



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

**EVALUACIÓN DE DOS SUSTRATOS Y DOS ENRAIZADORES EN
LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Spirotheca awadendron*
(Ceibo) y *Cinchona pubescens* (Cascaquilla) EN EL NOROCCIDENTE
DE PICHINCHA**

Trabajo de integración curricular

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para obtener el grado académico de:

INGENIERA FORESTAL

AUTORA: JESSY ALEXANDRA MAROTO VINUEZA

DIRECTOR: Ing. MIGUEL ÁNGEL GUALLEPA CALVA MSc.

Riobamba – Ecuador

2022

©2022, Jessy Alexandra Maroto Vinueza

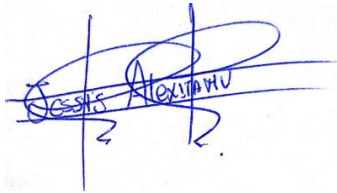
Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Jessy Alexandra Maroto Vinueza declaro que el presente trabajo de integración curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos.

Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de integración curricular. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 10 de febrero de 2022

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jessy Alexandra Maroto Vinueza', is written over a faint grid background.

Jessy Alexandra Maroto Vinueza.

060470362-9

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

El Tribunal del trabajo de integración curricular certifica que: El trabajo de integración curricular: Tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DE DOS SUSTRATOS Y DOS ENRAIZADORES EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Spirotheca awadendron* (Ceibo) y *Cinchona pubescens* (Casarilla) EN EL NOROCCIDENTE DE PICHINCHA**, realizado por la señorita: **JESSY ALEXANDRA MAROTO VINUEZA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de integración curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Norma Ximena Lara Vásconez MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	. _____	2022-02-10
Ing. Miguel Ángel Gualpa Calva MSc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	_____ _____	2022-02-10
Ing. Carlos Francisco Carpio Coba MSc. MIEMBRO DE TRIBUNAL	_____ _____	2022-02-10

DEDICATORIA

A Dios por haberme guiado por el camino correcto y darme la sabiduría necesaria para alcanzar tan anhelada meta. A mi hijo Liam Cueva por ser la principal inspiración para seguir adelante día a día. A mi esposo Oswaldo Cueva por creer en mí y motivarme cada día para alcanzar mi objetivo. A mi madre Carmen Vinueza por su apoyo incondicional y haberme educado con buenos valores y principios para poder vencer los obstáculos que se me presentaron en el camino. A mi padre Raúl Maroto allá en el cielo. A mis hermanos José, Noemi, Marisol, Nathaly, Lilian, Darwin y Diego que siempre han estado pendientes con palabras de aliento durante esta etapa de mi vida. A mis maestros por su paciencia y por haberme compartido su conocimiento para poder alcanzar mi objetivo.

Jessy

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, especialmente a la Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal, por darme la oportunidad de obtener mi título, para de esta forma contribuir útilmente con la sociedad.

A todos quienes forman parte de la Fundación Mindo Cloud Forest por haberme abierto las puertas y darme la oportunidad de realizar mi trabajo de integración curricular en sus instalaciones.

Agradezco al Ing. Miguel Guallpa y al Ing. Carlos Carpio por su paciencia, dedicación y haber sido una guía en todo el proceso de investigación.

Al Ing. Nicanor Mejía técnico forestal de la fundación Mindo Cloud Forest por su gran ayuda en todo el proceso investigativo.

A mi familia por haber estado conmigo en los buenos y malos momentos.

A mi esposo Oswaldo Cueva y toda su familia que de una u otra forma aportaron con un granito de arena para poder alcanzar mi meta.

Jessy

TABLA DE CONTENIDO

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

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	4
1.1. Información Botánica de Las especies forestales.....	4
1.1.1. Breve reseña histórica de <i>Spirotheca awadendron</i>	4
1.1.2. Descripción botánica de <i>Spirotheca awadendron</i>	4
1.1.3. Distribución geográfica de <i>Spirotheca awadendron</i>	6
1.1.4. Breve reseña histórica de <i>Cinchona pubescens</i>	6
1.1.5. Descripción botánica de <i>Cinchona pubescens</i>	6
1.1.6. Distribución geográfica de <i>Cinchona pubescens</i>	8
1.2. Aspectos generales de la propagación vegetativa.....	8
1.2.1. Razones para emplear propagación vegetativa.....	8
1.2.2. Propagación vegetativa mediante estacas.....	8
1.3. Sustratos.....	9
1.3.2. Características del sustrato ideal.....	9
1.4. Enraizantes.....	10
1.4.1. Enraizantes orgánicos.....	10
1.4.2. Enraizantes químicos.....	10
1.4.3. Fitohormonas.....	11

1.4.4.	<i>Auxinas</i>	11
1.4.5.	<i>Citoquininas</i>	11
1.4.6.	<i>Métodos de Aplicación de regulares de crecimiento</i>	11
1.4.6.1.	<i>Método del espolvoreado</i>	11
1.4.6.2.	<i>Método de inmersión rápida</i>	12
1.4.6.3.	<i>Método de remojo prolongado</i>	12
1.5.	Recolección del material vegetativo	12
1.5.1.	<i>Árbol de buena calidad</i>	12
1.6.	Manejo del ensayo	13
1.6.1.	<i>Riego</i>	13
1.6.2.	<i>Control de plagas y enfermedades</i>	13

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	14
2.1.	Materiales y métodos	14
2.1.1.	<i>Caracterización del lugar</i>	14
2.1.1.1.	<i>Localización</i>	14
2.1.1.2.	<i>Ubicación Geográfica</i>	15
2.1.1.3.	<i>Características climatológicas</i>	15
2.1.1.4.	<i>Clasificación Ecológica</i>	15
2.1.2.	Materiales	15
2.1.2.1.	<i>Material experimental</i>	15
2.1.2.2.	<i>Material de campo</i>	15
2.1.2.3.	<i>Material de oficina</i>	16
2.2.	Metodología	16
2.2.1.	<i>Diseño experimental</i>	16
2.2.2.	<i>Factores de estudio y esquema de análisis de varianza</i>	17
2.2.3.	<i>Análisis funcional</i>	18
2.2.4.	<i>Actividades ejecutadas para los dos ensayos</i>	18

2.2.4.1.	<i>Preparación del Sustrato</i>	18
2.2.4.2.	<i>Desinfección de Sustrato</i>	19
2.2.4.3.	<i>Enfundado</i>	20
2.2.4.4.	<i>Desinfección de camas y ubicación de las fundas de acuerdo al diseño experimental</i>	20
2.2.4.5.	<i>Selección del árbol plus</i>	21
2.2.4.6.	<i>Recolección del material vegetativo</i>	22
2.2.4.7.	<i>Desinfección del marial vegetativo</i>	23
2.2.4.8.	<i>Aplicación de tratamientos enraizantes</i>	24
2.2.4.9.	<i>Siembra de estacas de acuerdo al diseño experimental</i>	25
2.2.5.	Manejo del Ensayo	26
2.2.5.1.	<i>Riego</i>	26
2.2.5.2.	<i>Control de plagas y Enfermedades</i>	27
2.2.6.	Variables Evaluadas	28
2.2.6.1.	<i>Porcentaje de supervivencia</i>	28
2.2.6.2.	<i>Porcentaje de prendimiento</i>	28
2.2.6.3.	<i>Número de hojas</i>	28
2.2.6.4.	<i>Altura de la planta</i>	28
2.2.6.5.	<i>Longitud de raíces</i>	29
2.2.7.	Estimación de costos	29

