Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Sede Ibarra

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

Evaluación de sustratos y ácido alfa-naftalenacético para la propagación vegetativa del mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) con fines de conservación en la zona de amortiguamiento en el parque nacional Cotacachi-Cayapas

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

Licenciatura en Ciencias Ambientales y Ecodesarrollo

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Línea de investigación 03: Conservación de la Biodiversidad

SUBLINEA:

Estudio, conservación y manejo de la biodiversidad

AUTOR: VÍCTOR HUGO CALDERÓN ARGOTI

ASESOR: Mgs. PAOLA ALEXANDRA CHÁVEZ GUERRERO

Ibarra, mayo de 2023

Ibarra, 05 mayo de 2023

Mgs. PAOLA ALEXANDRA CHÁVEZ GUERRERO

ASESOR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigente en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



(f)……

Mgs. PAOLA ALEXANDRA CHÁVEZ GUERRERO

C.C.: 1002744090

PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI):



(f)……

Mgs. Paola Alexandra Chávez Guerrero

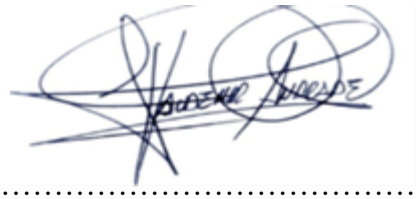
C.C.: 1002744090



(f)……

PhD. Diego Manuel León Tapia

C.C.: 1711668895



(f)……

José Valdemar Andrade Cadena

C.C.: 1001927167

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Víctor Hugo Calderón Argoti, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 de Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: "Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derecho de disponer de sus derechos o autorizar de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia".

Ibarra, 05 mayo de 2023



f): …….

Víctor Hugo Calderón Argoti

C.C.: 1002859039

AUTORÍA

Yo, Víctor Hugo Calderón Argoti, portador de la cédula de ciudadanía N° 1002859039, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o accione legales.



f): …….

Víctor Hugo Calderón Argoti

C.C.: 1002859039

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Víctor Hugo Calderón Argoti, con C.C.: 1002859039, autor del trabajo de grado intitulado: Evaluación de sustratos y ácido alfa-naftalenacético para la propagación vegetativa del mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) con fines de conservación en la zona de amortiguamiento en el Parque Nacional Cotacachi-Cayapas, previo a la obtención del título profesional de Licenciatura en Ciencias Ambientales y Ecodesarrollo, en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontifica Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ibarra, 05 mayo de 2023



f): ……

Víctor Hugo Calderón Argoti

C.C.: 1002859039

DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO EN LA ELABORACIÓN, DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Por medio de la presente declaro conocer y aplicar en la elaboración, desarrollo y evaluación de Proyecto de Titulación: Evaluación de sustratos y ácido alfa-naftalenacético para la propagación vegetativa del mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) con fines de conservación en la zona de amortiguamiento en el Parque Nacional Cotacachi-Cayapas, lo propuesto en el Código de Ética de la investigación y el aprendizaje de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, aprobado por el Consejo Superior de la PUCE con fecha 04 de octubre de 2021.

Para constancia firma:



f): ……

Víctor Hugo Calderón Argoti
C.C: 1002859039
Carrera: Ciencias Ambientales y Ecodesarrollo

Ibarra, 08 octubre de 2021

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a mis padres Víctor Calderón Espinosa y Martha Argoti Vinueza, a mis hermanos Diego Calderón Argoti y Marilyn Calderón Argoti y a mi sobrino Joaquín Rosales Calderón, por haber si las personas que me dieron la motivación diaria junto a la fuerza para cumplir esta meta y seguir adelante, apoyándome y dándome su mano y sus consejos en cada situación que se me presento en el transcurso de este logro para superar todas las adversidades que se me han presentado, ellos son para mí motor para lograr esta meta en mi vida.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero agradecer a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre, ellos quienes me han enseñado la superación, humildad, sacrificio y honradez; de igual manera a valorar todo en esta vida.

La culminación de esta investigación, provoca en mí sentimientos de gratitud hacia todas las personas e instituciones que hicieron posible la realización de esta.

Agradezco también a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra por abrirme sus puertas y haberme aceptado para ser parte de ella en su seno científico y así a la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales para poder estudiar mi carrera al formarme como un profesional ético y competente acorde con las realidad nacional y mundial, así como también a mi asesora Mgs. Paola Alexandra Chávez Guerrero por brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento, por la paciencia y apoyo para guiarme durante el desarrollo de mi investigación.

A mis padres y mis ángeles que están en el cielo por haberme inculcado todos sus valores y guiarme en la formación de mi vida profesional y humana a lo largo de mi vida, incluyendo todos los desvelos, paciencia, amor, perdón y cariño frente a las distintas dificultades en este camino para continuar cumpliendo mis metas y lograr todos mis sueños.

Finalmente me queda por decir una palabra que, aunque suene muy simple encierra y expresa todo lo que un alma no puede en un documento: ¡GRACIAS!

"Nadie tiene éxito sin esfuerzo. Aquellos que tienen éxito se lo deben a la perseverancia"

Ramana Maharshi

ÍNDICE

AUTORÍA iv

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN v

DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO EN LA ELABORACIÓN, DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN vi

DEDICATORIA vii

AGRADECIMIENTO viii

ÍNDICE ix

ÍNDICE DE TABLAS xv

ÍNDICE DE FIGURAS xvii

ÍNDICE DE ANEXOS xviii

RESUMEN 1

ABSTRACT 2

CAPÍTULO I 3

INTRODUCCIÓN 3

CAPÍTULO II 5

OBJETIVOS 5

2.1. Objetivo general 5

2.2. Objetivos específicos 5

2.3. Hipótesis 5

CAPÍTULO III 6

ESTADO DEL ARTE 6

3.1. El mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth) 6
3.2. Distribución del mortiño en el Ecuador 6
3.3. Características del ecosistema natural del mortiño 7
3.4. Clima de los páramos del Ecuador 7
3.5. El mortiño en Imbabura 7
3.6. Descripción botánica 8
3.7. Taxonomía del mortiño 9
3.8. Reproducción 10
3.9. Propagación vegetativa 10
3.10. Sustratos 11
3.11. Sustrato natural del mortiño 11
3.11.1. Tierra negra 11
3.11.2. Pomina 11
3.11.3. Cascarilla de arroz 12
3.12. Ácido Alfa-Naftalenacético (ANA) 12
3.13. Usos del mortiño 12
3.13.1. Uso alimenticio 12
3.13.2. Uso artesanal 13
3.13.3. Uso medicinal 13
CAPÍTULO IV 14
MATERIALES Y MÉTODOS 14
4.1. Materiales e Insumos 14
4.2. Metodología 14

4.2.1. Área de Estudio 14
4.2.2. Puntos de Colecta y Siembra de Estacas 14
4.2.3. Determinación del método de colecta 16
4.2.4. Aspectos a considerar para la formulación de los sustratos 16
4.2.5. Dosis de Ácido Alfa-Naftalenacético 16
4.2.6. Adecuación del sitio de siembra 17
4.3. Procedimiento para la Propagación vegetativa del mortiño 17
4.4. Diseño experimental 18
4.4.1. Factores en estudio 18
4.4.2. Unidades experimentales 19
4.4.3. Esquema del análisis de varianza (ADEVA) 19
4.4.4. Esquema del Ensayo Experimental 20
4.4.5. Análisis funcional 22
4.5. Registro de datos 22
4.6. Datos registrados 22
4.6.1. Porcentaje de plantas prendidas 22
4.6.2. Número de brotes por estaca 22
4.6.3. Longitud de brotes 23
CAPÍTULO V 24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 24
5.1. Evaluación de Sustratos y Ácido Alfa-Naftalenacético 24
5.2. Porcentaje de plantas prendidas 24

5.2.1. Análisis de Normalidad y Homogeneidad de Varianzas para el Porcentaje de plantas prendidas a los 150 días 24
5.2.1.1. Normalidad.....24
5.2.1.2. Homogeneidad de Varianzas.....24
5.2.2. Análisis de varianza ADEVA del Porcentaje de plantas prendidas a los 150 días 25
5.2.3. Pruebas de Significancia para el Porcentaje de plantas prendidas a los 150 días26
5.2.3.1. Prueba de Tukey al 5% para los Sustratos en el análisis de Porcentaje de plantas prendidas a los 150 días mediante el uso del software Rstudio 26
5.2.3.2. Prueba de Tukey al 5% para las Dosis en el análisis de Porcentaje de plantas prendidas a los 150 días mediante el uso del software Rstudio 27
5.2.3.3. Prueba de Tukey al 5% para los Tratamientos en el análisis de Porcentaje de plantas prendidas a los 150 días mediante el uso del software Rstudio 27
5.3. Número de brotes por estaca 29
5.3.1. Análisis de Normalidad y Homogeneidad de Varianzas para el Número de brotes por estaca a los 150 días 29
5.3.1.1. Normalidad.....29
5.3.1.2. Homogeneidad de Varianzas.....29
5.3.2. Análisis de varianza ADEVA del Número de brotes por estaca a los 150 días ..29
5.3.3. Pruebas de Significancia para el Número de brotes por estaca a los 150 días 30
5.3.3.1. Prueba de Tukey al 5% para los Sustratos en el análisis de Número de brotes por estaca a los 150 días mediante el uso del software Rstudio.....30

5.3.3.2. Prueba de Tukey al 5% para las Dosis en el análisis de Número de brotes por estaca a los 150 días mediante el uso del software Rstudio 31
5.3.3.3. Prueba de Tukey al 5% para los Tratamientos en el análisis de Número de brotes por estaca a los 150 días mediante el uso del software Rstudio 32
5.4. Longitud de brotes (cm) 33
5.4.1. Análisis de Normalidad y Homogeneidad de Varianzas para la Longitud de brotes (cm) a los 150 días 33
5.4.1.1. Normalidad 33
5.4.1.2. Homogeneidad de Varianzas 33
5.4.2. Análisis de varianza ADEVA de la Longitud de brotes (cm) a los 150 días 33
5.4.3. Pruebas de Significancia para la Longitud de brotes (cm) a los 150 días 35
5.4.3.1. Prueba de Tukey al 5% para los Sustratos en el análisis de Longitud de brotes (cm) a los 150 días mediante el uso del software Rstudio 35
5.4.3.2. Prueba de Tukey al 5% para las Dosis en el análisis de Longitud de brotes (cm) a los 150 días mediante el uso del software Rstudio 35
5.4.3.3. Prueba de Tukey al 5% para los Tratamientos en el análisis de Longitud de brotes (cm) a los 150 días mediante el uso del software Rstudio 36
5.5. Resultados del mejor sustrato en el análisis de las tres variables investigadas 38
5.6. Resultados de la mejor dosis en el análisis de las tres variables investigadas 38
5.7. Resultados del mejor tratamiento en el análisis de las tres variables investigadas 39
5.8. Discusión 41
5.9. Protocolo para la propagación vegetativa por estacas del mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) 43

CAPÍTULO VI 45
CONCLUSIONES 45
CAPÍTULO VII 47
RECOMENDACIONES 47
CAPÍTULO VIII 49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 49
ANEXOS 53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción Botánica del mortiño 9

Tabla 2 Concentraciones de Ácido Alfa-Naftalenacético 17

Tabla 3 Esquema del ADEVA del diseño experimental 20

Tabla 4 Esquema de la combinación de los factores en estudio 21

Tabla 5 Esquema del análisis de varianza (ADEVA) del Porcentaje de plantas prendidas a los 150 días 25

Tabla 6 Resultados de la Prueba Tukey al 5% para los sustratos en la variable de porcentaje de plantas prendidas a los 150 días 26

Tabla 7 Resultados de la Prueba Tukey al 5% para las dosis en la variable de porcentaje de plantas prendidas a los 150 días 27

Tabla 8 Resultados de la Prueba Tukey al 5% para los tratamientos en la variable de porcentaje de plantas prendidas a los 150 días 28

Tabla 9 Esquema del análisis de varianza (ADEVA) del Número de brotes por estaca a los 150 días 30

Tabla 10 Resultados de la Prueba Tukey al 5% para los sustratos en la variable de número de brotes por estaca a los 150 días 31

Tabla 11 Resultados de la Prueba Tukey al 5% para las dosis en la variable de número de brotes por estaca a los 150 días 31

Tabla 12 Resultados de la Prueba Tukey al 5% para los tratamientos en la variable de número de brotes por estaca a los 150 días 32

Tabla 13 Esquema del análisis de varianza (ADEVA) de la longitud de brotes (cm) a los 150 días 34

Tabla 14 Resultados de la Prueba Tukey al 5% para los sustratos en la variable de longitud de brotes (cm) a los 150 días 35

Tabla 15 Resultados de la Prueba Tukey al 5% para las dosis en la variable de longitud de brotes (cm) a los 150 días 36

Tabla 16 Resultados de la Prueba Tukey al 5% para los tratamientos en la variable de longitud de brotes (cm) a los 150 días 37

Tabla 17 Resultados del mejor sustrato en el análisis de las variables porcentaje de plantas prendidas, número de brotes por estaca y longitud de brotes 38

Tabla 18 Resultados de la mejor dosis en el análisis de las variables porcentaje de plantas prendidas, número de brotes por estaca y longitud de brotes 39

Tabla 19 Resultados del mejor tratamiento en el análisis de las variables porcentaje de plantas prendidas, número de brotes por estaca y longitud de brotes 40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Puntos de Colecta y Lugar de Siembra de las estacas.....15

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Ficha de Identificación de plantas plus 53

Anexo 2 Tabla de Registro de datos 54

Anexo 3 Detalle del campo experimental 54

Anexo 4 Registros fotográficos 56

Anexo 5 Cuadro de promedios de los datos obtenidos 65

Anexo 6 Resultados de la investigación 67

RESUMEN

El mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth), arbusto silvestre perteneciente a la familia Ericaceae con un gran valor ecológico, cultural, social, económico y productivo, es una gran alternativa para ampliar y mejorar el desarrollo de los páramos del Ecuador ya que presentan varios problemas en sus ecosistemas que los vuelven muy frágiles y vulnerables. Al tener pocos estudios previos sobre la propagación de esta especie, se realizó el siguiente estudio que está dirigido a la evaluación de tres tipos de sustratos y tres dosis Ácido Alfa-Naftalenacético (A.N.A) cuya finalidad es establecer un protocolo de propagación vegetativa con el mejor sustrato y dosis de Ácido Alfa-Naftalenacético para esta especie nativa tan importante. La investigación se realizó en la Provincia de Imbabura, Cantón Otavalo, Parroquia San José de Quichinche, Comunidad de Larcacunga, dentro de las evaluaciones realizadas (a los 90, 120 y 150 días), el mejor tratamiento fue T7 (50% Tierra negra + 50% Cascarilla de arroz + Dosis alta de ácido), este tuvo un porcentaje de plantas prendidas de 86,7%, 2,8 de número de brotes por estaca y 1,5 cm longitud de brotes en las evaluaciones, con lo que se llegó a la conclusión de que la especie en estudio se desarrolla de mejor forma en un ambiente natural con presencia de Tierra negra como principal sustrato y la Cascarilla de arroz como medio de aireación. En cuanto a las dosis de la auxina o Ácido Alfa-Naftalenacético la dosis alta fue quién aportó de mejor manera para un desarrollo más adecuado de la planta, incluso en los tratamientos donde no estuvo presente la tierra negra que es el sustrato más adecuado para la especie.

