasa, mayor es la supervivencia en campo y de igual forma el diámetro del tallo. Un índice alto indica una mejor calidad en las plantas y es semejante al equilibrio entre las partes aérea y radical.

Muñoz *et al.* (2014) afirman que, a mayor valor del índice, se infiere una mejor calidad de plantas con respecto al Índice de Calidad de Dickson, el cual tiene una estrecha relación entre el

diámetro y la biomasa seca total y cuando presentan valores bajos menor será dicho índice y por lo tanto el rendimiento de la planta.

Mello, Trevisan, & Steiner (2016) aseguran el beneficio de utilizar del índice de calidad de Dickson para plántulas de pepino, ya que al momento del trasplante consiguieron mayor calidad del cultivo.

Las variables de materia seca y diámetro de tallo poseen una alta correlación con el índice de calidad de Dickson, significa que un buen índice pronostica un crecimiento homogéneo de entre la raíz y la biomasa aérea, por lo tanto, una mayor captación de nutrientes para el buen desarrollo y producción de las plantas (Binotto, *et al.*, 2010).

#### **4.3 Descripción de plagas encontradas en el estudio de *R. ellipticus***

Se encontraron 2 plagas que atacaron el cultivo, la primera fue un ataque de pulgón (*Aphididae*) principalmente se lo encontró en las yemas apicales del tejido joven. La segunda fue el ataque en las hojas hechas por orugas de la familia *Noctuidae*, como se aprecia en la Figura 36. Para contrarrestar el ataque de las dos plagas se aplicó vía foliar 1 ml. L<sup>-1</sup> de cipermetrina, sugerido por el director de investigación.



**Figura 36** Oruga atando hojas de *R. ellipticus*

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

El tratamiento de 1500 ppm de AIB en la fase de propagación de *Rubus ellipticus* presentó porcentajes de enraizamiento de 100%, obteniendo resultados más altos en comparación al resto.

Las variables de longitud de raíz, diámetro y longitud de tallo medidas en el tratamiento de 1500 ppm de AIB en la primera fase, presentaron un efecto significativo a partir de los 70 días y a los 100 días se consiguieron mayores resultados en comparación al resto de tratamientos.

En la fase de establecimiento de cultivo las plantas tratadas con 0.01% de Kinetin lograron mayores longitudes y diámetros de tallo a los 60 días después del trasplante.

El índice de esbeltez medido en la segunda fase presentó resultados estadísticamente significativos para el tratamiento de 0,01% de Kinetin donde alcanzo un índice promedio de 5,10.

El índice de calidad de Dickson fue considerablemente alto a comparación de aquellas plantas que no se administró 0.01% de Kinetin.

Los tratamientos hormonales lograron excelentes resultados presentando altos índices de calidad que ayudan a predecir un buen desarrollo de las plantas en el ciclo de cultivo y es un buen indicio para la fase inicial de domesticación.

## 5.2 Recomendaciones

Se recomienda seguir estudiando el cultivo de *R. ellipticus* por sus óptimos índices de calidad encontrados en este estudio y también por los beneficios que tiene esta bondadosa planta en especial los estudios que se han realizado sobre el cáncer y diabetes.

Investigar los compuestos químicos que presentan los frutos de *R. ellipticus* del cultivo establecido en el IASA I y compararlos con los descritos en investigaciones anteriores.

Buscar otras formas de propagación para establecer cuál es la más óptima en comparación al tiempo y fructificación.

Probar otro tipo de reguladores de crecimiento, en especial varias combinaciones de diferentes tipos de citocininas para obtener un mayor crecimiento vegetativo o fructificación.