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
3.1.	Propagación Vegetativa de <i>Spirotheca awadendron</i>	30
3.1.1.	<i>Porcentaje de prendimiento</i>	30
3.1.2.	<i>Porcentaje de supervivencia</i>	32
3.2.	Propagación asexual de <i>Cinchona pubescens</i>	34
3.3.	Estimación de costos	35

3.	CONCLUSIONES	38
4.	RECOMENDACIONES	39
	GLOSARIO	
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Clasificación Taxonómica de <i>Spirotheca awadendron</i>	4
Tabla 2-1:	Clasificación Taxonómica de <i>Cinchona pubescens</i>	6
Tabla 3-2:	Diseño experimental bifactorial para <i>Spirotheca awadendron</i>	16
Tabla 4-2:	Esquema de tratamientos por bloque de <i>Spirotheca awadendron</i>	16
Tabla 5-2:	Diseño experimental bifactorial para <i>Cinchona pubescens</i>	17
Tabla 6-2:	Esquema de tratamientos por bloque de <i>Cinchona pubescens</i>	17
Tabla 7-2:	Esquema de análisis de Varianza <i>Spirotheca awadendron</i>	18
Tabla 8-2:	Esquema de análisis de Varianza <i>Cinchona pubescens</i>	18
Tabla 9-3:	Costos de materiales, insumos, mano de obra y transporte para la producción de <i>Spirotheca awadendron</i> y <i>Cinchona pubescens</i>	35
Tabla 10-3:	Estimación de Costos de Producción por tratamiento de <i>Spirotheca awadendron</i>	36
Tabla 11-3:	Estimación de costos de producción por tratamiento de <i>Cinchona pubescens</i> ...	36
Tabla 12-3:	Estimación de costos de producción por planta de <i>Spirotheca awadendron</i>	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Árbol de Ceibo (<i>Spirotheca awadendron</i>).....	5
Figura 2-1:	Árbol de Cascarilla (<i>Cinchona pubescens</i>).....	7
Figura 3-2:	Mapa de ubicación del vivero de la fundación Mindo Cloud Forest.	14
Figura 4-2:	Preparación del sustrato	19
Figura 5-2:	Desinfección del sustrato.	19
Figura 6-2:	Llenado de sustrato en las fundas de polietileno de 5 x 8”	20
Figura 7-2:	Desinfección de camas y ubicación de fundas.....	21
Figura 8-2:	Árbol plus de <i>Spirotheca awadendron</i>	21
Figura 9-2:	Árbol plus de <i>Cinchona Pubescens</i>	22
Figura 10-2:	Recolección del material vegetativo	23
Figura 11-2:	Desinfección del Material Vegetativo de <i>Spirotheca awadendron</i>	24
Figura 12-2:	Aplicación de los enraizadores hormonagro 1 y <i>Aloe vera</i> en estacas de <i>Cinchona pubescens</i>	24
Figura 13-2:	Aplicación de los enraizadores hormonagro 1 y <i>Aloe vera</i> en estacas de <i>Spirotheca:awadendron</i>	25
Figura 14-2:	Siembra de las estacas de <i>Spirotheca awadendron</i> y <i>Cinchona pubescens</i>	26
Figura 15-2:	Riego de las estacas de <i>Spirotheca awadendron</i> y <i>Cinchona pubescens</i>	27
Figura 16-2:	Aplicación de Vitavax en cada el ensayo	27

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Porcentaje de Prendimiento de <i>Spirotheca awadendron</i> durante la fase de vivero a los 60 días de haber iniciado la siembra de las estacas.....	30
Gráfico 2-3:	Efecto de los enraizantes hormonagro1 y <i>Aloe vera</i> en el prendimiento de <i>Spirotheca awadendron</i> a los 60 días de haber establecido el ensayo	31
Gráfico 3-3:	Supervivencia de <i>Spirotheca awadendron</i> durante la fase de vivero a los 90 días de haber instalado el ensayo.....	32
Gráfico 4-3:	Efecto de los enraizadores Hormonagro 1 y <i>Aloe vera</i> en la supervivencia de <i>Spiroteca awadendron</i> a los 90 días de haber instalado el ensayo.....	33

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** ESTACAS BROTADAS DE *Spirotheca awadendron* A LOS 30 DÍAS DE LA SIEMBRA.
- ANEXO B:** ESTACAS BROTADAS DE *Spirotheca awadendron* A LOS 60 DÍAS DE LA SIEMBRA.
- ANEXO C:** ESTACAS BROTADAS DE *Spirotheca awadendron* A LOS 90 DÍAS DE LA SIEMBRA.
- ANEXO C:** ESTACAS BROTADAS DE *Spirotheca awadendron* A LOS 90 DÍAS DE LA SIEMBRA.
- ANEXO D:** ESTACAS MUERTAS DE *Cinchona pubescens* A LOS 30 DÍAS DE LA INSTALACIÓN.
- ANEXO E:** ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO A LOS 60 DÍAS DE HABER INSTALADO EL ENSAYO DE *Spirotheca awadendron*.
- ANEXO F:** TEST DE TUKEY PARA EL EFECTO DE LOS ENRAIZANTES EN EL PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO DE *Spirotheca awadendron*.
- ANEXO G:** ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA A LOS 90 DÍAS DE HABER INSTALADO EL ENSAYO DE *Spirotheca awadendron*.
- ANEXO H:** TEST DE TUKEY PARA EL EFECTO DE LOS ENRAIZANTES EN EL PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE *Spirotheca awadendron*.

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue propagar vegetativamente las especies forestales *Spirotheca awadendron* y *Cinchona pubescens* mediante el uso de dos tipos de sustratos y dos enraizadores diferentes, bajo condiciones de invernadero en la provincia de Pichincha. Se hicieron dos ensayos uno para cada especie, se aplicó un Diseño de Bloques Completamente al Azar con estructura bifactorial con 4 tratamientos, 4 repeticiones y 12 estacas por unidad experimental. Los factores evaluados fueron 2 tipos de sustratos y 2 tipos de enraizadores químico y orgánico, donde se combinaron los sustratos: A1: Tierra de páramo 80% + Pomina 10% + cascarilla de arroz 10%, A2: Tierra de bosque 70% + cascarilla de café 30%, con los enraizadores: B1: hormonagro1 (ácido Naftalenacético): 30 g/L, B2: gel de *Aloe vera*: 1L. Para la aplicación de los enraizadores se usó el método de remojo prolongado durante 12 y 24 horas respectivamente. Según los resultados obtenidos estadísticamente *Spirotheca awadendron* no presentó diferencias significativas para el factor A y la interacción AxB, mientras que el factor B si mostró significancia, destacándose *Aloe vera* con el 37%, por su parte hormonagro1 presentó el 24,44% de supervivencia. Económicamente los costos de producción por planta mostraron valores muy altos disminuyendo así su rentabilidad, ya que sus valores oscilan desde \$1,47; \$2,12; \$2,86; \$3,63 USD para los tratamientos T2, T4, T3, T1 respectivamente. *Cinchona pubescens* mostró resultados negativos, ya que a los 30 días de la instalación se observó las estacas muertas, por lo que no se realizó ningún tipo de análisis. Se concluye que el enraizante orgánico *Aloe vera* es una alternativa preliminar para la reproducción de *Spirotheca awadendron*. Se recomienda usar otros métodos de aplicación de los enraizantes y probar diferentes dosis a fin de obtener mayores porcentajes de supervivencia y por ende un costo de producción más bajo.