Palabras clave: mortiño, nativa, sustratos, propagación, auxina.

ABSTRACT

The mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth), a wild shrub belonging to the Ericaceae family with a great ecological, cultural, social, economic and productive value, is a great alternative to expand and improve the development of the moors of Ecuador since they present several problems in their ecosystems that make them very fragile and vulnerable. Having few previous studies on the propagation of this species, I present the following study that is aimed at the evaluation of three types of substrates and three Alpha-Naphthaleneacetic Acid (ANA) doses whose purpose is to establish a vegetative propagation protocol with the best Substrate and dose of Alpha-Naphthaleneacetic Acid for this important native species. The research was carried out in the Imbabura Province, Otavalo Canton, San José de Quichinche Parish, Larcacunga Community, within the evaluations carried out (at 90, 120 and 150 days), the best treatment was T7 (50% black soil + 50% Rice husk + High dose of acid), this had a percentage of plants on fire of 86,7%, 2,8 number of shoots per stake and 1,5 cm length of shoots in the evaluations, with which it was concluded that the species under study develops better in a natural environment with the presence of Black Earth as the main substrate and rice husk as a means of aeration. Regarding the doses of auxin or Alpha-Naftalenacetic Acid, the high dose was the one that best contributed to a more adequate development of the plant, even in the treatments where the black earth was not present, which is the most suitable substrate for the species.

Keywords: mortiño, native, substrates, spread, auxin.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth), arbusto silvestre perteneciente a la familia Ericaceae, también conocido por su gente en los páramos ecuatorianos como uva de monte (Coba, Coronel, Verdugo, Paredes, Yugsi y Huachi, 2012), este arbusto crece en forma natural en los páramos andinos ecuatorianos, el cual no se ha logrado domesticar en el país con fines productivos, la cantidad que es consumida proviene exclusivamente del medio silvestre, por lo cual se hace necesario encontrar una manera eficiente para que se pueda establecer un cultivo de mortiño *Vaccinium floribundum* Kunth, caso contrario los habitantes de sectores donde exista esta especie de manera silvestre, seguirían viéndose forzados al actual método de explotación extractivista , de los frutos, disminuyendo así las oportunidades de mejorar sus ingresos o establecer un sistema eficiente de exportación (Riera, 2011).

En el Ecuador el mortiño, *Vaccinium floribundum* Kunth, es una de las especies nativas más representativas en las zonas alto andinas, ésta se ha arraigado fuertemente a la cultura de tal manera que su consumo se relaciona con ritos tanto kichwas como católicos, el mejor ejemplo es su gran consumo en los meses de octubre y noviembre, cercano al día de difuntos, coincidencialmente estas son las épocas de mayor producción de la planta. Además, el mortiño, posee propiedades nutritivas bastante importantes, contiene minerales como Fe, Cu, Zn, Ca, Mg, K; vitamina C, A y varias vitaminas del complejo B, también es considerado como de bajo contenido de grasas y con propiedades antioxidantes (Coba et al., 2012).

La especie presenta una muy larga historia en cuanto a su uso en nuestro país Ecuador principalmente, donde la cultura es uno de los más importantes aspectos del mortiño ya que es muy utilizado para la elaboración de la colada morada, cuya bebida es tradición en el Día de los difuntos además de ser usada para elaborar otros platos que de igual manera son consumidos en la misma fecha (Coba et al., 2012), es importante mencionar que al día de hoy el uso del mortiño ha avanzado mucho ya que también se puede realizar vinos, mermeladas, helados, postres, entre otros.

En tiempos actuales se han realizado múltiples estudios que buscan la reproducción del mortiño *Vaccinium floribundum* por diferentes métodos, la mayoría de ellos *in vitro*, pero los resultados han sido bastante variables (Torres, Trujillo y Arahana, 2010), y los intentos de germinación han sido un fracaso, con resultados nulos (Caranqui, 2017), siendo hasta el momento el único método eficiente de propagación el cultivo de tejidos (Meneses, Dueñas, Recto y Morillo, 2018), pero estos han quedado ahí, en el laboratorio, sin llegar a establecer un cultivo, por eso resulta importante encontrar métodos de adaptación de esta especie y nuevos sitios donde la especie pueda llegar a adaptarse sin ningún problema.

La falta de información para la especie es un limitante ya que sigue siendo una especie que se encuentra en domesticación y no se conoce un protocolo previo para la propagación por estacas de *Vaccinium floribundum* Kunth que sirva como base para la elaboración de una investigación basada en la propagación, producción y conservación de la especie, pero a partir de las distintas poblaciones silvestres que existen en los distintos paramos del Ecuador y en los mercados que ofertan esta especie se han obtenido distintas muestras que sirven para realizar investigaciones basadas en sus características y las distintas propiedades que presenta la especie que son muy ricas en componente nutricionales además de su potencial químico que presenta varios usos medicinales (Vasco, Riihinen, Ruales y Kamal-Eldin, 2009).

CAPÍTULO II

OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar dosis de ácido alfa-naftalenacético en diferentes tipos de sustrato para la propagación vegetativa del mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.) con fines de conservación de la especie obtenida de la zona de amortiguamiento en el Parque Nacional Cotacachi-Cayapas.

2.2. Objetivos específicos

- Establecer la formulación de tres tipos sustratos para la propagación vegetativa por estacas de la especie arbustiva de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.).
- Evaluar el efecto de tres dosis de Ácido Alfa-Naftalenacético en el desarrollo de brotes sobre el material vegetativo obtenido de las plantas de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.).
- Elaborar un protocolo técnico sobre la propagación vegetativa por estacas de la especie arbustiva de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.).

2.3. Hipótesis

- Hipótesis alternativa

Las combinaciones de sustratos y ácido tienen incidencia en la propagación vegetativa de *Vaccinium floribundum* Kunth.

- Hipótesis Nula

Las combinaciones de sustratos y ácido no tienen incidencia en la propagación vegetativa de *Vaccinium floribundum* Kunth.

CAPÍTULO III

ESTADO DEL ARTE

3.1. El mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth)

Esta especie vegetal se caracteriza por sus bondades tanto organolépticas, tradicional, cultural y nutricionales para el consumo humano, debido al uso ancestral que está relacionado con las fiestas religiosas en especial la de día de difuntos en Ecuador, para preparar alguno platos tradicionales como la colada morada (Coba et al., 2012).

En la provincia de Imbabura, la principal forma de explotación de esta especie en referencia, es la recolección de los frutos en áreas silvestres, se estima que un aproximado de 180 familias se benefician de esta planta y la gran mayoría son familias campesinas de la etnia Kichwa, especialmente a quienes está ubicados en la zona norte y sur del volcán Cotacachi, de quienes se estima recolectan más de 1000 toneladas al año (Tituaña, 2013) y esto sólo para consumo casi exclusivamente local. De igual manera encontramos en varias provincias del Ecuador que cosechan este fruto ancestral para la distinta gastronomía que existe en estos lugares, como es el caso de la provincia de Pichincha en el cantón Mejía, donde muestran un continuo uso del mortiño para su variada gastronomía (Loján, 2003), otros de los lugares tradicionales donde encontramos al mortiño, pero esta vez en una presentación de bebida como es el vino de mortiño es la provincia de Cotopaxi en el cantón Sigchos.

Cabe recalcar que esta fruta también tiene un gran potencial de exportación, porque se ha demostrado sus altos valores nutricionales en especial por su gran contenido de antioxidantes y de vitamina C (Coba et al., 2012); además, de un bajo contenido de almidones (Chaparro y Becerra, 1999), cosa que buscan muchas personas en dietas modernas.

3.2. Distribución del mortiño en el Ecuador

El mortiño *Vaccinium floribundum* Kunth es una especie nativa de los páramos del Ecuador donde se la puede encontrar a lo largo de la sierra andina desde la provincia del Carchi hasta la provincia de Loja, principalmente en las provincias de Imbabura, Pichincha, Cotopaxi,

Tungurahua, Chimborazo y Azuay (Tropicos, 2023), es decir atraviesa toda la cordillera de los Andes ecuatorianos. En cuanto al rango altitudinal que se encuentra esta especie menciona Ulloa y Moller (1995), que está presente en una altura que va desde los 1400 msnm hasta alcanzar los 4500 msnm cuya altura más alta se ha registrado en la provincia de Cotopaxi.

3.3. Características del ecosistema natural del mortiño

Hofstede, Mena y Segarra, (2003), mencionan que el ecosistema donde se encuentra habitualmente la especie *Vaccinium floribundum* Kunth son los páramos que van desde la zona media hasta la zona alta, localizándose también en bosques de neblina montanos, subpáramos, pastizales y matorrales, dentro de las características del ecosistema natural de esta especie está el rango altitudinal el cual va desde 2800 msnm hasta los 4500 msnm (Freire, 2004), con una vegetación muy amplia en la cual se puede encontrar una gran variedad de especies vegetativas desde arbustos hasta arboles de mediana altura.

3.4. Clima de los páramos del Ecuador

Dentro de lo que abarca la larga cordillera de los Andes ecuatorianos encontramos que Vásconez y Hofstede, (2006), mencionan que los páramos de la sierra andina del Ecuador presentan una temperatura fría y húmeda, con cambios muy drásticos que pueden variar desde los 30°C hasta los 0°C, todo este cambio de la temperatura tan fuerte se debe a la elevación, posición geográfica de las influencias oceánicas y la orientación del viento hacia las cordilleras.

3.5. El mortiño en Imbabura

En la investigación realizada por Ayala (2017), encontramos como parte de su resultados que en Imbabura existe una gran demanda de la especie y un nivel muy bajo de oferta, debido a que la mayoría de colectas realizadas provienen de cultivos silvestres, muchos de estos se encuentran en zonas de difícil acceso y además la mayoría se encuentran en lugares de conservación de flora y fauna como es el Parque Nacional Cotacachi-Cayapas, frente a esta

situación es de suma importancia buscar estrategias que nos permita cubrir esta situación de oferta y demanda de manera controlada, donde se permita asegurar la conservación del mortiño y la explotación de este recurso para que se mantenga y se realice de manera sostenible, reduciendo así las amenazas a las poblaciones naturales de la especie, al mismo tiempo conservando la fauna y generando alternativas de beneficio económico a las comunidades de la zona mejorando así su calidad de vida.

En el de la Enciclopedia de plantas útiles del Ecuador realizado por De la Torre, Navarrete, Muriel, Macía y Balslev, (2008), podemos encontrar que al día de hoy en el Ecuador el mortiño es una planta que tiene diversos usos, como pueden alimenticios, medicinales y artesanales, a pesar de estos usos que tiene la planta como tal se tiene poco conocimiento de cultivos comerciales de la especie, la principal fuente de este recurso está basada de la recolección de plantas silvestres que existen en las diferentes zonas de la provincia de Imbabura la cual es realizada por habitantes de las distintas comunidades de los páramos andinos.

3.6. Descripción botánica

Arbustos enanos, de 1,5 m de alto. Las hojas son alternas de 2 cm de largo, duras, lanceoladas y con el borde aserrado. La inflorescencia se presenta en racimos de 6 a 10 flores, las que miden 8 mm de largo, la corola es cilíndrica con 4 o 5 dientes, de color blanco o rosado rojizo. Los frutos son redondeados, miden hasta 8 mm de diámetro, carnosos, de color negro-azul, morado a veces con una cubierta cerosa. (Aguilar, Hidalgo y Ulloa, 2009).

Tabla 1

Descripción Botánica del mortiño

Descripción Botánica del Mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth)	
Hábito:	Arbusto con una altura de 1,50 - 2 m.
Hábito de crecimiento:	Vertical
Reproducción:	Semillas, yemas
Distribución:	Ecosistema del Páramo, Andino, Ecuador
Inflorescencia:	Racimo de 6 a 8 flores
Fruto:	En forma de baya
Color de la baya:	Azul negruzca
Forma de las hojas:	Coriáceas, ovaladas
Meses de floración:	Septiembre, Octubre, Noviembre

Nota. La Tabla 1 indica la descripción botánica del mortiño, la cual contiene el hábito, su distribución, inflorescencia, fruto, color de la baya, color de las hojas y sus meses de floración. (Gallardo de la Puente, 2015)

3.7. Taxonomía del mortiño

El mortiño pertenece al Reino Plantae, Filo Magnoliophyta, Clase Magnoliopsida, Orden Ericales, Familia Ericaceae, Nombre Científico *Vaccinium floribundum*, Sinonimia *Vaccinium mortinia*. (Freire, 2004). En Ecuador podemos encontrar tres variedades representativas de mortiño, las cuales son nativas *Vaccinium Crenatum y Vaccinium Distichum,* y *Vaccinium Floribundum*. (Gallardo de la Puente, 2015).

Luteyn (1999), en la investigación de este autor menciona que el mortiño pertenece a la familia de las Ericaceae, es uno de los componentes florísticos más sobresalientes del neotrópico, comunes en las zonas montañosas de noroccidente de Sudamérica, especialmente en la vertiente del pacífico de los Andes.