### 5.3 Bibliografía

- Agronegocios Ecuador. (2010). *La frambuesa se produce todo el año*. Obtenido de [http://agronegociosecuador.ning.com/notes/La\\_frambuesa\\_se\\_produce\\_todo\\_el\\_a%C3%B1o](http://agronegociosecuador.ning.com/notes/La_frambuesa_se_produce_todo_el_a%C3%B1o)
- Ahmad, M., Masood, S., Sultana, S., & Hadda, T. (2015). Antioxidant and nutraceutical value of wild medicinal Rubus berries. *Pakistan journal of pharmaceutical sciences*, 28(1), 241-247.
- Arce, M. (2009). Elaboración y análisis del diagrama ombrotérmico de la hacienda El Prado-IASA, 1998-2008. *Revista internacional Serie Zoológica*, 1390-3004.
- Badhani, A., Rawat, S., Bhatt, S., & Rawal, R. (2015). Variation in chemical constituents and antioxidant activity in yellow himalayan (*Rubus ellipticus* Smith) and hill raspberry (*Rubus niveus* Thunb). *Journal of Food Biochemistry*. doi:10.1111/jfbc.12172
- Ballesteros, S., Blanco, A., Gómez, M., Guzmán, A., Sánchez, V., Villalobos, Y., & Garro, G. (2004). Aspectos biológicos y taxonómicos de *Rubus ellipticus* “Mora amarilla silvestre”, un recurso fitogenético con potencial en Costa Rica. *Revista Tecnología En Marcha*, 17(1), 18-21.
- Becking, J. (1979). Nitrogen fixation by *Rubus ellipticus* J. E. Smith. *Plant and Soil*, 53, 541-545.
- Binotto, A., Lúcio, A., & Lopes, S. (2010). Correlations between growth variables and the Dickson Quality Index in forest seedlings. *Centro de Estudos em Recursos Naturais Renovaveis*, 16(4), 457-464.
- Bisht, A., & Jain, S. (2006). Review of ethnobotanical studies of genus *Rubus* (Rosaceae) from North-Western Himalayas. *Ethnobotany*, 18(1/2), 127-130.

- Boletín Agrario. (2013). *Glosario: Primocane*. (B. A. Unidos, Productor) Obtenido de <https://boletinagrario.com/ap-6,primocane,3749.html>
- Burgos, A., Cenóz, P., & Prause, J. (2009). Efecto de la aplicación de auxinas sobre el proceso de enraizamiento de estacas de dos cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). *Revista UDO Agrícola*, 9(3), 539-546.
- CABI. (2018). *Rubus ellipticus (yellow Himalayan raspberry)*. Obtenido de Invasive Species Compendium: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/47994#tosummaryOfInvasiveness>
- Campbell-Palmer, R., & Rosell, F. (2010). Conservation of the Eurasian beaver *Castor fiber*: an olfactory perspective. *Mammal Review*, 40(4), 293–312.
- Cardonal, W., Gutiérrez, J., Monsalve, O., & Bonilla, C. (2017). Efecto de la salinidad sobre el crecimiento vegetativo de plantas de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) micorrizadas y sin micorrizar. *Revista Colombiana De Ciencias Hortícolas*, 11(2), 253-266.
- CIREN. (1998). *Manual del Cultivo de la Frambuesa (Rubus idaeus)* (Vol. Publicación N° 71). Santiago, Chile: INIA.
- Cortés, A. (2014). Comparación de los métodos de propagación estacas de raíz y brotes etiolados de frambueso (*Rubus idaeus*) variedad Autumn bliss. (*Tesis de maestría*). Universidad Autónoma del Estado De México, Toluca, Estados Unidos Mexicanos.
- Cousineau, J. (1992). Isoenzyme studies and tissue culture of raspberry. (*Tesis doctoral*). McGill University, Quebec, Canadá.
- Cruz, D. (2019). Propagación y producción de esquejes de la variedad over time (*Gypsophila paniculata*) mediante el uso de reguladores de crecimiento. (*Tesis de pregrado*). Univesidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, Sangolquí, Ecuador.