Palabras clave: < CEIBO (*Spirotheca awadendron*) >, < CASCARILLA (*Cinchona pubescens*) >, < PROPAGACIÓN VEGETATIVA >, < FITOHORMONAS >, < PRENDIMIENTO >.



Firmado electrónicamente por:
CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO RUIZ



0407-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

The objective of the research was to vegetatively propagate the forest species *Spirotheca awadendron* and *Cinchona pubescens* using two types of substrates and two different rooting agents, under greenhouse conditions in the province of Pichincha. Two trails were carried out, one for each specie, using a completely randomized block desing with a bifactorial structure with 4 treatments, 4 replications and 12 cuttings per experimental unit. The factors evaluated were 2 types of substrates and 2 types of chemical and organic rooting agents, were the substrates and were combined: A1: Moorland soil 80% + Pomina 10% + rice husk 10%, A2: Forest soil 70% + coffee husk 30%, with the rooting agents: B1: hormonagro1 (Naftaleneacetic acid): 30g/L, B2: *Aloe vera* gel: 1L. For rooting agents application, the method of prolonged soaking was used for 12 and 24 hours respectively. According to obtanied results, statistically *Spirotheca awadendron* did not show significant differences for factor A and the AxB interaction, while factor B did show significance, with *Aloe vera* standing out with 37%, while hormonagro1 showed 24.44% survival. Economically, the production costs per plant showed very high values, thus decreasing its profitability, since their values ranged from \$1,47; \$2.12; \$2.86 \$3,63 USD for treatments T2, T4, T3, T1 respectively. *Cinchona Pubescens* showed negative results, since 30 days after installation, dead cutting were observed, so no análisis was performed. It is concluded that the organic rooting agent *Aloe vera* is a preliminary alternative for the reproduction of *Spirotheca awadendron*. It is recommended to use other rooting applicaton methods and to test different doses in order to obtain higher survival percentages and thus lower production costs.

Key words: < CEIBO (*Spirotheca awadendron*) >, < CASCARILLA (*Chinchona pubescens*) >, < VEGETATIVE PROPAGATION >, < PHYTOHORMONES >, < PRENDIMIENTO >.



Firmado electrónicamente por:

**ELSA AMALIA
BASANTES
ARIAS**

INTRODUCCIÓN

El clima y la geografía del Ecuador son características propicias para que exista una gran biodiversidad, con múltiples especies que poseen un valor económico y ecológico significativo. Sin embargo, no existen suficientes individuos de una misma especie dentro del área de un bosque natural. Debido a esto, para cubrir la demanda de madera en los mercados, se ha desarrollado una explotación masiva de los bosques naturales (Villota, 2016, p. 14).

Durante los últimos años se ha desarrollado una preocupación cada vez mayor por la destrucción de los bosques ya que está afectando a la calidad de vida de la presente y futura generación por la destrucción cercana a las cuencas hidrográficas (Moreira y Ruales, 2015, p. 1), surge la necesidad de promover la reforestación para recuperar las áreas deforestadas. En nuestro país se ha optado principalmente por la introducción de especies nativas, en función de intereses y preferencias particulares y con base en criterios ecológicos.

En Mindo Cloudforest fundación, ubicada al noroccidente de la provincia del Pichincha; *Spirotheca awadendron* (ceibo) y *Cinchona pubescens* (cascarilla) son especies de gran importancia ecológica por todos los beneficios que aportan. En este sentido, es preciso efectuar acciones concretas que contrarresten la extinción y disminución de estas especies arbóreas; y una de las opciones más factibles es a través de la propagación. En este caso se priorizará la propagación vegetativa a través de estacas utilizando dos sustratos diferentes y dos enraizantes orgánico y químico, de esta forma se busca mejorar la producción de plantas de a nivel de vivero, además que se facilita el emprender proyectos de producción de estas especies forestales y que los agricultores interesados tengan alternativas para esta práctica y así garantizar buenos resultados a futuro dentro de un proyecto forestal sea este en pequeña, mediana o gran escala.

ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Spirotheca awadendron es una especie endémica que actualmente presenta un estado de conservación vulnerable debido a la deforestación, hasta la actualidad no se ha registrado ningún tipo de investigación relacionada con su propagación. *Cinchona pubescens* es considerada como el árbol nacional del Ecuador por su gran aporte en el ámbito medicinal. La poca investigación relacionada con la propagación asexual de las especies forestales *Spirotheca awadendron* y *Cinchona pubescens* es evidente a nivel nacional, es por ello que con la propagación de estas dos especies se busca aportar con información técnica en el área forestal.

JUSTIFICACIÓN

Si bien es cierto, existe dos métodos para la propagación de especies forestales como son la reproducción sexual mediante sus semillas y la reproducción asexual mediante una sección extraída de la planta, éste método es más rápido, pero sin embargo hay escasa información sobre tratamientos de enraizantes tanto de tipo químico y orgánico para la propagación de *Spirotheca awadendron* (ceibo) y *Cinchona pubescens* (casarilla) en la provincia del Pichincha, además los resultados que mostrará la presente investigación permitirá dar alternativas a las organizaciones dedicadas a la reforestación y los agricultores que deseen emprender dentro del ámbito forestal con éstas especies nativas, debido a que los tratamientos a utilizar son sencillos, de fácil acceso si se dispone de las condiciones técnicas de propagación, con esto se logrará disponer de información inicial que permita aumentar los el nivel de supervivencia de plántulas de las especies en estudio en condiciones de vivero.

OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar dos sustratos y dos enraizadores en la propagación vegetativa de *Spirotheca awadendron* (ceibo) y *Cinchona pubescens* (casarilla) en el Noroccidente de Pichincha.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar el mejor sustrato y/o enraizante para la propagación por estacas de *Spirotheca awadendron* y *Cinchona pubescens*.

Estimar los costos de producción por tratamiento de las especies forestales en estudio.

HIPÓTESIS

HIPÓTESIS NULA

Ninguno de los sustratos y enraizantes tiene un efecto positivo en la propagación de *Spirotheca awadendron* y *Cinchona pubescens*.