Además, Gallardo de la Puente (2015), encontró en su investigación que los cambios de coloración y las reacciones químicas que se generan en el mortiño se relacionan directamente

con la luz y temperatura, la presencia del oxígeno y bióxido de carbono en los procesos respiratorios a nivel celular, además de los ácidos orgánicos como el ácido málico y ácido oxálico que son los responsables del sabor en el mortiño.

3.8. Reproducción

La especie *Vaccinium floribundum* Kunth "mortiño", es una especie de alto potencial agrícola, la germinación de las semillas ha resultado un fracaso, llegando a tener resultados del 0% de germinación (Caranqui, 2017), debido a esto se han realizado algunos estudios In Vitro de propagación de semillas en medios inertes o a través de material vegetativo, los cuales han aportado ciertos resultados, en el caso de las semillas se ha conseguido hasta el 60,7 % de germinación In Vitro (Torres et al., 2010).

3.9. Propagación vegetativa

En cuanto a la propagación por material vegetativo se han obtenido resultados muy variables, desde algunos muy ineficientes como relata Muñoz (2010), quien hizo ensayos con estacas, microestacas y cultivo de tejidos In Vitro del cual no obtuvo resultados concluyentes. Sin embargo, Cano et al., (2015) tuvieron éxito en la propagación asexual, pero de una especie de la misma familia el *Vaccinium meridionale* Swart.

Calderón (1993, como se citó en Jiménez, 2004) nos dice que este tipo de multiplicación antigua es uno de los métodos más comunes de obtención de plantas; esta técnica señala que, al tomar una parte vegetativa de la planta, en este caso se puede hablar de ramas, y colocarla en un medio adecuado se puedan originar raíces y por ende una nueva planta completa.

Se hace evidente que hasta el momento no se ha logrado una forma de reproducción artificial de la planta que tenga éxito, puesto que ya hay muchos ensayos los cuales han logrado la reproducción In vitro, ninguno ha alcanzado a establecer un cultivo, sólo Torres et al. (2010), mencionan un intento por aclimatar el material vegetal reproducido, por el método que ellos utilizaron, pero no fue tan exitoso, porque a pesar de que la parte aérea de la planta era muy

vigorosa, el sistema radicular era bastante débil, y no lograba asirse adecuadamente a los sustratos.

3.10. Sustratos

Según Soria (2012, como se citó en Pérez, 2019), el término sustrato se aplica a todo material sólido diferente del suelo común, que puede ser resultado de procesos naturales, residuales o de síntesis, puede ser de origen orgánico o mineral y que colocado en un contenedor puede servir como medio de sustento para el sistema radicular de las plantas.

3.11. Sustrato natural del mortiño

Tomando en cuenta las investigaciones realizadas dirigidas hacia el mortiño y la investigación de los páramos ecuatorianos realizada por Vásconez y Hofstede, (2006), menciona que el sustrato o la tierra donde crece de manera natural el mortiño es la tierra negra o tierra de páramo, la cual se encuentra presente en todos los páramos de la sierra andina del Ecuador, cuyo medio debe estar presente para cualquiera de las plantas que se encuentren en estos ecosistemas.

3.11.1. Tierra negra

En la investigación de Padilla (1999, como se citó en Narváez, 2014), indica que se realizó estudios de estos suelos en el Ecuador, y los denominaron negro andino, aquellos que se encuentran de 3000 a 4000 m.s.n.m., en donde expresa, que estos suelos son francos con 100% de retención de agua, se localizan en vertientes de las cordilleras con pendientes de suaves a fuertes.

3.11.2. Pomina

Es de origen volcánico, este material es sometido a temperaturas de 1000 °C para modificar su estructura. Esta químicamente constituida por bióxido de magnesio y sodio en forma de óxidos. Como sustrato aumenta la capacidad de aireación y drenaje (Caso et al., 2010).

3.11.3. Cascarilla de arroz

Este es un subproducto y/o residuo de una actividad agrícola e industrial; es decir, es un sustrato de origen orgánico que debe someterse a un proceso de compostaje para su adecuación como sustrato (Cadehia, 2000).

3.12. Ácido Alfa-Naftalenacético (ANA)

El ácido α-Naftalenacético (ANA), actúa estimulando la actividad fisiológica de la planta, que actúa sobre los puntos de crecimiento activo en diferentes procesos. Es un activador enzimático que afecta la división celular, promoviendo la emisión radical en las plantas por trasplantar o en plantas ya sembradas. (Silva, 2011).

Además, en la investigación realizada por Silva, (2011) menciona que el Ácido Alfa-Naftalenacético es un poderoso estimulante hormonal, el cual es empleado para la propagación asexual por medio de estacas, para el enraizamiento de acodos y esquejes y para estimular la formación de macollas.

Como resultados del uso del ácido alfa-naftalenacético se demuestra en la investigación realizada por Castrillón et al., (2008) donde demuestran la viabilidad del uso de ácido alfa-naftalenacético como enraizante hormonal de estacas o esquejes de agraz o mortiño, ya que como conclusiones de su trabajo ellos afirman que el uso de hormonas es viable para inducir el desarrollo de las raíces adventicias en esta especie.

3.13. Usos del mortiño

Según Echeverry y Toro (2009), el mortiño tiene una diversidad de usos, el más representativo en el Ecuador es el alimenticio, a continuación, se exponen además de esté varios usos de la planta y el fruto

3.13.1. Uso alimenticio

El fruto no solo es de consumo animal es rico en antioxidantes, contiene un alto contenido de vitamina C y vitaminas del complejo B, también minerales como potasio (K), calcio (Ca),

fósforo (P) y magnesio (Mg); proteínas, fibra, un alto contenido de agua y es de buen sabor, el principal uso alimenticio que se le da en nuestro país es para la elaboración de la colada morada, además al día de hoy se ha visto que se usa para la elaboración jugos, mermeladas, postres, vinos, salsas, entre otros. (Coba et al., 2012).

3.13.2. Uso artesanal

El mortiño es un arbusto ideal el cual tiene distintos usos como puede ser para fines ornamentales por las características de sus hojas (brillantes, lisas, de color granate y rosadas cuando son jóvenes), se puede obtener un tinte de sus frutos el cual es usado para la artesanía, (Aguilar et al., 2009), por otra parte, hay reportes del uso de la planta entera usada como combustible para maquinaria ligera de campo (Coba et al., 2012).

3.13.3. Uso medicinal

Se ha reportado el uso de los frutos del mortiño para tratar diferentes dolencias como es el caso de la gripe, debilidad, reumatismo, además el consumo crudo de los frutos del mortiño ayuda a restablecer los niveles normales de azúcar en la sangre en personas con problemas de hipoglicemia y diabetes. (Aguilar et al., 2009), además se usa igualmente las flores del mortiño para tratar enfermedades del sistema nervioso.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales e Insumos

- Planta madre de mortiño
- Estacas de mortiño
- Bandejas de germinación
- Agua
- Recipientes
- Guantes
- Letreros
- Tierra Negra
- Pomina
- Cascarilla de Arroz
- Ácido Alfa-Naftalenacético

4.2. Metodología

4.2.1. Área de Estudio

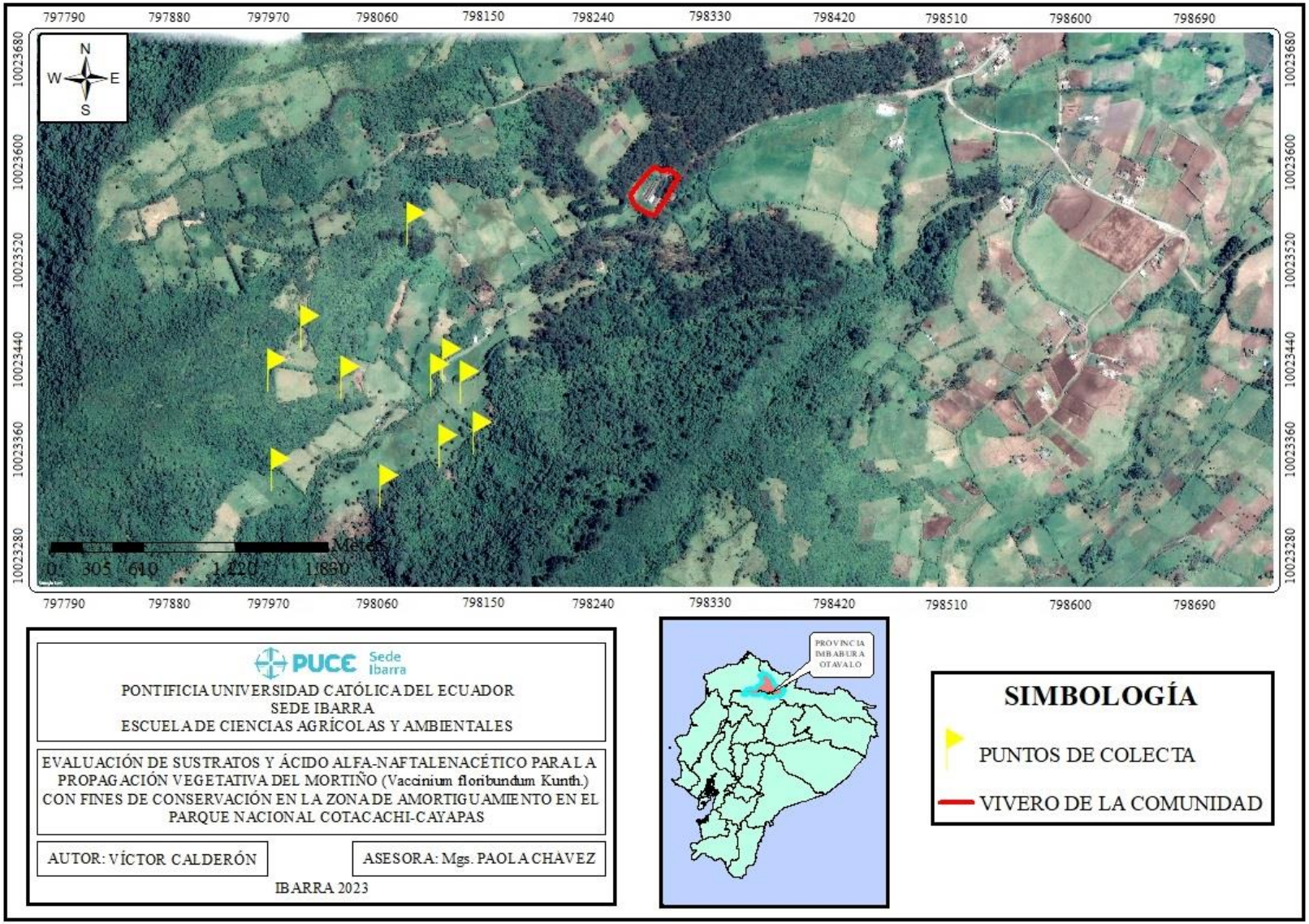
El presente estudio fue realizado en la Provincia de Imbabura, Cantón Otavalo, Parroquia San José de Quichinche, Comunidad de Larcacunga (0º12'58.0248" N 78º18'58.4352"W) se encuentra a una altura entre 2900 m.s.n.m.

4.2.2. Puntos de Colecta y Siembra de Estacas

El lugar de colecta fue en los páramos de la Comunidad de Larcacunga con la guía de las personas que viven en esta comunidad, además el lugar donde se realizó la siembra de las estacas fue en un vivero de la comunidad, el cual se encuentra a una altura de 2900 m.s.n.m. con una temperatura que varía desde los 19ºC a los 4ºC.

Figura 1

Puntos de Colecta y Lugar de Siembra de las estacas



Nota. Mapa de los puntos donde se realizó la colecta de las estacas y el vivero de la Comunidad de Larcacunga donde se hizo la siembra de las estacas.

4.2.3. Determinación del método de colecta

El método que se utilizó para seleccionar las plantas de donde se van a obtener los esquejes o estacas fue la metodología para selección de plantas plus (Vallejos et al., 2010), la cual consiste en identificar las mejores plantas con las mejores características fenotípicas, las cuales serán: tamaño de planta, cantidad y calidad de fruto, identificando un número de 10 a 15 árboles (Willan, 1991), de estos arbustos se procedió a compararlos con 4 o 5 vecinos que se encuentren alrededor de 20 m a la redonda, para este procedimiento se lo realizó con la ayuda de la Ficha de identificación de plantas plus (Anexo 1).

Se procedió a seleccionar las mejores especies de mortiño las cuales nos sirvieron para realizar el método de propagación vegetativa por medio de estacas, hasta conseguir 450 estacas y luego de haber obtenido las estacas se pondrán dentro de recipientes en un lugar fresco, seco y alejado de la luz solar, y pasarán a una selección. (Echeverry y Toro, 2009).

4.2.4. Aspectos a considerar para la formulación de los sustratos

La formulación de los sustratos que se utilizaron en esta investigación fueron basados en investigaciones previas realizadas por Silva (2011) y Catota (2021), los cuales usaron sustratos similares y el principal sustrato que usaron fue la Tierra negra o Tierra de páramo, para lo cual nos dice que en cualquier investigación que se realice del mortiño debe ser uno de los principales sustratos a ser usado, además previo al haber realizado una revisión literaria añadí dos sustratos que son la Cascarilla de arroz y la Pomina que tienen buenas características físicas y son un excelente medio de aireación los cuales pueden ser de gran ayuda para el desarrollo correcto del mortiño, con esta propuesta personal de estos tres sustratos se procedió a realiza una mezcla propia para lograr así una composición equilibrada que cumpla con las necesidades de esta especie.

4.2.5. Dosis de Ácido Alfa-Naftalenacético

La preparación de las dosis de Ácido Alfa-Naftalenacético usadas para esta investigación se la realizó en recipientes de plástico previamente limpiados y desinfectados, en los cuales se

colocaron diferentes concentraciones de ácido y agua para su disolución, y así lograr la concentración planteada que se usó en el desarrollo de la investigación.

Tabla 2

Concentraciones de Ácido Alfa-Naftalenacético

DOSIS	ÁCIDO	AGUA	CONCENTRACIÓN
Recomendada	50 g	1000 cm^3	0,05 g/cm^3
Alta	45 g	500 cm^3	0,09 g/cm^3
Media	33 g	500 cm^3	0,06 g/cm^3
Baja	15 g	500 cm^3	0,03 g/cm^3

Nota. Se representa la concentración recomendada para la disolución de Ácido Alfa-Naftalenacético como lo menciona Silva (2011), comparada con las concentraciones usadas en esta investigación, las cuales fueron diluidas en una menor concentración de agua para su evaluación.