- Davies, P. (1998). *Estudios en domesticación y cultivo de especies medicinales y aromáticas nativas: Domesticación*. Canelones, Uruguay: INIA.
- Devin, S., & Beisel, J. (2007). Biological and ecological characteristics of invasive species: A gammarid study. *Biological Invasions*, 9(1), 13-24.
- Dhingra, K., & Niazi, F. (1972). Transmission studies of raspberry ring-spot virus. *Indian Phytopathology*, 25(2), 265-268.
- Díaz, F. (2010). El proceso de domesticación en las plantas. *Casa del tiempo*, 66-70.
- Dixit, A., Gopalkrishnan, B., & Ringmichon, C. (2013). Ethno-pharmacognostical Studies on Root Bark of *Rubus ellipticus* Smith. from Manipur. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2(2), 223-228.
- Edifarm & Cía. (2016). *Vademécum Agrícola 2016-2017*. Quito, Ecuador: Campo Editorial.
- FIA. (2010). *Producción de Frambuesas Orgánicas: Establecimiento y Reconversión de Huertos en la Zona Centro Sur de Chile*. Región del Biobío, Chile: INIA.
- Flores, D., Chacón, R., Jiménez, V., & Ortiz, F. (2012). Enraizamiento de mora (*Rubus adenotrichus*) en medio líquido en el sistema de inmersión temporal y su aclimatación en invernadero. *Tecnología en Marcha*, 25(2), 3-9. doi:10.18845/tm.v25i2.300
- Gabler, C., & Whitney, K. (2008). Rapid evolution in introduced species, 'invasive traits' and recipient communities: challenges for predicting invasive potential. *Diversity and Distribution*, 14(4), 569–580.
- Gaines, S., & Sax, D. (2008). Species invasions and extinction: The future of native biodiversity on islands. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(1), 11490–11497.

- Galarza, D., Garcés, S., Velásquez, J., Sánchez, V., & Zambrano, J. (2016). *El cultivo de la mora en el Ecuador*. Quito, Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
- George, B., Parimelazhagan, T., & Saravanan, S. (2013). Anti-inflammatory, analgesic and antipyretic activities of *Rubus ellipticus* Smith. Leaf methanol extract. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 5(2), 220-224.
- George, B., Parimelazhagan, T., Kumar, Y., & Sajeesh, T. (2013). Antitumor and Wound Healing Properties of *Rubus ellipticus* Smith. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*, 8(3), 134-141.
- Gepts, P. (2014). Domestication of Plants. *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems*, 474-486. doi:10.1016/B978-0-444-52512-3.00231-X
- González, M., & Céspedes, M. (2010). *Manual de producción de frambuesa orgánica*. Chillan, Chile: INIA.
- González, M. (2010). *Manual del Frambueso: Sistema de conducción y poda de frambuesa*. Quilamapu, Chile: INIA.
- González, M., & Morales, C. (2009). *Propagación de Frambueso (Rubus idaeus L.)* (Vol. Informativo N. ° 36). Raihuen, Chile: INIA.
- Guerrón, A., & Espinosa, E. (2014). Evaluación de diferentes tipos de estacas al enraizamiento con la utilización de dos tipos de auxinas (ANA e IBA) con tres dosis para la producción de plantas de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth). (*Tesis de pregrado*). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador, Tumbaco-Quito, Ecuador.