HIPÓTESIS ALTERNATE

Por lo menos alguno de los sustratos y enraizantes tiene un efecto positivo en la propagación de *Spirotheca awadendron* y *Cinchona pubescens*.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Información botánica de las especies forestales

1.1.1. Breve reseña histórica de *Spirotheca awadendron*

Para Fernández (2001, p. 202) *Spirotheca awadendron* es un árbol emergente estrangulador, su nombre hace referencia a la etnia “awa o quaiquer” que se encuentra ubicada al sur de Colombia y norte de Ecuador, zona en la que crece este grandioso árbol. Por otra parte Muñoz y Cerón (2015, p. 28) mencionan que *Spirotheca awadendron* es endémica del Ecuador catalogada como vulnerable a la extinción, debido a la disminución de su hábitat.

El género *Spirotheca* es muy poco conocido y colectado, por lo que se esperan nuevos registros y especies en los próximos años, hasta el momento se han registrado cuatro poblaciones, dos en el occidente de la provincia de Cotopaxi, dentro de la Reserva Ecológica de los Illinizas, también se ha sido colectada dentro de la Reserva Ecológica Mache Chindul y en los bosques nublados de Maquipucuna (Santiana, 2017, p. 1).

1.1.2. Descripción botánica de *Spirotheca awadendron*

Tabla 1-1: Clasificación Taxonómica de *Spirotheca awadendron*

Reino	Plantae
Filo	Tracheophyta
Subfilo	Angiospermae
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Subfamilia	Bombacoideae
Género	<i>Spirotheca</i>
Especie	<i>Awadendron</i>
Nombre Científico	<i>Spirotheca awadendron</i> Fern. Alonso
Nombre común	Ceibo

Fuente: Muñoz y Cerón, 2015.

Realizado por: Maroto, J, 2021.

Spirotheca awadendron es una especie caducifolia de 10 a 25 m de altura, su copa extendida y sus ramas con escasas hojas al momento de la fructificación, su tronco es de forma irregular, presenta aletones triangulares hasta aproximadamente los 2 metros de altura, la corteza externa presenta espinas en los árboles jóvenes, sus hojas son alternas digitadas con 6 foliolos, en el envés presenta pubescencia color crema, sus flores son de color rosado, el fruto es una capsula pubescente alargada de color café con semillas color café cubiertas por una fibra similar al algodón de color dorado (Muñoz y Cerón, 2015, p. 28).



Figura 1-1. Árbol de Ceibo (*Spirotheca awadendron*)

Realizado por: Maroto, J, 2021.

Sin embargo para Fernández (2001, p. 203) son árboles que presentan de 35 a 40 m de altura con un DAP hasta de 220 cm, con tronco ancho y extendido, sus raíces son tabulares amplias, el tronco y las ramas presentan amplias lenticelas y espinas aguadas ligeramente ensanchadas en la base; Sus hojas presentan peciolos de 9 a 15 cm de largo y 2,5 mm de grosor con 5 o 6 foliolos coreados estrechamente cuneados en la base y agudos en el ápice, presenta peciolulo, los nervios secundarios son números generalmente notorios, las láminas son glabras en el haz y finamente marrón tomentosas en el envés; Las flores están dispuestas al final de las ramas cortas con pedicelos de hasta 1 cm de longitud, con 2 o 3 bractéolas a modo de cálculo, prontamente caducas, cáliz cupular, corola fusiforme en el botón y blanquecina, pétalos extendidos de 7, 5 a 8,5 x 1,7 a 1,9 cm; Sus frutos son pedúnculos subcilíndricos- obtusos comprimidos en la base y

el ápice color marrón ferrugíneo externamente, con numerosas semillas reniformes de color marrón oscuro acompañada de abundante lana de color marrón leonado.

Con respecto al control fenológico, la floración se inicia a partir del mes de julio hasta septiembre y fructifica en los meses de septiembre hasta el mes de noviembre (Fernández, 2001, p. 203).

1.1.2. Distribución geográfica de *Spirotheca awadendron*

Se encuentra distribuida en las provincias de Cotopaxi, Esmeraldas en Pichincha en los bosques andinos con una altitud de 200 -1500 msnm, también se los puede encontrar en pastizales y bosques en regeneración (Muñoz y Cerón, 2015, p. 28).

1.1.4. Breve reseña histórica de *Cinchona pubescens*

El género *Cinchona*, pertenece a la familia Rubiaceae, tiene un total de 23 especies que están distribuidas a lo largo de los Andes, desde Costa Rica hasta Argentina. La quina es considerada como una especie símbolo ya que es una especie nativa y porque su uso se remonta desde hace más de 400 años por los antepasados para tratamientos fitoterapéuticos y mundialmente reconocida como salvadora de la humanidad por su gran potencial medicinal para el tratamiento del paludismo (Gómez , et al, 2016, p.1).

1.1.5. Descripción botánica de *Cinchona pubescens*

Tabla 2-1: Clasificación Taxonómica de *Cinchona pubescens*

Reino	Plantae
Filo	Magnoliophyta
Clase	Magnoleopsida
Orden	Gentianales
Familia	Rubiaceae
Género	<i>Cinchona</i>
Especie	<i>Pubescens</i>
Nombre Científico	<i>Cinchona pubescens</i> Vahl
Nombre común	Cascarilla

Fuente: Gómez , et al, 2016.

Realizado por: Maroto, J, 2021.

Cinchona pubescens es un árbol nativo que puede medir hasta 10 m de altura, con alrededor de 20 cm de diámetro; Sus ramas jóvenes presentan escasa pubescencia; Las hojas son delgadas y papiráceas cuando se secan de 8,3 – 23 (x) 5,3 – 21 cm; elípticas u ovaladas, cuneadas a redondeadas o truncadas en la base, su ápice es obtuso, con nervaduras secundarias prominentes de 7 a 11 pares, nervaduras terciarias poco visibles; superficie adaxial usualmente mate; Las inflorescencias axilares son densamente pubescentes, su cáliz es de 1,3 – 2,8 mm de longitud con lóbulos de 0,4 – 1,2 mm, presentan pubescencia por afuera, glabro por dentro, corola rosácea o púrpura, pálido en la base, tubos de 8,8 – 14 mm de longitud, glabros cerca de la unión de los estambres, lóbulos 3,9 – 6 mm de longitud; filamentos adjuntos a 3,5 – 6,7 mm bajo la base del tubo de la corola; ovario muy pubescente; sus frutos son capsulares elipsoides a sub cilíndricos con endocarpo papiráceo (Barukcic y Sola, 2015, p. 17).

Con respecto al control fenológico del árbol de la quina, se observó que la floración se inicia a partir de los meses de Junio hasta el mes de Septiembre y fructifica en los meses de Septiembre hasta el mes de Febrero (Gómez, et al, 2016, p. 3).



Figura 2-1. Árbol de Cascarilla (*Cinchona pubescens*)

Realizado por: Maroto, J, 2021

1.1.6. *Distribución geográfica de Cinchona pubescens*

Cinchona pubescens Vahl es una especie nativa de la cordillera de los Andes se encuentra principalmente en Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Costa Rica, Panamá y Venezuela, crecen en altitudes desde los 300 – 3900 msnm, reside en varios hábitats como: Zonas agrícolas, Pastizales, Bosques naturales, plantaciones, entre arbustos, en Ecuador también suele crecer en suelos volcánicos y rocosos (Barukcic y Sola, 2015, pp. 16-17).