4.2.6. Adecuación del sitio de siembra

Se realizó la limpieza de las camas de repique existentes en el vivero a lo largo de 5,50 m y a lo ancho de 2 m con fungicidas e insecticidas, las cuales estuvieron cubiertas con sarán y sujetas con varillas a los lados con la finalidad de proteger a las estacas sembradas en las bandejas de germinación del viento y la lluvia, además se ubicaron letreros guías para la fácil identificación de cada tratamiento previo a evaluarse.

4.3. Procedimiento para la propagación vegetativa del mortiño

Elorza (2009), en su investigación de reproducción de plantas nos explica el siguiente procedimiento para la propagación de especies por medio de la técnica de estacas.

1) Se cortan ramas que tengan el grosor aproximado de 12 mm.

2) El corte de la base de las estacas, se hace justo por debajo de un nudo o yema, y el corte superior, de 2,5 cm por encima de otro nudo. El corte de la base, recto, y el corte del

extremo, en bisel (inclinado). Eliminar hojas y brotes si los hubiera para evitar la excesiva transpiración que podría secarlas.

3) Generalmente las estacas se plantan en recipientes a cubierto, aunque también se puede hacer al aire libre plantadas directamente en el suelo.

4) Antes de plantar las estacas, para favorecer el enraizamiento, se impregna o moja la base, 3 cm, con hormonas de enraizamiento en polvo o líquido.

5) Es muy importante mantener la polaridad del esqueje, es decir, clavar la estaca en el substrato por el extremo inferior, no el superior.

4.4. Diseño experimental

La técnica para la investigación propuesta utilizó la aplicación de un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial AxB (DCA - AxB). Con un arreglo combinatorio de 5 x 3 con 3 repeticiones por cada tratamiento, el modelo para esta investigación se seleccionó a partir de la base conceptual que existe de los modelos para desarrollar un diseño experimental, la cual nos dice que un diseño completamente al azar (DCA) debe tener 2 o más tratamientos, homogeneidad y que no existan factores no controlables, como es el caso de la presente investigación se tiene dos factores de estudio que son los sustratos y las dosis de ácido los cuales son factores controlables y 15 tratamientos en estudio.

- Tratamientos: 5 combinaciones de sustratos y 3 dosis de ácido = 15
- Repeticiones: 3
- Unidades experimentales: 45

4.4.1. Factores en estudio

Los factores utilizados para esta investigación se basaron en los estudios realizados de Silva (2011), en la cual utiliza de igual manera una combinación de sustratos con dosis para la elaboración de sus tratamientos, en el caso de mi investigación para el Factor A Sustratos se

realizó cinco combinaciones diferentes de los sustratos planteados y para el Factor B Dosis se planteó tres medidas de dosis de la hormona utilizada en esta investigación.

a) Factor A Sustratos

   A1) 100% Tierra negra

   A2) 50% Tierra negra + 50% Pomina

   A3) 50% Tierra negra + 50% Cascarilla de arroz

   A4) 50% Pomina + 50% Cascarilla de arroz

   A5) 40% Tierra negra + 30% Pomina + 30% Cascarilla de arroz

b) Factor B Dosis de ácido alfa-naftalenacético

   B1) Dosis alta (0,09 g/cm^3)

   B2) Dosis media (0,06g/cm^3)

   B3) Dosis baja (0,03g/cm^3)

4.4.2. Unidades experimentales

Las unidades experimentales es un objeto o cosa que nos ayuda a obtener un dato que se pueda medir referente a la variable o variables planteadas Pinto (2018), en esta investigación consisten en la siembra de 10 estacas por cada uno de los 15 tratamientos planteados de los cuales se realizó 3 repeticiones obteniendo un total de 450 estacas sembradas en bandejas de germinación de 40 huecos, en un área de 5 m de largo y 1,8 m de ancho cubiertas por sarán para controlar la lluvia y el sol de manera directa en las estacas.

4.4.3. Esquema del análisis de varianza (ADEVA)

Los datos obtenidos de la investigación se estudiaron en un análisis estadístico ADEVA, donde se mostró que las fuentes de variación que son los tratamientos, los factores A y B, y la interacción que existe entre estos dos factores en estudio.

Tabla 3

Esquema del ADEVA del diseño experimental

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	44
Tratamientos	14
Factor A Sustratos	4
Factor B Dosis	2
Interacción AxB	8
Error experimental	30

Nota. La Tabla 3 representa el esquema del ADEVA que se utilizó en esta investigación, el cual nos muestra los tratamientos y factores que intervendrán en ella.

4.4.4. Esquema del Ensayo Experimental

El esquema implementado para esta investigación se basa en un modelo de combinación factorial que se usa en modelos de diseño completamente al azar (DCA) A x B, el cual involucra los factores en estudio que son los sustratos y las dosis de ácido Alfa-Naftalenacético, teniendo en cuenta estos factores se realizó el arreglo combinatorio 5 x 3 con 3 repeticiones, teniendo como resultado una combinación factorial equilibrada en cuanto al factor A que son los sustratos con el factor B que son las dosis de ácido Alfa-Naftalenacético.

Tabla 4

Esquema de la combinación de los factores en estudio

Nº	SIMBOLOGÍA DE LOS TRATAMIENTOS	TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
1	T1	A1B1	100% Tierra negra + Dosis alta de ácido
2	T2	A1B2	100% Tierra negra + Dosis media de ácido
3	T3	A1B3	100% Tierra negra + Dosis baja de ácido
4	T4	A2B1	50% Tierra negra + 50% Pomina + Dosis alta de ácido
5	T5	A2B2	50% Tierra negra + 50% Pomina + Dosis media de ácido
6	T6	A2B3	50% Tierra negra + 50% Pomina + Dosis baja de ácido
7	T7	A3B1	50% Tierra negra + 50% Cascarilla de arroz + Dosis alta de ácido
8	T8	A3B2	50% Tierra negra + 50% Cascarilla de arroz + Dosis media de ácido
9	T9	A3B3	50% Tierra negra + 50% Cascarilla de arroz + Dosis baja de ácido
10	T10	A4B1	50% Pomina + 50% Cascarilla de arroz + Dosis alta de ácido
11	T11	A4B2	50% Pomina + 50% Cascarilla de arroz + Dosis media de ácido
12	T12	A4B3	50% Pomina + 50% Cascarilla de arroz + Dosis baja de ácido
13	T13	A5B1	40% Tierra negra + 30% Pomina + 30% Cascarilla de arroz + Dosis alta de ácido
14	T14	A5B2	40% Tierra negra + 30% Pomina + 30% Cascarilla de arroz + Dosis media de ácido
15	T15	A5B3	40% Tierra negra + 30% Pomina + 30% Cascarilla de arroz + Dosis baja de ácido

Nota. La Tabla 4 representa la combinación realizada de los factores en estudio utilizados en la investigación, los cuales se traducen en 15 combinaciones o tratamientos.

4.4.5. Análisis funcional

Se utilizó la Prueba Tukey al 5%, en caso de mostrar diferencias significativas entre los métodos aplicados, con la ayuda del software Microsoft Excel versión 2016 MSO (16.0.4266.1001) 64 bit licencia Microsoft Office Professional Plus 2016 y RStudio versión 4.2.2 (2022.12.0-353) de licencia libre.

4.5. Registro de datos

Al iniciar esta investigación no se contaba con un estudio previo en nuestro país para la metodología empleada, por tanto, se tomó como referencia estudios en especies de plantas similares realizadas en otro país como Colombia y los estudios realizados por Silva (2011), para lo cual en este estudio se planteó que las evaluaciones se realicen cada 30 días, es decir a los 30, 60 y 90 días, pero debido a que se observó la presencia de las yemas después de los 90 días de haber empezado la investigación, se aplazó la toma de datos para los 120 y 150 días, lo que nos da un total de 5 meses de investigación.

4.6. Datos registrados

4.6.1. Porcentaje de plantas prendidas

Para este dato se tomó como referencia la investigación realizada por Silva (2011), y se considera estaca prendida la que se presenta yemas brotadas y para ello se hizo la relación entre el número de estacas que presenta brotes con el número total de estacas sembradas por tratamiento a los 90, 120 y 150 días, se empleó la siguiente fórmula porcentaje de plantas prendidas:

$$\textbf{\% Plantas prendidas} = \frac{\#\text{ estacas con brotes} \times 100}{\#\text{ total de estacas por tratamiento}}$$

4.6.2. Número de brotes por estaca

Para la toma de este dato se tomó en cuenta los brotes por cada estaca con un promedio realizado entre el número de estacas por tratamiento en los días 90, 120 y 150, tomando como

ejemplo la investigación de Silva (2011), la fórmula de número de brotes por estaca, empleada es:

$$\textbf{\# Brotes por estaca} = \frac{\sum \text{\# brotes / estaca}}{\text{\# estacas con brotes por tratamiento}}$$

4.6.3. Longitud de brotes

Para los registros de este último dato se midió la longitud que presentaron los brotes en cm., como lo realizo en su investigación tomando como ejemplo la investigación de Silva (2011), y con ello se hizo una relación con el dato de número de estacas prendidas por tratamiento, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\textbf{Longitud de brotes (cm)} = \frac{\sum \text{Longitud (cm)}}{\text{\# brotes por estacas prendidas por tratamiento}}$$

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Evaluación de Sustratos y Ácido Alfa-Naftalenacético

Para la evaluación de los resultados se procedió al procesamiento de los datos obtenidos a los 90, 120 y 150 días de los tres parámetros que se analizaron en esta investigación los cuales son porcentaje de plantas prendidas, número de brotes por estaca y la longitud de los brotes (cm), posteriormente se realizó el procesamiento y análisis de estos datos mediante la ayuda del Software Excel y RStudio, los cuales ayudan a obtener los resultados requeridos implementando el método de diseño experimental de diseño completamente al azar (DCA AxB) propuesto para esta investigación obteniendo así las siguientes tablas y figuras que muestran los resultados a los 150 días de cada parámetro en sus tres instancias de medición y los resultados del mejor sustrato y la mejor dosis para ser analizados y explicados.

5.2. Porcentaje de plantas prendidas

5.2.1. Análisis de Normalidad y Homogeneidad de Varianzas para el Porcentaje de plantas prendidas a los 150 días

5.2.1.1. Normalidad

Ho: Hay normalidad **se acepta**
Ha: No hay normalidad **se rechaza**

Con los datos analizados en este experimento se obtuvo que el p-value=0,3416>0,05 se llega a la conclusión de rechazar Ha y aceptar Ho.

5.2.1.2. Homogeneidad de Varianzas

Ho: S1=S2=S3=S4=S5	**se acepta**	Ho: D1=D2=D3	**se acepta**
Ha: S1≠S2≠S3≠S4≠S5	**se rechaza**	Ha: D1≠D2≠D3	**se rechaza**

Con los datos analizados en este experimento p-value=0,2198>0,05 y p-value=0,9087>0,05 se llega a la conclusión de aceptar la Ho y rechazar Ha, es decir que existe homogeneidad en las varianzas Sustratos y Dosis siento estas iguales.

5.2.2. Análisis de varianza ADEVA del Porcentaje de plantas prendidas a los 150 días

La siguiente tabla representa los resultados de los análisis de varianza ADEVA para el Porcentaje de plantas prendidas a los 150 días.

Tabla 5

Esquema del análisis de varianza (ADEVA) del Porcentaje de plantas prendidas a los 150 días

FV	GL	SC	CM	Fo	F0.05	F0.01	Significancia
Total	44	161,91					
Tratamientos	14	95,91	6,851	3,129	2,037	2,742	**
Bloques	5	0,31	0,06	0,028	2,534	3,699	NS
Sustratos(S)	4	63,47	15,867	7,246	2,690	4,018	**
Dosis (D)	2	18,98	9,489	4,334	3,316	5,390	*
I SxD	8	13,47	1,683	0,769	2,266	3,173	NS
Error	30	65,69	2,190				

Nota. La Tabla 5 representa el análisis de varianza de los resultados para el porcentaje de prendimiento a los 150 días, en la cual se puede observar que existe una significancia muy alta (**) entre tratamientos y entre sustratos, nos indica también que existe una significancia, alta (*) para las dosis y que no hay significancia para la interacción sustratos con dosis, además en como parte de este análisis se obtuvo un **Coeficiente de variación = 28,70%**.

Con estos resultados podemos analizar que existe una incidencia entre los tratamientos y los sustratos ya que presentan niveles de significancia muy altos, de igual manera existe una significancia alta para los valores de las dosis con lo que se acepta la hipótesis nula la cual dice que las combinaciones de sustratos y ácido no tienen incidencia en la propagación vegetativa de *Vaccinium floribundum* Kunth.

A los 150 días se pudo observar que el tratamiento T7 se mantuvo con el mayor porcentaje de plantas prendidas tanto como a los 90, 120 y 150 días, terminando con un porcentaje de 86,7 %, siguiéndole con un porcentaje no muy distante el tratamiento T13 con un 70 %, esto nos indica que la especie de mortiño que se está usando en esta investigación reacciono de manera muy positiva a la composición de estos dos tratamientos en particular.

5.2.3. Pruebas de Significancia para el Porcentaje de plantas prendidas a los 150 días

5.2.3.1. Prueba de Tukey al 5% para los Sustratos en el análisis de Porcentaje de plantas prendidas a los 150 días mediante el uso del software Rstudio

La siguiente tabla representa los resultados de la Prueba Tukey al 5% para los sustratos en el Porcentaje de plantas prendidas a los 150 días.

Tabla 6

Resultados de la Prueba Tukey al 5% para los sustratos en la variable de porcentaje de plantas prendidas a los 150 días

Sustratos	Promedio (%)	rangos
S3	67,8	a
S5	53,3	ab
S1	52,2	ab
S2	42,2	b
S4	42,2	b

Nota. La Tabla 6 presenta los resultados obtenidos usando el Software Rstudio para la prueba de significancia de Tukey al 5% para los sustratos en el Porcentaje de plantas prendidas a los 150 días con sus rangos de significancia, donde se observa que el Sustrato 3 compuesto por 50% Tierra negra + 50% Cascarilla de arroz reportó el mayor Porcentaje de plantas prendidas.