- Hellen, M., Pio, R., Spaziani, A., Alves, M., & Bittencourt, F. (2012). Enraizamiento de estacas caulinares e radiculares de *Rubus fruticosus* tratadas com AIB. *Rev. Ceres*, 59(6), 881-884.
- Hidalgo, M., Racines, M., & Vasquez, W. (2016). Domesticación de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.): frutal andino con gran potencial para la industria alimenticia. *Agronomía Colombiana*, 34(1), 51-53. doi:10.15446/agron.colomb.v34n1supl.58296
- Huggett, R. (2004). *Fundamentals of Biogeography* (Segunda ed.). New York: Routledge.
- ISSG. (2006). *Rubus ellipticus* (shrub). Obtenido de Global Invasive Species Database: <http://issg.org/database/species/ecology.asp?si=79&fr=1&sts=&lang=EN>
- Jara, E., Villegas, A., Sánchez, P., Trinidad, A., Muratalla, A., & Martínez, A. (2003). Crecimiento vegetativo de frambuesa *Rubus idaeus* L. "Autumn Bliss" con la aplicación de vermicomposta asociada con lupino *Lupinus mutabilis* Sweet. *Revista Peruana de Biología*, 10(1), 44-52.
- Kamal, A., Narayan, P., & Verma, R. (1986). Fungi from hilly tracts of UP-II. *Indian Phytopathology*, 39(3), 453-458.
- Kaushal, M., & Parmar, C. (1982). *Rubus ellipticus*. In: Wild fruits. *Kalyani Publishers*, 84-87.
- Kumar, A., & Sharma, U. (2011). Anti-diabetic effect of *Rubus ellipticus* fruit extracts in alloxan induced diabetic rats. *Journal of Diabetology*, 2(4), 1-6.
- Kumar, Y., & Bhushan, B. (2010). Effects of IBA on rooting performance of *Citrus auriantifolia* Swingle (Kagzi-lime) in different growing conditions. *Nature and Science*, 8(7), 8-11.
- Liegi, C., & Miglioranza, A. (2015). Quality levels of organic coffee seedlings in black and white nonwoven fabric (NWF) containers of various sizes. *African journal of agricultural research*, 10(9), 886-894.

- López, E., Diez, C., De La Cruz, J., Zavaleta, C., Rodríguez, M., & Gonza, A. (2016). Efecto de la concentración del 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) en el enraizamiento de brotes caulinares de *Rubus idaeus*, en condiciones de invernadero. *Pueblo Cont.*, 27(1), 105-111.
- López, J., Robres, E., & Rocha, M. (2015). La elongación de brotes adventicios de frambuesa (*Rubus idaeus* L.) es influenciada por brasinosteroides. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(5), 991-999.
- Mello, B., Trevisan, M., & Steiner, F. (2016). Quality of cucumber seedlings grown in different containers. *Rev. Agr. Neot.*, 3(1), 33-38.
- Mexal, J., & Landis, T. (1990). Target Seedling Concepts: Height and Diameter. *Target Seedling Symposium*. Roseburg: ombined Meeting of the Western Forest Nursery Associations.
- Monoson, H. (1969). The species of *Hamasporea*. *Mycopathologia et Mycologia Applicata*, 37, 263-272.
- Montúfar, F. (2013). Enraizamiento de estacas de mora var. castilla (*Rubus glaucus* benth), sometidas a diferentes concentraciones de auxinas en invernadero. (*Tesis de pregrado*). Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú.
- Morales, C., González, M., Hirzel, J., Riquelme, J., Herrera, G., Madariaga, M., . . . San Martín, J. (2009). *Aspectos relevantes en la producción de frambuesa (Rubus idaeus L.)*. Villa Alegre, Chile: INIA.
- Muñoz, H., Sáenz, J., Coria, V., García, J., Hernández, J., & Manzanilla, G. (2014). Calidad de planta en el vivero forestal La Dieta, Municipio Zitácuro, Michoacán. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 6(27), 72-89.
- Nicuță, D., Rotilă, G., & Ciobanu, S. (2014). Aspects regarding the in vitro multiplication of the *Rubus hirtus* L. Species. *Studii si cercetari lingvistice*, 23(1), 79-84.