1.2. Aspectos generales de la propagación vegetativa

La propagación vegetativa es la producción de una nueva planta a partir de una parte de la planta madre ya sea una célula, un tejido y diferentes órganos, con condiciones de crecimiento adecuadas como: Luz, temperatura, humedad, nutrientes, sanidad, entre otras (Deere, 2018, p. 1).

Para Anchali (2011, p. 18) El propagar vegetativamente una planta es esencial para conservar la igualdad genética de la plantas, y es muy utilizada en el ámbito forestal, floricultura, horticultural y en el mejoramiento genético convencional.

Según González (2012, p. 11) éste tipo de propagación se realiza mediante el uso de estacas (porción vegetativa de la planta), éste método de propagación permitirá obtener nuevos individuos con las mismas características genéticas que los padres. Su crecimiento inicial puede ser mayor sin verse afectado el sistema radicular.

1.2.1. *Razones para emplear propagación vegetativa*

- ✓ Es indispensable para conservar las especies cuyas semillas no son viables
- ✓ Retiene la capacidad de floración evitando así la etapa juvenil de la planta
- ✓ Es económico, rápido, simple y no requiere las técnicas especiales. La planta madre por lo general, se reproduce exactamente sin cambio genético (Anchali, 2011, p. 18).

1.2.2. *Propagación vegetativa mediante estacas*

Se denomina estaca a una porción extraída de la planta madre que contiene yemas caulinares e inducida a formar raíces, son capaces de enraizar bajo condiciones ambientales favorables y con tratamientos químicos apropiados (Anchali, 2011, p. 19).

Para Torres (2014, p. 16) una de las ventajas de este tipo de propagación es la facilidad de multiplicación, para ello se utilizaran estacas escogidas de las mejores plantas con una longitud

de 20 y 30 cm, se recomienda hacer un corte en cruz en la base y eliminar 0,5 cm de corteza para estimular rápidamente la formación de raíces.

La propagación por estacas radica en cortar brotes, ramas o raíces de una planta madre, para posteriormente colocar en un medio de cultivo con el fin de obtener emisión de raíces y brotación en la parte aérea y así obtener un nuevo individuo con las mismas características de la madre (Torres, 2014, p. 17).

Existen factores que pueden intervenir en este tipo de propagación, entre estos puede ser la posición de estacas en la rama ya que el grado de lignificación no es el mismo en toda la rama, la cantidad de reservas y la diferenciación de los tejidos, el tipo de sustrato por su composición física y química, las condiciones fisiológicas de la planta madre, las condiciones ambientales, pero los resultados pueden ser distintos si se usa previamente productos químicos como reguladores de crecimiento (Torres, 2014, p. 24).

1.3. Sustratos

1.3.1. Definición de sustrato

Se entiende por sustrato aquella mezcla de distintos componentes capaces de proporcionar sostén, intercambio catiónico, una adecuada retención de humedad, una apropiada porosidad para un eficaz desarrollo de raíces para la planta que él se desarrollará. El componente del sustrato es aquel material particular incorporado en proporciones con otros componentes para así obtener un correcto nivel de aireación, retención de agua y nutrientes para el alimento de las plantas (Hidalgo, et al, 2009, p. 283).

Anchali (2011, p. 28) menciona que el sustrato también servirá como un medio para aportar agua, nutrientes y oxígeno a la planta. Varias especies producen su raíz con facilidad, sin embargo, las especies que tardan o se dificultan puede deberse el medio de enraizamiento utilizado, no solamente por el porcentaje de estacas que han enraizado, sino también por la calidad de la raíz que se ha formado.

1.3.2. Características del sustrato ideal.

- ✓ Suficiente porosidad para admitir una buena aireación
- ✓ Buena capacidad de retención de agua
- ✓ Debe ser bien drenado

- ✓ Libre de organismos patógenos
- ✓ Tener un buen soporte físico para mantener las estacas lo más erecto posible (Gonzales, 2012, p. 15).

1.4. Enraizantes

Según Núñez (2018, p.12) los enraizantes son sustancias que favorecen al crecimiento de raíces principales y secundarias de forma fácil y rápida, haciendo que las mismas crezcan y pueda absorber agua y nutrientes necesarios para el desarrollo del nuevo ser.

La intención de tratar estacas con reguladores de crecimiento es aumentar el porcentaje de enraizamiento, reducir el tiempo de iniciación de raíces y mejorar el sistema radical formado (Torres, 2014, p. 29).

1.4.1. Enraizantes orgánicos

Son productos que se elaboran caseramente utilizando plantas que contengan fitohormonas y los elementos necesarios para la estimulación y crecimiento del sistema radicular (Núñez, 2018, p. 12).

Los reguladores vegetales son compuestos orgánicos diferentes de los nutrientes, que en pequeñas cantidades estimulan, inhiben o modifican el proceso fisiológico de la planta, la fitohormona más importante es la auxina ya que ayuda a la formación de raíces, se encuentran en los ápices y en las regiones meristemáticas de las plantas (Torres, 2014, p. 29).

Actualmente se ha originado un gran interés por el uso de enraizantes de origen natural como el cristal de la sábila y la cocción de hojas de sauce, entre otros (Zavala, 2018, p. 4).

1.4.2. Enraizantes químicos

En la actualidad existen enraizantes químicos, elaborados con ácido Naftalenacético (ANA) como ingrediente activo, estos productos actúan sobre los puntos de crecimiento activo de las raíces y afectan a las divisiones celulares promoviendo la emisión de raíces. Las auxinas son las fitohormonas más usadas para estimular el enraizamiento en las plantas. Dentro de las auxinas sintéticas que proporcionan mejores resultados tenemos al ácido indolbutírico (AIB), y el ácido Naftalenacético (ANA) (Zavala, 2018, p. 4).

1.4.3. *Fitohormonas*

Las fitohormonas también llamadas hormonas vegetales son sustancias naturales que se forman en las distintas partes de la planta, existe 5 principales grupos, entre ellas tenemos a las auxinas, citoquininas, giberelinas, etileno e inhibidores y retardantes de crecimiento, siendo las auxinas y citoquininas las que ayudan a la formación de raíces (Chiqui y Verdugo 2014, p. 15).

1.4.4. *Auxinas*

Para Zavala (2018, p. 4) las auxinas son un grupo de hormonas vegetales que tiene la capacidad de provocar un agrandamiento y alargamiento de las células, promoviendo la división celular en el cultivo de tejidos.

Las auxinas se encuentran principalmente en los meristemos apicales de los tallos, raíces, hojas y frutos en desarrollo, también en hojas maduras y ápices de raíces. Sin embargo, ambos autores concuerdan que este grupo de fitohormonas ejercen un mayor efecto en la formación de raíces adventicias en estacas (Chiqui y Verdugo 2014, p. 15).