5.2.3.2. Prueba de Tukey al 5% para las Dosis en el análisis de Porcentaje de plantas prendidas a los 150 días mediante el uso del software Rstudio

La siguiente tabla representa los resultados de la Prueba Tukey al 5% para las dosis en el Porcentaje de plantas prendidas a los 150 días.

Tabla 7

Resultados de la Prueba Tukey al 5% para las dosis en la variable de porcentaje de plantas prendidas a los 150 días

Dosis	Promedio (%)	rangos
D1	66,0	a
D2	47,3	b
D3	41,3	b

Nota. La Tabla 7 presenta los resultados obtenidos usando el Software Rstudio para la prueba de significancia de Tukey al 5% para las dosis en el Porcentaje de plantas prendidas a los 150 días con sus rangos de significancia, donde se observa que la Dosis 1 que es la Dosis alta de la hormona (0,09 g/cm^3) reportó el mayor Porcentaje de plantas prendidas.

5.2.3.3. Prueba de Tukey al 5% para los Tratamientos en el análisis de Porcentaje de plantas prendidas a los 150 días mediante el uso del software Rstudio

La siguiente tabla representa los resultados de la Prueba Tukey al 5% para los tratamientos en el Porcentaje de plantas prendidas a los 150 días.

Tabla 8

Resultados de la Prueba Tukey al 5% para los tratamientos en la variable de porcentaje de plantas prendidas a los 150 días

Tratamientos	Promedio (%)	rangos
T7	86,7	a
T13	70,0	ab
T1	66,7	ab
T8	60,0	ab
T9	56,7	ab
T4	56,7	ab
T2	53,3	ab
T10	50,0	ab
T14	46,7	ab
T15	43,3	b
T5	40,0	b
T12	40,0	b
T11	36,7	b
T3	36,7	b
T6	30,0	b

Nota. La Tabla 8 presenta los resultados obtenidos usando el Software Rstudio para la prueba de significancia de Tukey al 5% para los tratamientos en el Porcentaje de plantas prendidas a los 150 días con sus rangos de significancia, donde se observa que el Tratamiento D1:S3 compuesto por 50% Tierra negra + 50% Cascarilla de arroz y la Dosis alta de la hormona (0,09 g/cm^3) reportó el mayor Porcentaje de plantas prendidas.

5.3. Número de brotes por estaca

5.3.1. Análisis de Normalidad y Homogeneidad de Varianzas para el Número de brotes por estaca a los 150 días

5.3.1.1. Normalidad

Ho: Hay normalidad	**se acepta**
Ha: No hay normalidad	**se rechaza**

Con los datos analizados en este experimento se obtuvo que p-value=0,6993>0,05 se llega a la conclusión de rechazar Ha y aceptar Ho.

5.3.1.2. Homogeneidad de Varianzas

Ho: S1=S2=S3=S4=S5	**se acepta**	Ho: D1=D2=D3	**se acepta**
Ha: S1≠S2≠S3≠S4≠S5	**se rechaza**	Ha: D1≠D2≠D3	**se rechaza**

Con los datos analizados en este experimento p-value=0,9234>0,05 y p-value=0,5822>0,05 se llega a la conclusión de aceptar la Ho y rechazar Ha, es decir que existe homogeneidad en las varianzas Sustratos y Dosis siendo estas iguales.

5.3.2. Análisis de varianza ADEVA del Número de brotes por estaca a los 150 días

La siguiente tabla representa los resultados de los análisis de varianza ADEVA para el Número de brotes por estaca a los 150 días.

Tabla 9

Esquema del análisis de varianza (ADEVA) del Número de brotes por estaca a los 150 días

FV	GL	SC	CM	Fo	F0.05	F0.01	Significancia
Total	44	1442,44					
Tratamientos	14	1343,78	95,984	30,432	2,037	2,742	**
Bloques	5	4,04	0,81	0,256	2,534	3,699	NS
Sustratos(S)	4	674,22	168,556	53,441	2,690	4,018	**
Dosis (D)	2	626,31	313,156	99,286	3,316	5,390	**
I SxD	8	43,24	5,406	1,714	2,266	3,173	NS
Error	30	94,62	3,154				

Nota. La Tabla 9 representa el análisis de varianza de los resultados para el número de brotes por estaca a los 150 días, en la cual se puede observar que existe una significancia muy alta (**) entre tratamientos, entre sustratos y entre las dosis, además no hay significancia para los bloques y la interacción sustratos con dosis, además para esta toma de valores se obtuvo un **Coeficiente de variación = 14,66%**.

En estos resultados de número de brotes por estaca se analizó que existe una incidencia entre los tratamientos, los sustratos y las dosis ya que presentan niveles de significancia muy altos, con lo que se acepta la hipótesis nula la cual dice que las combinaciones de sustratos y ácido no tienen incidencia en la propagación vegetativa de *Vaccinium floribundum* Kunth.

A los 150 días se puede observar también que el tratamiento T7 sigue siendo el que tiene la media más alta, pero esta vez se puede ver que la diferencia no es muy grande comparada con el porcentaje de plantas prendidas, se observa igual que al aumentar el porcentaje de plantas prendidas la variación de las medias de brotes por estaca no ha variado.

5.3.3. Pruebas de Significancia para el Número de brotes por estaca a los 150 días

5.3.3.1. Prueba de Tukey al 5% para los Sustratos en el análisis de Número de brotes por estaca a los 150 días mediante el uso del software Rstudio

La siguiente tabla representa los resultados de la Prueba Tukey al 5% para los sustratos en el Número de brotes por estacas a los 150 días.

Tabla 10

Resultados de la Prueba Tukey al 5% para los sustratos en la variable de número de brotes por estaca a los 150 días

Sustratos	Promedio número de brotes	rangos
S3	1,8	a
S5	1,3	b
S1	1,3	b
S2	0,8	c
S4	0,8	c

Nota. La Tabla 10 presenta los resultados obtenidos usando el Software Rstudio para la prueba de significancia de Tukey al 5% para los sustratos en el Número de brotes por estaca a los 150 días con sus rangos de significancia, donde se observa que el Sustrato 3 compuesto por 50% Tierra negra + 50% Cascarilla de arroz reportó el mayor Número de brotes por estaca.

5.3.3.2. Prueba de Tukey al 5% para las Dosis en el análisis de Número de brotes por estaca a los 150 días mediante el uso del software Rstudio

La siguiente tabla representa los resultados de la Prueba Tukey al 5% para las dosis en el Número de brotes por estacas a los 150 días.

Tabla 11

Resultados de la Prueba Tukey al 5% para las dosis en la variable de número de brotes por estaca a los 150 días

Dosis	Promedio número de brotes	rangos
D1	1,7	a
D2	1,1	b
D3	0,8	c

Nota. La Tabla 11 presenta los resultados obtenidos usando el Software Rstudio para la prueba de significancia de Tukey al 5% para las dosis en el Número de brotes por estaca a

los 150 días con sus rangos de significancia, donde se observa que la Dosis 1 que es la Dosis alta de la hormona (0,09 g/cm^3) reportó el mayor Número de brotes por estaca.

5.3.3.3. Prueba de Tukey al 5% para los Tratamientos en el análisis de Número de brotes por estaca a los 150 días mediante el uso del software Rstudio

La siguiente tabla representa los resultados de la Prueba Tukey al 5% para los tratamientos en el Número de brotes por estacas a los 150 días.

Tabla 12

Resultados de la Prueba Tukey al 5% para los tratamientos en la variable de número de brotes por estaca a los 150 días

Tratamientos	Promedio número de brotes	rangos
T7	2,8	a
T13	2,7	ab
T1	2,7	b
T9	2,7	bc
T8	2,6	bc
T2	2,6	bcd
T4	2,4	bcd
T14	2,4	cde
T10	2,3	cde
T3	2,2	def
T5	2,0	def
T15	2,1	def
T11	1,8	ef
T6	1,3	f
T12	1,2	f

Nota. La Tabla 12 presenta los resultados obtenidos usando el Software Rstudio para la prueba de significancia de Tukey al 5% para los tratamientos en el Número de brotes por estaca a los 150 días con sus rangos de significancia, donde se observa que el Tratamiento D1:S3 compuesto por 50% Tierra negra + 50% Cascarilla de arroz y la Dosis alta de la hormona (0,09 g/cm^3) reportó el mayor Número de brotes por estaca.

5.4. Longitud de brotes (cm)

5.4.1. Análisis de Normalidad y Homogeneidad de Varianzas para la Longitud de brotes (cm) a los 150 días

5.4.1.1. Normalidad

Ho: Hay normalidad	**se acepta**
Ha: No hay normalidad	**se rechaza**

Con los datos analizados en este experimento se obtuvo que p-value=0,3971>0,05 se llega a la conclusión de rechazar Ha y aceptar Ho, es decir que los datos no están muy alejados entre sí por lo tanto hay normalidad de datos.

5.4.1.2. Homogeneidad de Varianzas

Ho: S1=S2=S3=S4=S5	**se acepta**	Ho: D1=D2=D3	**se acepta**
Ha: S1≠S2≠S3≠S4≠S5	**se rechaza**	Ha: D1≠D2≠D3	**se rechaza**

Con los datos analizados en este experimento p-value=0,1621>0,05 y p-value=0,2837>0,05 se llega a la conclusión de aceptar la Ho y rechazar Ha, es decir que existe homogeneidad en las varianzas siendo las varianzas iguales.

5.4.2. Análisis de varianza ADEVA de la Longitud de brotes (cm) a los 150 días

La siguiente tabla representan los resultados de los análisis de varianza ADEVA para la Longitud de brotes (cm) a los 150 días.

Tabla 13

Esquema del análisis de varianza (ADEVA) de la longitud de brotes (cm) a los 150 días

FV	GL	SC	CM	Fo	F0.05	F0.01	Significancia
Total	44	4397,27					
Tratamientos	14	4312,01	308,000	112,933	2,037	2,742	**
Bloques	5	3,45	0,69	0,253	2,534	3,699	NS
Sustratos(S)	4	2284,85	571,213	209,445	2,690	4,018	**
Dosis (D)	2	1801,78	900,892	330,327	3,316	5,390	**
I SxD	8	225,37	28,172	10,330	2,266	3,173	**
Error	30	81,82	2,727				

Nota. La Tabla 13 representa el análisis de varianza de los resultados para la longitud de brotes (cm) a los 150 días, en la cual se puede observar que existe una significancia muy alta (**) entre tratamientos, entre sustratos, entre las dosis y también para la interacción sustratos-dosis, además no hay significancia para los bloques, además para esta toma de valores se obtuvo un **Coeficiente de variación = 12,39%**.

En esta ocasión del parámetro de longitud de brotes (cm) se observó que en estos resultados existe una incidencia entre los tratamientos, los sustratos, las dosis y la interacción entre sustratos-dosis, ya que presentan niveles de significancia muy altos, con lo que se acepta la hipótesis nula la cual dice que las combinaciones de sustratos y ácido no tienen incidencia en la propagación vegetativa de *Vaccinium floribundum* Kunth.

De igual manera luego de finalizar la medición de la longitud de brotes (cm) a los 150 días se puede observar también que el tratamiento T7 fue quien mantuvo la media más alta, pero esta vez se puede ver que la diferencia no es muy grande comparada con el porcentaje de plantas prendidas, ya que los tratamientos T1, T9 y T13 que le siguen tienen una media similar de 2,7 brotes por estaca la cual solo varía en 0,1 de la media más alta.

5.4.3. Pruebas de Significancia para la Longitud de brotes (cm) a los 150 días

5.4.3.1. Prueba de Tukey al 5% para los Sustratos en el análisis de Longitud de brotes (cm) a los 150 días mediante el uso del software Rstudio

La siguiente tabla representa los resultados de la Prueba Tukey al 5% para los sustratos en la Longitud de brotes (cm) a los 150 días.

Tabla 14

Resultados de la Prueba Tukey al 5% para los sustratos en la variable de longitud de brotes (cm) a los 150 días

Sustratos	Promedio longitud de brotes (cm)	rangos
S3	1,5	a
S5	1,4	b
S1	1,1	b
S2	1,0	c
S4	0,6	c

Nota. La Tabla 14 presenta los resultados obtenidos usando el Software Rstudio para la prueba de significancia de Tukey al 5% para los sustratos en la Longitud de brotes (cm) a los 150 días con sus rangos de significancia, donde se observa que el Sustrato 3 compuesto por 50% Tierra negra + 50% Cascarilla de arroz reportó la mayor Longitud de brotes (cm).

5.4.3.2. Prueba de Tukey al 5% para las Dosis en el análisis de Longitud de brotes (cm) a los 150 días mediante el uso del software Rstudio

La siguiente tabla representa los resultados de la Prueba Tukey al 5% para las dosis en la Longitud de brotes (cm) a los 150 días.

Tabla 15

Resultados de la Prueba Tukey al 5% para las dosis en la variable de longitud de brotes (cm) a los 150 días

Dosis	Promedio longitud de brotes (cm)	rangos
D1	1,4	a
D2	1,1	b
D3	0,6	c

Nota. La Tabla 15 presenta los resultados obtenidos usando el Software Rstudio para la prueba de significancia de Tukey al 5% para las dosis en la Longitud de brotes (cm) a los 150 días con sus rangos de significancia, donde se observa que la Dosis 1 que es la Dosis alta de la hormona (0,09 g/cm^3) reportó la mayor Longitud de brotes (cm).

5.4.3.3. Prueba de Tukey al 5% para los Tratamientos en el análisis de Longitud de brotes (cm) a los 150 días mediante el uso del software Rstudio

La siguiente tabla representa los resultados de la Prueba Tukey al 5% para los tratamientos en la Longitud de brotes (cm) a los 150 días.

Tabla 16

Resultados de la Prueba Tukey al 5% para los tratamientos en la variable de longitud de brotes (cm) a los 150 días

Tratamientos	Promedio longitud de brotes (cm)	rangos
T7	1,5	a
T13	1,4	b
T1	1,4	b
T8	1,3	bc
T9	1,3	bc
T2	1,1	cd
T14	1,1	cde
T4	1,0	cdef
T10	0,9	defg
T3	0,7	efg
T15	0,6	efg
T5	0,6	fg
T11	0,5	g
T6	0,5	g
T12	0,4	g

Nota. La Tabla 12 presenta los resultados obtenidos usando el Software Rstudio para la prueba de significancia de Tukey al 5% para los tratamientos en la Longitud de brotes (cm) a los 150 días con sus rangos de significancia, donde se observa que el Tratamiento D1:S3 compuesto por 50% Tierra negra + 50% Cascarilla de arroz y la Dosis alta de la hormona (0,09 g/cm^3) reportó la mayor Longitud de brotes (cm).