- Ocampo, R. (1994). Domesticación de plantas medicinales en Centroamérica. *Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo* (pág. Informe técnico N.º 245). Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Pandey, B., & Tripathi, K. (1973). Two new virus diseases of Himalayan raspberry (*Rubus ellipticus*) from Kumaon hills. *Progressive Horticulture*, 5(0), 23-26.
- Parra, S., & Maciel, N. (2018). Efectos de la siembra y el trasplante a recipiente cónico en el crecimiento de *Pithecellobium dulce* y *Platymiscium diadelphum* en vivero. *Bioagro*, 30(2), 125-134.
- Pérez, J., Mesén, F., Hilje, L., & Aguilar, M. (2002). Desarrollo de un método de micropropagación aplicable a genotipos selectos de *Cedrela odorata* L. *Revista Forestal centroamericana*, 38(1), 67-71.
- Romoleroux, K., Bastidas, E., & Espinel, D. (2018). *Guías de moras del Ecuador*. (P. U. Ecuador, Ed.) Quito, Ecuador: Publicaciones del Herbario QCA.
- Samriti, M. (2014). Studies on genetic diversity in *Rubus ellipticus* (Smith) using molecular markers. (*Tesis de maestría*). Dr Yashwant Singh Parmar University of Horticulture and Forestry, Solan, India.
- Saucier, N. (2016). *Frambuesas ecuatorianas listas para el mercado estadounidense*. (F. Plaza, Productor) Obtenido de <http://www.freshplaza.es/article/96927/Frambuesas-ecuatorianas-listas-para-el-mercado-estadounidense>
- Schippmann, U., Leaman, D., & Cunningham, A. (2002). Impact of Cultivation and gathering of medicinal plants on biodiversity: global trends and issues. *FAO*, 1-21.
- Senilliani, M., Acosta, M., Cisterna, S., Álvarez, P., Guzman, A., Oliet, J., & Brassiolo, M. (2015). Parámetros morfológicos en la producción de algarrobo y brea en vivero.

- Jornadas Forestales de Santiago del Estero* (pág. Simposio llevado a cabo en la V Jornada Forestal). Santiago del Estero: Facultad de Ciencias Forestales – UNSE.
- Sharma, B., Gupta, D., Varshney, M., & Prakash, A. (1981). Rubus ellipticus Smith - a potential antifertility plant. *The Indian Veterinary Medical Journal*, 5, 25-28.
- Sinha, R. (2004). *Modern Plant Physiology*. Obtenido de Google-Books:  
[https://books.google.com.ec/books/about/Modern\\_Plant\\_Physiology.html?id=03S6VbTjCmUC&redir\\_esc=y](https://books.google.com.ec/books/about/Modern_Plant_Physiology.html?id=03S6VbTjCmUC&redir_esc=y)
- Štefančič, M., Štampar, F., & Osterc, G. (2005). Influence of IAA and IBA on root development and quality of Prunus ‘GiSelA 5’ leafy cuttings. *Hortscience*, 40(7), 2052–2055.
- Sulca, T. (2010). Determinación de la actividad antimicrobiana de los extractos de *Acmella repens* (botoncillo), *Urtica dioica* (ortiga negra) y *Sonchus oleraceus* (kana yuyo), plantas registradas en la parroquia La Esperanza – Imbabura sobre *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas*. (*Tesis de pregrado*). Universidad de las Fuerzas Armadas del Ecuador – ESPE, Ibarra, Ecuador.
- Sundriyal, M., & Sundriyal, R. (2001). Wild edible plants of the sikkim himalaya: nutritive values of selected species, India. *Economic Botany*, 55(3), 377–390.
- Undurraga, P., & Vargas, S. (2013). *Manual de frambuesa* (Vol. Boletín N° 264). Quilamapu, Chile: INIA.
- Welander, M. (1985). In vitro culture of raspberry (*Rubus ideaus*) for mass propagation. *Journal of Horticultural Science*, 60(4), 493-499.
- Welander, M. (1985). In vitro culture of raspberry (*Rubus ideaus*) for mass propagation. *Journal of Horticultural Science*, 60(4), 493-499. doi:10.1080/14620316.1985.11515656

Wu, K., Zhang, J., Zhang, G., & Ding, J. (2014). *Epiblema tetragonana* and *Epinotia ustulana* (Lepidoptera: Tortricidae), two potential biological control agents for the invasive plant, *Rubus ellipticus*. *Biological Control*, 77, 51-58.