1.4.5. *Citoquininas*

Las citoquininas son fitohormonas derivados de la adenina que actúan promoviendo la división celular, interactúan con las auxinas, formándose en las raíces y son transportadas hacia el tallo y las hojas, hasta llega a la fuente de las auxinas, también se las conoce como hormonas Fito juveniles debido a que retarda la senescencia en las plantas, además una de sus funciones radica en el rompimiento de la latencia de yemas axilares (Chiqui y Verdugo 2014, p. 16).

1.4.6. *Métodos de Aplicación de regulares de crecimiento*

1.4.6.1. *Método del espolvoreado*

Este método radica en la aplicación de la dosis adecuada del producto mezclada un algún polvo fino (talco), dicho polvo se aplica en el área basal de las estacas previamente humedecidas y luego se las coloca en un sustrato para que pueda desarrollar sus raíces, además menciona que una de las desventajas que puede tener este método es que el polvo se puede desprender de la estaca al momento de insertar en el sustrato, y además el exceso de polvo aplicado puede causar toxicidad (Zavala, 2018, p. 6).

1.4.6.2. *Método de inmersión rápida*

Este método consiste en sumergir durante 5 segundos los extremos basales de las estacas, en una solución concentrada (500 – 10000 ppm) del producto enraizante, una vez absorbido el producto se debe color las estacas en el medio de enraizamiento, éste método es ventajoso ya que se requiere menos equipos y la misma solución se puede usar repetidas veces siempre y cuando el envase este bien cerrado (Zavala, 2018, p. 6).

1.4.6.3. *Método de remojo prolongado*

Este método es similar al anterior, ya que se sumergen 2,5 cm del extremo basal de las estacas durante 24 horas en soluciones de 5 a 2000 ppm del regulador de crecimiento, se deja en lugar sombreado y a temperatura ambiente, en condiciones de temperaturas elevadas y baja humedad relativa se producirá una mayor absorción del producto (Zavala, 2018, p. 6).

1.5. Recolección del material vegetativo

1.5.1. *Árbol de buena calidad*

Un árbol de buena calidad debe cumplir con las siguientes características:

- ✓ Estar libre de patógenos e insectos plaga.
- ✓ El tamaño, color y forma de las hojas deben ser típicas para la temporada de año y fase de crecimiento de la especie.
- ✓ La forma de la copa debe ser típica de su especie
- ✓ Las ramas deben estar distribuida radialmente y verticalmente a lo largo del tronco, formando una copa simétrica típica de la especie.
- ✓ La altura y el diámetro del árbol deben concordar con un ejemplar típico de la especie.
- ✓ La raíz debe estar libre de daños provocados por agentes bióticos y abióticos (Duff [sin fecha], p. 6).

1.6. Manejo del ensayo

1.6.1. *Riego*

El riego no es más que la aportación de agua al suelo o al medio de cultivo hasta obtener la humedad suficiente para que la planta pueda tener el desarrollo adecuado y así optimizar su ciclo de vida (González, 2012, p. 16).

1.6.2. *Control de plagas y enfermedades*

Es fundamental tener un buen control, dando a las plantas los medios que necesitan para que puedan auto defenderse, esto evitará el uso métodos de control artificiales no específicos que pueden dañar a organismos benéficos que mantienen el equilibrio ecológico, la transformación de la materia orgánica, la fijación de nutrientes entre otros. Si bien es cierto el control más efectivo de una enfermedad es la que se da en los primeros estadios de la planta cuando al enfermedad no se ha desarrollado por completo, debiendo aplicar en esos momentos una menor cantidad de agroquímicos (González, 2012, p. 16).

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Materiales y métodos

2.1.1. Caracterización del lugar

2.1.1.1. Localización

La investigación se llevó a cabo en el vivero fundación Mindo Cloud Forest, ubicado en el cantón San Miguel de los Bancos, Provincia de Pichincha (Figura 3-2).

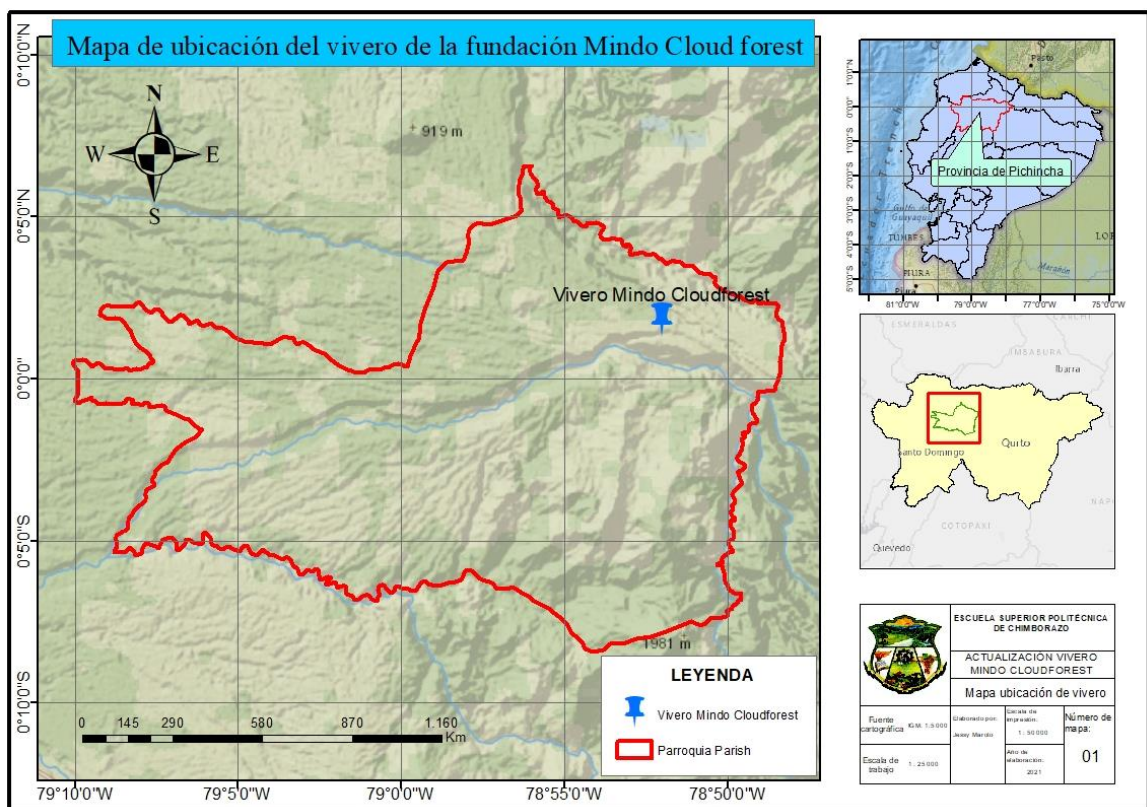


Figura 3-2. Mapa de ubicación del vivero de la fundación Mindo Cloud Forest.

Realizado por: Maroto, J, 2021.

2.1.1.2. *Ubicación Geográfica*

Coordenadas UTM WGS 84:

X: 736975 m

Y: 3909 m

Altitud: 1123 msnm

2.1.1.3. *Características climatológicas*

Temperatura media: 18.9 °C

Humedad relativa: 92%

Precipitación mensual: 425 mm (GAD San Miguel de los Bancos, 2015, p. 2) (Climate-data.org, p. 1).