5.5. Resultados del mejor sustrato en el análisis de las tres variables investigadas

Con los resultados obtenidos en esta investigación se realizó el análisis de comparación de los sustratos implementados y con la ayuda de una tabla para saber cuál es el mejor sustrato resultante.

Tabla 17

Resultados del mejor sustrato en el análisis de las variables porcentaje de plantas prendidas, número de brotes por estaca y longitud de brotes

Factor A Sustratos	Porcentaje de plantas prendidas (%)	Número de brotes por estaca	Longitud de brotes (cm)
A3	67,8	1,8	1,5
A5	53,3	1,3	1,4
A1	52,2	1,3	1,1
A2	42,2	0,8	1,0
A4	42,2	0,8	0,6

Nota. Resultados del análisis en los sustratos en las tres variables porcentaje de plantas prendidas, número de brotes por estaca y longitud de brotes (cm), que se utilizaron en la investigación donde A1(100% Tierra negra), A2(50% Tierra negra + 50% Pomina), A3(50% Tierra negra + 50% Cascarilla de arroz), A4(50% Pomina + 50% Cascarilla de arroz) y A5(40% Tierra negra + 30% Pomina + 30% Cascarilla de arroz) y se observa que el sustrato A3 compuesto por 50% Tierra negra + 50% Cascarilla de arroz fue el mejor.

5.6. Resultados de la mejor dosis en el análisis de las tres variables investigadas

Con los resultados obtenidos en esta investigación se realizó el análisis de comparación de las dosis implementadas y con la ayuda de una tabla para saber cuál es la mejor dosis resultante.

Tabla 18

Resultados de la mejor dosis en el análisis de las variables porcentaje de plantas prendidas, número de brotes por estaca y longitud de brotes

Factor B Dosis	Porcentaje de plantas prendidas (%)	Número de brotes por estaca	Longitud de brotes (cm)
B1	66,0	1,7	1,4
B2	47,3	1,1	1,1
B3	41,3	0,8	0,6

Nota. Resultados del análisis de las dosis usadas en la investigación en las tres variables porcentaje de plantas prendidas, número de brotes por estaca y longitud de brotes (cm), donde B1(Dosis alta (0.09 g/cm3)), B2(Dosis media (0.06g/cm3)) y B3(Dosis baja (0.03g/cm3)) son las que se utilizaron en la investigación y se observa que la mejor dosis fue B1 la Dosis alta (0,09 g/cm^3).

5.7. Resultados del mejor tratamiento en el análisis de las tres variables investigadas

Con los resultados obtenidos en esta investigación se realizó el análisis de comparación de los tratamientos implementados y con la ayuda de una tabla para saber cuál es el mejor tratamiento resultante.

Tabla 19

Resultados del mejor tratamiento en el análisis de las variables porcentaje de plantas prendidas, número de brotes por estaca y longitud de brotes

Tratamientos	Porcentaje de plantas prendidas (%)	Número de brotes por estaca	Longitud de brotes (cm)
T7	86,7	2,8	1,5
T13	70,0	2,7	1,4
T1	66,7	2,7	1,4
T8	60,0	2,6	1,3
T9	56,7	2,7	1,3
T4	56,7	2,4	1,0
T2	53,3	2,6	1,1
T10	50,0	2,3	0,9
T14	46,7	2,4	1,1
T15	43,3	2,1	0,6
T5	40,0	2,0	0,6
T12	40,0	1,2	0,4
T11	36,7	1,8	0,5
T3	36,7	2,2	0,7
T6	30,0	1,3	0,5

Nota. Resultados del mejor tratamiento en la investigación en las tres variables porcentaje de plantas prendidas, número de brotes por estaca y longitud de brotes (cm), donde se observa que T7 que está compuesto por (50% Tierra negra + 50% Cascarilla de arroz + Dosis alta (0.09 g/cm3)) fue el mejor tratamiento al final de la investigación a la toma final de datos a los 150 días.

5.8. Discusión

Al finalizar la medición del porcentaje de plantas prendidas se puede decir que se observó una respuesta muy favorable por parte del mortiño *Vaccinium floribundum* Kunth, con lo cual se puede decir el desarrollo de esta especie es lento y es muy necesario que el sustrato que se use para la propagación de esta contenga tierra negra la cual es la principal de lugar donde se encuentra esta especie, además de acompañar a la composición de una dosis de ácido Alfa-Naftalenacético que influye en su desarrollo óptimo.

Con estos resultados podemos realizar la comparación con los resultados obtenidos en el estudio realizado por Silva (2011), donde el tratamiento que presento el porcentaje de prendimiento más alto fue el que contenía paja de paramo + tierra de paramo + dosis alta de auxina, teniendo un porcentaje máximo 86,6 %, siguiéndole muy de cerca dos tratamientos que estaban compuestos de igual forma, pero con diferentes dosis de auxina, teniendo estos un porcentaje de 73,3 % y 66,7 % respectivamente.

Al realizar la medición de los 120 días comparada con los 90 días se puede observar que el comportamiento de la planta de mortiño *Vaccinium floribundum* Kunth es distinto, ya que al iniciar la medición no se observó una respuesta positiva por parte de la especie a una gran parte de los tratamientos planteados, ya sea por su porcentaje de tierra negra, la dosis de ácido Alfa-Naftalenacético o su falta de aireación con los sustratos que se usaron, con lo que se puede decir que al ser un arbusto que no ha sido domesticado aun en nuestro país no podemos predecir el comportamiento que va a tener en otras condiciones.

Al iniciar la medición del número de brotes por estaca se pudo observar que no existieron brotes en los tratamientos que contienen en su composición 50% Tierra negra + 50% Pomina y 50% Pomina + 50% Cascarilla de arroz, sin embargo, en las siguientes mediciones se pudo observar la presencia de brotes en estos tratamientos los cuales fueron mínimos comparado con el resto de tratamientos que si tuvo brotes desde el inicio de su medición, lo que nos da a entender que para un buen crecimiento del mortiño *Vaccinium floribundum* Kunth se necesita de la presencia en su mayoría de Tierra negra aun presentando cualquier dosis de ácido Alfa-Naftalenacético.

Sin embargo, comparando los resultados con el estudio realizado por Silva (2011), obtuvo que sus mejores tratamientos tenían una media de 2,7 y 2,6 número de brotes por estaca cuyos tratamientos estaban compuestos por paja de páramo + tierra de páramo y solo tierra de páramo en combinación con dosis alta de la auxina.

De igual manera en el estudio de Catota (2021), encontró como resultado en la influencia del tipo de sustrato sobre el número de brotes a los 60 días que sus mejores tratamientos fueron aquellos que estaban compuesto por suelo de paramo + la hormona enraizante (Raizal 400) y suelo de paramo + Induktor (hormona enraizante).

Al realizar una observación respecto a los resultados de las medidas de longitud de brotes (cm) podemos destacar que algunos tratamientos empezaron con una medida de 0 cm ya que estos no presentaban porcentaje de plantas prendidas en su inicio, conforme se avanzó con la investigación estos tratamientos que tenían un porcentaje nulo fueron presentando brotes en sus estacas los cuales a pesar de tener un crecimiento tardío alcanzaron una longitud aceptable comparada con el tiempo de desarrollo de esta investigación.

En comparación con el estudio realizado por Silva (2011), menciona que en su estudio la variable de longitud de brotes el único tratamiento compuesto por 100 % Tierra de páramo con la dosis alta de auxina fue el que obtuvo el mejor resultado, así mismo Catota (2021), en su investigación realizó la influencia del tipo de sustrato sobre la longitud del brote a los 45 días obteniendo como resultado que el tratamiento compuesto a base de suelo de paramo más la hormona enraizante (Raizal 400) fue la que presento el mayor vigor.

5.9. Protocolo para la propagación vegetativa por estacas del mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.)

Con los resultados obtenidos en esta investigación se propone el siguiente protocolo de propagación vegetativa para la especie arbustiva de mortiño *Vaccinium floribundum* Kunth.

1) Seleccionar el área de colecta de la especie vegetativa que se encuentre en abundancia y sean plantas madre jóvenes.

2) Realizar el corte de ramas intermedias que tengan el grosor aproximado de 12 cm.

3) El corte de la base de las estacas, se hace justo por debajo de un nudo o yema, y el corte superior de 2,5 cm por encima de otro nudo. El corte de la base, recto, y el corte del extremo en bisel (inclinado). Eliminar hojas y brotes si los hubiera para evitar la excesiva transpiración que podría secarlas.

4) Realizar una previa desinfección de los recipientes y bandejas de germinación para evitar alguna infección en las estacas, para esto se lo puede hacer usando algún insecticida o fungicida, además se puede realizar la desinfección con agua hervida remojando los materiales en ella.

5) Una vez cortadas las estacas con una medida preferencial de 12 cm de grosor y 15 cm de largo, es importante tener un recipiente donde se les aplique la hormona o ácido.

6) Antes de plantar las estacas, para favorecer el enraizamiento, se impregna o moja la base, 3 cm en el Ácido Alfa-Naftalenacético, y dejarlas reposar por al menos 2 a 3 horas en la dosis alta de la hormona la cual es 45 g de ácido en 500 cm^3 de agua logrando una concentración de 0,09 g/ cm^3.

7) Colocar las estacas en bandejas de germinación con la composición de 50% Tierra Negra + 50% Cascarilla de Arroz a cubierto con una malla de sarán, de esta manera se controló de mejor manera los factores climáticos como es la lluvia y la humedad presente en el vivero.

8) Es muy importante mantener la polaridad del esqueje, es decir, clavar la estaca en el substrato por el extremo inferior, no el superior.

9) Con este proceso se puede observar la aparición de los primeros brotes en las estacas a los 90 días y continuando con el desarrollo a los 150 días se obtiene una estaca completamente adaptada a la combinación de los sustratos.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

- En base a los resultados obtenidos podemos concluir que el T7 (50 % Tierra negra + 50 % Cascarilla de arroz + Dosis alta de ácido Alfa-Naftalenacético) fue el mejor en cuanto a porcentaje de plantas prendidas (86,7 %), número de brotes por estaca (2,8 brotes por estaca) y longitud de brotes (cm) (1.5 cm) en las mediciones realizadas en esta investigación. Con lo cual se comprueba que la especie reacciona de manera muy positiva a la composición de este tratamiento donde presenta un sustrato natural de la especie y combinado con un medio de aireación, además de la dosis alta de ácido Alfa-Naftalenacético.

- Los tratamientos que registraron los valores más bajos fueron en los que la Tierra negra no formaba parte del sustrato, es decir los compuestos por Pomina o Cascarilla de arroz y sus combinaciones.

- Respecto a las dosis de la auxina Ácido Alfa-Naftalenacético (ANA), se observó un buen desarrollo en los tratamientos que presentaban en su composición la dosis alta ácido, e incluso en los sustratos que contenían un porcentaje menor de Tierra negra en su composición se vio una respuesta favorable, aunque un poco baja para los tratamientos que contenían una dosis baja de esta auxina.

- Al finalizar esta investigación se pudo concluir que la especie *Vaccinium floribundum* Kunth pese a que mostro una respuesta favorable su desarrollo fue lento y muy dependiente de una dosis alta de ácido y muy importante que contenga Tierra negra la cual es la principal del lugar donde se encuentra esta especie.

- Con los resultados obtenidos en la investigación y con las hipótesis planteadas para la misma se acepta la hipótesis alternativa la cual dice que las combinaciones de sustratos y ácido tienen incidencia en la propagación vegetativa de *Vaccinium floribundum* Kunth.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

- Hacer un estudio sobre la fenología del mortiño *Vaccinium floribundum* Kunth en nuestra provincia, debido a la falta de información que existe sobre esta especie en nuestro país y las dificultades que se presenta en las épocas donde la especie es de principal interés para muchas comunidades, ya que muchos de los posibles sitios de colecta donde se esperaba encontrar especies aptas para su propagación no se encontraban aptas para su propagación debido al tiempo de floración que se dice es entre febrero a mayo.

- Hacer otra investigación utilizando la dosis alta de ácido Alfa-Naftalenacético para todos los tratamientos planteados, ya que se demostró que la dosis alta es un factor muy determinante y favorable para el correcto desarrollo de la especie la cual a pesar de tener un porcentaje menor del sustrato natural que es la Tierra negra se observó un crecimiento en la especie para lo cual podría ser mejor si se usa la dosis alta en todos estos tratamientos.

- Realizar un análisis previo de los arbustos de los cuales se realiza la colecta, ya que es un factor muy importante e influyente conocido por los expertos en propagación de plantas que la edad de las plantas madres es un principal factor para obtener una buena propagación de las plantas, ya que un dato como este no existe en ningún estudio existente.

- Después de obtener todos los resultados en los distintos tipos de tratamientos para la propagación del mortiño *Vaccinium floribundum* Kunth es una especie que se encuentra aún en procesos de domesticación para lo cual es necesario realizar estudios de propagación más profundos y ayudar al desarrollo y conservación de la especie.

- Es recomendable colocar los sustratos en una bandeja de germinación lo cual permite una correcta y optima proporción del sustrato que se esté manejando y no tener un exceso de este lo cual se podría dar usando fundas plásticas.

- Investigar procesos de adaptación del mortiño, ya que la propagación vegetativa realizada en este estudio es ideal para fines de producción y conservación de la especie en estado silvestre, logrando así la domesticación de la especie para ser usada de la manera que crean conveniente y que el hábitat natural de la especie no se vea alterado.

- Aplicar el protocolo generado en esta investigación para la propagación vegetativa de la especie arbustiva de mortiño *Vaccinium floribundum* Kunth ya que de esta manera se logró un resultado muy bueno para la producción de la especie.

CAPÍTULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, Z., P. Hidalgo, C. Ulloa. (2009). Plantas Útiles de los Páramos de Zuleta, Ecuador. Proyecto de Manejo y Aprovechamiento Sustentable de Alpacas en los Páramos de Zuleta. PPA-EcoCiencia. Quito.