2.1.1.4. *Clasificación Ecológica*

El sitio experimental se encuentra en la zona ecológica correspondiente al Bosque Nublado, con topografía irregular y un clima húmedo (GAD San Miguel de los Bancos, 2015, p. 2) (MECN, 2009, p. 16).

2.1.2. *Materiales*

2.1.2.1. *Material experimental*

Estacas de *Spirotheca awadendron*

Estacas de *Cinchona pubescens*

Sustrato 1: 80 % tierra de páramo + 10% pomina + 10% cascarilla de arroz

Sustrato 2: 70% tierra de bosque +10% cascarilla de café.

Enraizante químico: Hormonagro1 (ácido Naftalenacético 0,40%, Boro soluble en agua 3,00%)

Enraizante orgánico: Gel a base de *Aloe vera*

2.1.2.2. *Material de campo*

Carretilla, pala, bomba de aspersión, vitavax (Carboxin + Captan), fundas de polietileno 5 x 8 pulgadas, gavetas, podadora aérea, tijera de podar, machete, alcohol al 70%, fundas plásticas, gramera, baldes, latillas de caña, sarán, piola flexómetro, regadera manual, manguera con aspersor.

2.1.2.3. Material de oficina

Computador, Cámara fotográfica, Ficha de recolección de datos, Esfero, Software informático (INFOSTAT).

2.2. Metodología

En la presente investigación se realizó de acuerdo al diseño experimental que se indica en la tabla 3-2, tanto para el ensayo 1 con *Spirotheca awadendron* y para el ensayo 2 con *Cinchona pubescens*.

2.2.1. Diseño experimental

Para los ensayos 1 y 2 se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con estructura bifactorial, con 4 tratamientos conformados por 4 bloques en la cual se ubicaron 12 submuestras por repetición dando un total de 192 plántulas por cada especie.

Ensayo 1

Tabla 3-2: Diseño experimental bifactorial para *Spirotheca awadendron*.

Tratamientos	Código	Descripción
T1	A1B1	Tierra de páramo 80% + pomina 10% + cascarilla de arroz 10% + hormonagro1
T2	A1B2	Tierra de páramo 80% + pomina 10% + cascarilla de arroz 10% + <i>Aloe vera</i>
T3	A2B1	Tierra de bosque 70% + cascarilla de café 30% + hormonagro1
T4	A2B2	Tierra de bosque 70 % + cascarilla de café 30% + <i>Aloe vera</i>

Realizado por: Maroto, J, 2021.

Tabla 4-2: Esquema de tratamientos por bloque de *Spirotheca awadendron*.

R1	R2	R3	R4
T1= A1B1	T4= A2B2	T4= A2B2	T1= A1B1
T2= A1B2	T2= A1B2	T1= A1B1	T2= A1B2
T3= A2B1	T3= A2B1	T3= A2B1	T4= A2B2
T4= A2B2	T1= A1B1	T2= A1B2	T3= A2B1

Realizado por: Maroto, J, 2021.

Ensayo 2

Tabla 5-2: Diseño experimental bifactorial para *Cinchona pubescens*.

Tratamientos	Código	Descripción
T5	A1B1	Tierra de páramo 80% + pomina 10% + cascarilla de arroz 10% + hormonagro1
T6	A1B2	Tierra de páramo 80% + pomina 10% + cascarilla de arroz 10% + <i>Aloe vera</i>
T7	A2B1	Tierra de bosque 70% + cascarilla de café 30% + hormonagro1
T8	A2B2	Tierra de bosque 70 % + cascarilla de café 30% + <i>Aloe vera</i>

Realizado por: Maroto, J, 2021.

Tabla 6-2 Esquema de tratamientos por bloque de *Cinchona pubescens*.

R1	R2	R3	R4
T5= A1B1	T7= A2B1	T8= A2B2	T7= A2B1
T8= A2B2	T5= A1B1	T6= A1B2	T6= A1B2
T7= A2B1	T8= A2B2	T7= A2B1	T5= A1B1
T6= A1B2	T6= A1B2	T5= A1B1	T8= A2B2

Realizado por: Maroto, J, 2021.

2.2.2. Factores de estudio y esquema de análisis de varianza

FACTOR A

A1: Tierra de páramo 80% + pomina 10% + cascarilla de arroz 10%

A2: Tierra de Bosque 70% + Cascarilla de café 30%

FACTOR B

B1: Hormonago1 (Ácido Naftalenacético)

B2: Gel de *Aloe vera*

Tabla 7-2: Esquema de análisis de Varianza *Spirotheca awadendron*.

Fuente de variación	Fórmula	Grados de libertad
Bloques	r-1	3
Sustratos	a-1	1
Enraizantes	b-1	1
Sustratos * Enraizantes	(a-1) (b-1)	1
Error	(t-1) (r-1)	9
Total	n-1	15

Realizado por: Maroto, J, 2021.

Tabla 8-2: Esquema de análisis de Varianza *Cinchona pubescens*.

Fuente de variación	Fórmula	Grados de libertad
Bloques	r-1	3
Sustratos	a-1	1
Enraizantes	b-1	1
Sustratos * Enraizantes	(a-1) (b-1)	1
Error	(t-1) (r-1)	9
Total	n-1	15

Realizado por: Maroto, J, 2021.

2.2.3. Análisis funcional

Para el análisis estadístico se utilizó el software estadístico Infostat, para determinar que tratamiento es el mejor en el desarrollo de las plántulas de cada especie. Para normalizar los datos en porcentaje se aplicó la transformación angular o de Bliss. Para el análisis de los datos se aplicó un ANOVA, y para la separación de medias se utilizó el Test de Tukey al 5% de significancia.

2.2.4. Actividades ejecutadas para los dos ensayos

2.2.4.1. Preparación del Sustrato

Se utilizaron dos tipos de sustrato:

Sustrato 1: compuesto por tierra de páramo en un 80 %, cascarilla de arroz en un 10 % y pomina en un 10 %, en este caso es un sustrato que utilizan en el vivero de la fundación por tanto estuvo preparado.

Sustrato 2: compuesto por tierra de bosque en un 70% y cascarilla de café en un 30 %, Para la preparación de este sustrato se procedió a mezclar uniformemente tres carretillas de tierra de bosque y una carretilla de cascarilla de café (Figura 4-2).



Figura 4-2. Preparación del sustrato.

Realizado por: Maroto, J, 2021.

2.2.4.2. *Desinfección de Sustrato*

La desinfección del sustrato se realizó de forma química utilizando Vitavax (Carboxin+Captan) para contrarrestar el ataque de hongos, nematodos e insectos, se trabajó con una dosis de 2 ml por cada litro de agua, en este caso se preparó para 10 litros de agua, se aplicó con ayuda de una bomba de aspersión manual, finalmente se removió el sustrato para obtener un mejor mojado (Figura 5-2).



Figura 5-2. Desinfección del sustrato.

Realizado por: Maroto, J, 2021.