Ayala, K. (2017). Caracterización morfológica del mortiño (Vaccinium floribundum Kunth) en la Sierra norte del Ecuador. (Tesis de grado). Universidad de las Américas, Quito, Ecuador.

Cadehia, C. (2000). *Fertirrigación: Cultivos hortícolas y ornamentales*. (2º ed.). Madrid, España: Mundi-Prensa.

Cano, C. I. M., Arias, M. L., Colorado, Á. A. C., Cardona, L. E. (2015). Análisis del desarrollo de plantas de mortiño (*Vaccinium meridionale* Swart.) bajo dos sistemas de propagación: clonal y sexual. *Corpoica Ciencia y Tegnología Agropecuaria*, *16* (1), 65–77.

Catota, E. V. (2021). *Evaluación de dos métodos de propagación de mortiño (Vaccinium floribundum Kunth), para la obtención de plántulas* (Bachelor's thesis).

Caranqui, J. (2017). Fenología y propagación de Vaccinium floribundum en la RPF Chimborazo, Ecuador. Sevilla: Escuela Internacional de Doctorado de la Universidad de Sevilla. Recuperado de https://www.academia.edu/37726443/Fenologia_y_propagación_de_Vaccinium_floribundum_en_la_RPF_Chimborazo_Ecuador

Caso, C., Chang, M., Rodríguez, D. (2010). Efecto del sustrato sobre la producción de fresa en sistema de columna. *Unalm,* 49, 55–60.

Castrillón, J. C., Carvajal, E., Ligarreto, G., Magnitskiy, S. (2008). El efecto de auxinas sobre el enraizamiento de las estacas de agraz (Vaccinium meridionale Swartz) en diferentes sustratos. *Agronomía colombiana, 26* (1), 16-22.

Chaparro, M. L., Becerra, N. (1999). Anatomía Del Fruto De *Vaccinium floribundum* (ERICACEAE). *Acta Biológica Colombiana*, *4*(1), 47–60

Coba, P., Coronel, D., Verdugo, K., Paredes, M. F., Yugsi, E., Huachi, L. (2012). Estudio Etnobotánico del Mortiño (*Vaccinium floribundum*) Como Alimento Ancestral y Potencial Alimento Funcional. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de La Vida*, *16*(2).

De la Torre, L., Navarrete, H., Muriel, P., Macía, M. J., Balslev, H. (2008). *Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador (con extracto de datos)*. Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador & Herbario AAU del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Aarhus.

Echeverry, A., Toro, J. (2009). *Conozcamos y usemos el mortiño* (3a ed.). Medellín: Corantioquia.

Elorza, M. I. (2009). Reproducción de plantas. Reproducción de plantas. Santiago. Recuperado el 12 de junio de 2021, de: http://www.munistgo.info/medio_ambiente/biblioteca_digital/Reproducción_de_Plantas.pdf

Freire, F. A. (2004). Botánica sistemática ecuatoriana. Missouri Botanical Garden, pág. 209.

Gallardo de la Puente, C. (2015). Mortiño La perla de los Andes. Quito, Ecuador.

Hofstede, R., Mena, P., Segarra, P. (2003). Los Páramos del Mundo. Proyecto Atlas Mundial de los Páramos. Global Peatland Initiative/NCIUCN/EcoCiencia. Quito

López Pérez, E. G. (2019). *Evaluación de dos sustratos para la producción de tres cultivares de tomate cherry (Lycopersicum esculentum Mill) var. Cerasiforme (Dunal) en invernadero* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

Loján, L. (2003). El verdor de los andes ecuatorianos: realidades y promesas. Proyecto Desarrollo Forestal Participativo en los Andes, pág. 296

Luteyn, J. (1999). *a checklist of plant diversity geographical distribution and botanical literature.* New York: Páramos.

Meneses, L., Dueñas, F., Recto, L., Morillo, E. (2018). Establecimiento in vitro de Mortiño (*Vaccinum floribundum Kunt*) y avances en su micropropagación. In I.-E. C. S. Catalina (Ed.), *1er Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria* (p. 60,61). Quito.

Moreta Narváez, R. V. (2014). Evaluación de tres sustratos y cuatro dosis de humus para la producción de prímula (Prímula acaulis), bajo invernadero. Quito, Pichincha.

Muñoz Jiménez, V. V. (2004). *Determinación de métodos para producción de mortiño (Vaccinium floribundum Kunth), con fines de propagación y producción comercial* (Bachelor's thesis, Quito: USFQ, 2004).

Noboa Silva, V. F. (2011). *Efecto de seis tipos de Sustratos y tres dosis de Ácido a Naftalenacético en la propagación vegetativo de Mortiño (Vaccinium floribundum Kunth)* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

Pinto, J. E. M. (2018). *Metodología de la investigación social: Paradigmas: cuantitativo, sociocrítico, cualitativo, complementario*. Ediciones de la U.

Riera, D. (2011). *Proyecto de Factibilidad para la Puesta en Marcha de una Empresa Comunitaria Dedicada a la Producción de Pulpa de Mortiño y su Exportación al Mercado se los Estados Unidos Ubicada en la Parroquia Rural de Alóag*. Universidad Politécnica Salesiana - Sede Quito.

Tituaña, M. (2013). *Plan De Uso Y Manejo Del "MORTIÑO" Vaccinium floribundum Kunth Parroquias Apuela, Imantag, Cotacachi y Plaza Gutierrez. Cantón Cotacachi*.

Torres, M., Trujillo, D., Arahana, V. (2010). Cultivo in vitro del mortiño (Vaccinium floribundum Kunth). *Avances En Ciencias e Ingenierías*, *2*, B9–B15.

Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. Recuperado el 07 de febrero de 2023, de: http://www.tropicos.org/Name/12300488.

Ulloa Ulloa, C., Moller Jorgensen, P. (1995). *Árboles y Arbustos de los Andes del Ecuador*. Quito, Ecuador: Ediciones Abya-Yala

Vallejos, J., Badilla, Y., Picado, F., Murillo, O. (2010). Metodología para la selección e incorporación de árboles plus en programas de mejoramiento genético forestal. *Agronomía Costarricense*, *34* (1), 105–119.

Vasco C, Riihinen K, Ruales J, Kamal-Eldin A (2009). Chemical Composition and Phenolic Compound Profile of Mortiño (Vaccinium floribundum Kunth). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 57(18): 8274–8281. doi 10.1021/jf9013586

Vásconez, P., Hofstede, R. (2006). Los páramos ecuatorianos. *Botánica Económica Los Andes Cent*.

Willan, R. L. (1991). Tratamiento previo de la semilla. In *Guía para la manipulation de semillas forestales* (p. 27). Roma: Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación.

ANEXOS

Anexo 1

Ficha de Identificación de plantas plus

Ubicación (sector):			
Localización (GPS):			
Fecha:			
Árbol	Altura	(a) Cantidad de frutos	(b) Madurez de los frutos
Candidato			
Vecino 1			
Vecino 2			
Vecino 3			
Vecino 4			
a) Evaluación subjetiva, alta, media, baja			
b) Evaluación subjetiva, maduro, verde			

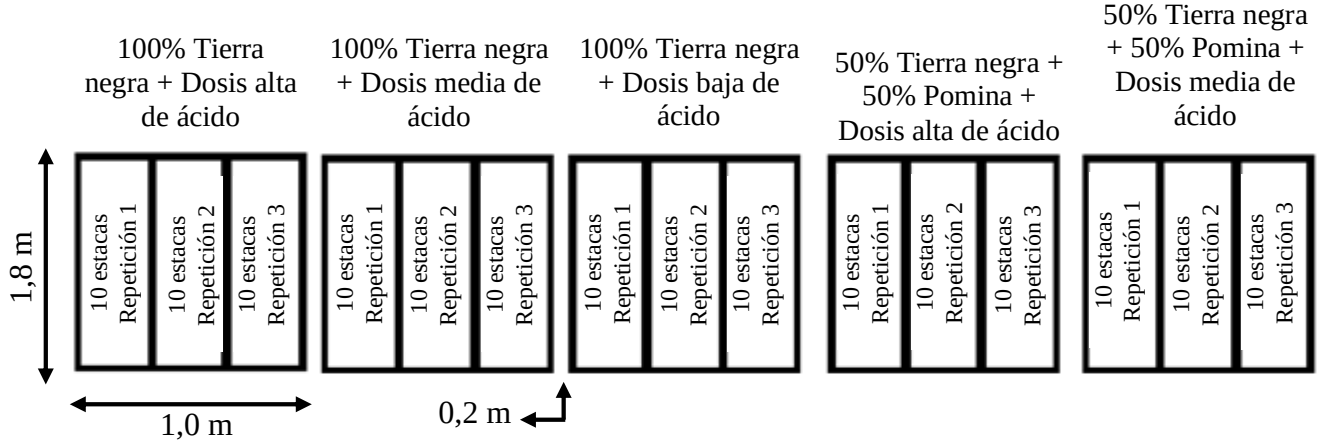
Anexo 2

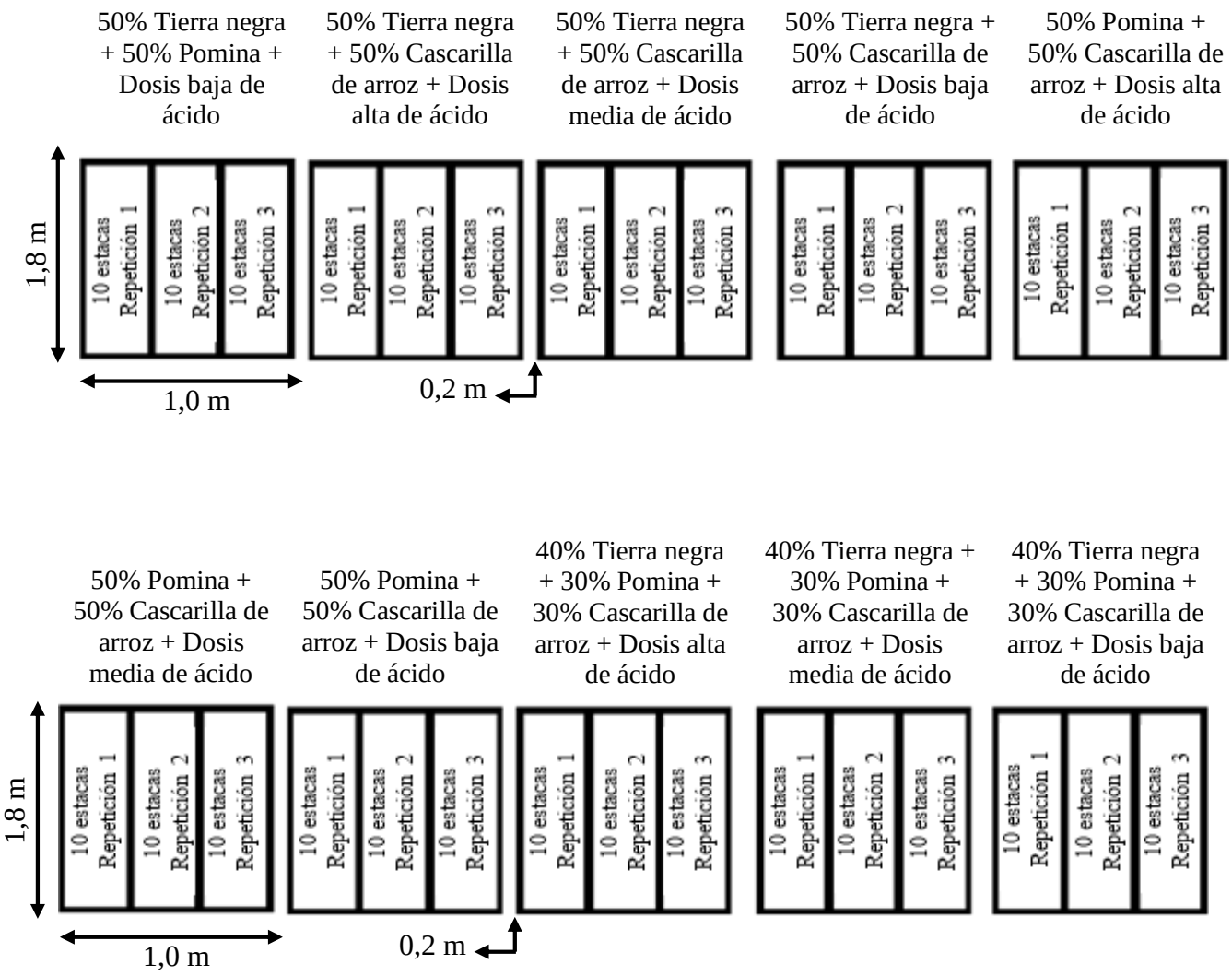
Tabla de Registro de datos

# Tratamiento	Simbología	Descripción	Repetición	# Plantas prendidas			% Prendimiento			# Brotes por estaca			Longitud de brotes (cm)		
				90 días	120 días	150 días	90 días	120 días	150 días	90 días	120 días	150 días	90 días	120 días	150 días

Anexo 3

Detalle del campo experimental




50% Tierra negra + 50% Pomina + Dosis baja de ácido
50% Tierra negra + 50% Cascarilla de arroz + Dosis alta de ácido
50% Tierra negra + 50% Cascarilla de arroz + Dosis media de ácido
50% Tierra negra + 50% Cascarilla de arroz + Dosis baja de ácido
50% Pomina + 50% Cascarilla de arroz + Dosis alta de ácido
50% Pomina + 50% Cascarilla de arroz + Dosis media de ácido
50% Pomina + 50% Cascarilla de arroz + Dosis baja de ácido
40% Tierra negra + 30% Pomina + 30% Cascarilla de arroz + Dosis alta de ácido
40% Tierra negra + 30% Pomina + 30% Cascarilla de arroz + Dosis media de ácido
40% Tierra negra + 30% Pomina + 30% Cascarilla de arroz + Dosis baja de ácido
10 estacas Repetición 1
10 estacas Repetición 2
10 estacas Repetición 3
1,8 m
1,0 m
0,2 m

Anexo 4

Registros fotográficos



a. Primer acercamiento con guardabosques Parque Nacional Cotacachi-Cayapas



b. Observación de las plantas de mortiño existentes en el Parque Nacional Cotacachi-Cayapas



c. Charla con personas de las comunidades sobre la problemática de recolección del mortiño



d. Charla con personas del Vivero Sector Larcacunga



e. Traslado del material para la investigación hacia el Vivero Sector Larcacunga



f. Preparación de los sustratos



g. Adecuación del sitio para el desarrollo de la investigación



h. Adecuación de las bandejas de germinación



i. Planta madre de mortiño



j. Recolección de las estacas



k. Obtención de estacas



l. Estacas recolectadas



m. Estacas recolectadas



n. Estacas prendidas del mejor tratamiento

Anexo 5

Cuadro de promedios de los datos obtenidos

TRATAMIENTOS	90 DÍAS	120 DÍAS	150 DÍAS
T1	16,7	33,3	66,7
T2	13,3	26,7	53,3
T3	10,0	23,3	36,7
T4	3,3	13,3	56,7
T5	0,0	13,3	40,0
T6	0,0	13,3	30,0
T7	26,7	56,7	86,7
T8	16,7	26,7	60,0
T9	13,3	33,3	56,7
T10	0,0	16,7	50,0
T11	0,0	13,3	36,7
T12	0,0	16,7	40,0
T13	16,7	33,3	70,0
T14	10,0	23,3	46,7
T15	10,0	23,3	43,3

a. Cuadro de promedios de porcentaje de plantas prendidas

TRATAMIENTOS	90 DÍAS	120 DÍAS	150 DÍAS
T1	1,8	2,2	2,7
T2	1,5	2,1	2,6
T3	1,3	1,9	2,2
T4	1,0	1,8	2,4
T5	0,0	1,5	2,0
T6	0,0	1,3	1,3
T7	1,9	2,3	2,8
T8	1,6	2,1	2,6
T9	1,5	2,1	2,7
T10	0,0	1,8	2,3
T11	0,0	1,5	1,8
T12	0,0	1,2	1,2
T13	1,8	2,2	2,7
T14	1,3	2,1	2,4
T15	1,0	2,0	2,1

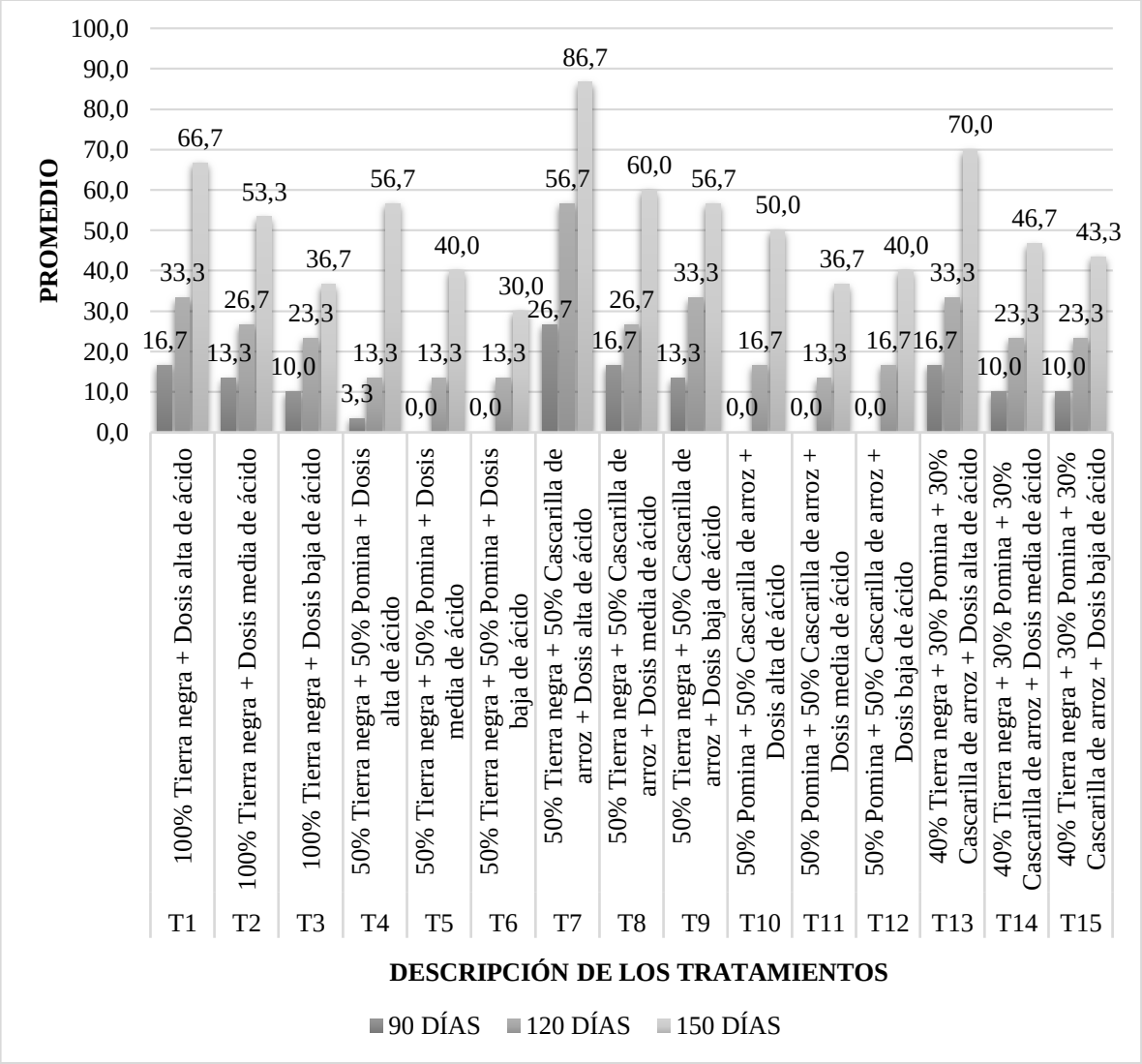
b. Cuadro de promedios de número de brotes por estaca

TRATAMIENTOS	90 DÍAS	120 DÍAS	150 DÍAS
T1	0,7	1,0	1,4
T2	0,6	1,0	1,1
T3	0,5	0,5	0,7
T4	0,3	0,4	1,0
T5	0,0	0,4	0,6
T6	0,0	0,3	0,5
T7	0,8	1,1	1,5
T8	0,6	0,9	1,3
T9	0,5	0,9	1,3
T10	0,0	0,4	0,9
T11	0,0	0,3	0,5
T12	0,0	0,3	0,4
T13	0,6	1,0	1,4
T14	0,5	0,7	1,1
T15	0,4	0,6	0,6

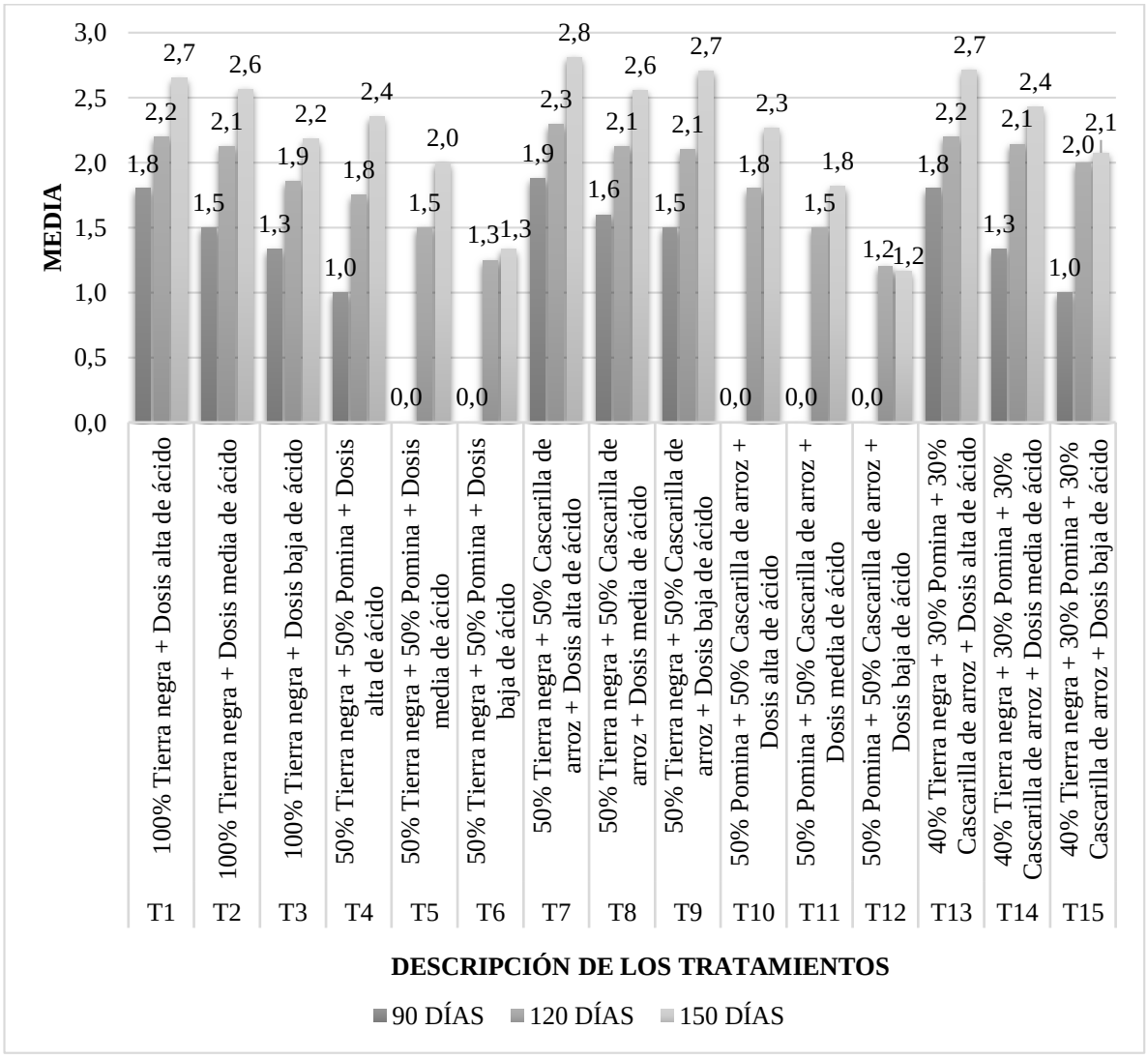
c. Cuadro de promedios de longitud de brotes (cm)

Anexo 6

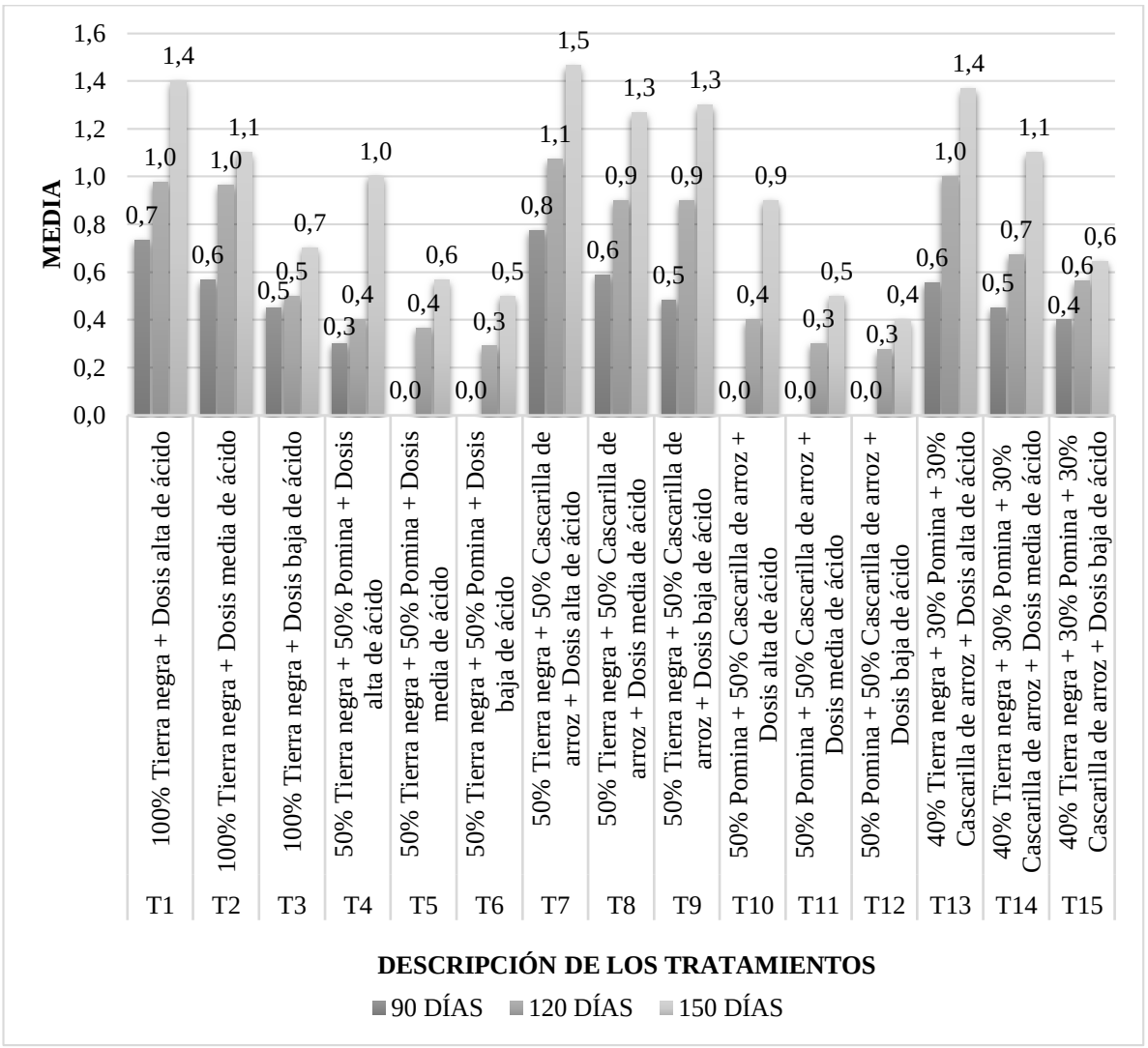
Resultados de la investigación



a. Resultados Porcentaje de plantas prendidas



b. Resultados Número de brotes por estaca



c. Resultados Longitud de brotes (cm)