2.2.4.2. *Enfundado*

Para ello se utilizó fundas de polietileno de 5 x 8 pulgadas, se procedió a llenar de forma manual con los dos tipos de sustrato, cuidando que no se formen bolsas de aire en las partes bajas, como también se procedió a llenar totalmente la funda para evitar problemas al momento del riego (Figura 6-2).

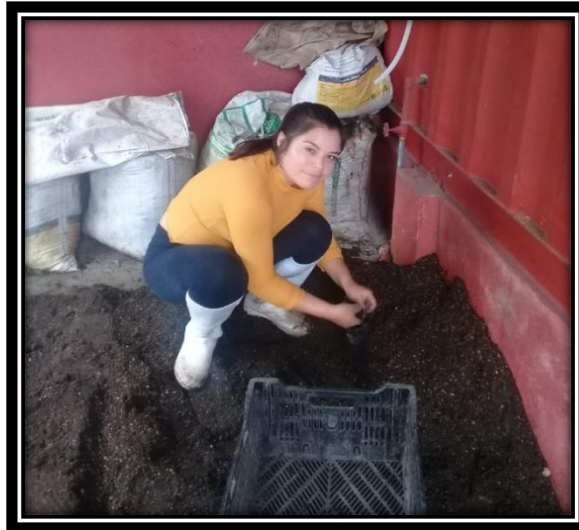


Figura 6-2. Llenado de sustrato en las fundas de polietileno de 5 x 8”

Realizado por: Maroto, J, 2021.

2.2.4.4. *Desinfección de camas y ubicación de las fundas de acuerdo al diseño experimental*

Se procedió a desinfectar la cama con ayuda de la bomba de aspersión manual utilizando una dosis de Vitavax (Carboxin+Captan) de 2 ml por cada litro de agua, en este caso se preparó 2 litros de solución, posteriormente se ubicó las fundas llenas de acuerdo a los tratamientos estipulados en el diseño experimental (Figura 7-2).



Figura 7-2. Desinfección de camas y ubicación de fundas.

Realizado por: Maroto, J, 2021.

2.2.4.5. Selección del árbol plus

Las estacas de *Spirotheca awadendron*, se recolectaron en la reserva ubicada en Milpe perteneciente la fundación Mindo Cloud Forest, situada en el Cantón San Miguel de los Bancos, lugar en el cual se pudo observar un árbol que cumplía con la madurez y las características necesarias para recolectar el material vegetativo, cabe recalcar que en dicha zona no hubo árboles para escoger, ya que ésta especie presenta un estado de conservación vulnerable (Figura 8-2).



Figura 8-2. Árbol plus de *Spirotheca awadendron*.

Realizado por: Maroto, J, 2021.

Las estacas de *Cinchona pubescens*, se recolectaron en la reserva ubicada en Puyucunapi (1974 msnm) perteneciente a la fundación Mindo Cloud Forest, situada a 5 km del cantón San Miguel de los Bancos, en donde se pudo observar árboles maduros con características fenotípicas idóneas para la obtención del material vegetativo (Figura 9-2).

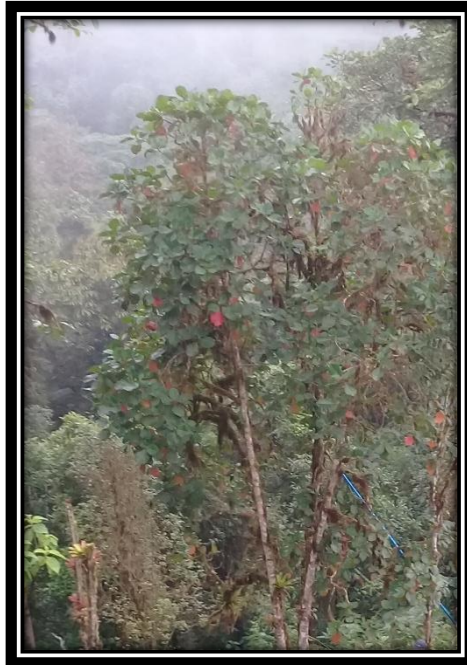


Figura 9-2. Árbol plus de *Cinchona pubescens*

Realizado por: Maroto, J, 2021.

2.2.4.6. *Recolección del material vegetativo*

Para la recolección del material vegetativo de las dos especies se utilizó la podadora aérea para cortar las ramas de los árboles, posteriormente con la tijera de podar se obtuvo el tamaño de estacas requerido, en este caso fue de 20 a 30 cm de longitud, tomado en cuenta que el diámetro de la estaca debe ser mayor a 2 cm y debe contener 2 yemas como mínimo, luego se procedió a retirar las impurezas de las estacas, y finalmente se guardó el material vegetativo en una gaveta cubierta por una funda para evitar su deshidratación (Figura 10-2).



Figura 10-2. Recolección del material vegetativo

Realizado por: Maroto, J, 2021.

2.2.4.7. *Desinfección del material vegetativo*

Para la desinfección del material vegetativo, inicialmente se sumergió durante 5 segundos en 2 litros de solución de Vitavax (Carboxin+Captan) con una dosis de 1 ml por cada litro de agua, seguidamente se complementó la desinfección con ayuda de la bomba de aspersión manual utilizando la misma dosis de Vitavax (Figura 11-2).



Figura 11-2. Desinfección del Material Vegetativo de *Spirotheca awadendron*

Realizado por: Maroto, J, 2021.

2.2.4.8. Aplicación de tratamientos enraizantes

Para la aplicación del enraizante químico de las dos especies, se tomó en cuenta la dosificación comercial etiquetada en el envase, para ello se procedió a pesar 30g de hormonagro1 (ácido Naftalenacético) con ayuda de la gramera y se disolvió en 1 litro de agua, posteriormente se vertió la solución en un balde grande, tomado en cuenta que la cantidad de solución debe cubrir de 2 a 2,5 cm de la base de las estacas y finalmente se ubicó las estacas en dicho balde y se dejó en remojo durante 12 horas (Figura 12-2).



Figura 12-2. Aplicación de los enraizadores hormonagro1 y *Aloe vera* en estacas de *Cinchona pubescens*.

Realizado por: Maroto, J, 2021.

Para la aplicación del enraizante orgánico de las dos especies, se vertió 1 litro el gel de *Aloe vera* un balde grande, tomando en cuenta que la cantidad de gel debe cubrir 2, 5 cm de la base de las

estacas, finalmente se ubicó las estacas en dicho balde y se dejó reposar durante 24 horas (Figura 13-2).



Figura 13-2. Aplicación de los enraizadores hormonagrol y *Aloe vera* en estacas de *Spirotheca awadendron*

Realizado por: Maroto, J, 2021.

2.2.4.9. *Siembra de estacas de acuerdo al diseño experimental*

Para la siembra de las estacas se realizó orificios de 5cm de profundidad, luego se procedió a colocar la estaca apretando un poco con los dedos para que quede estable, se las ubicó de acuerdo a los tratamientos estipulados en el diseño experimental, finalmente se colocó una malla de sarán cubriendo todo el ensayo para evitar que los rayos del sol caigan directamente hacia las estacas (Figura 14-2).



Figura 14-2. Siembra de las estacas de *Spirotheca awadendron* y *Cinchona pubescens*.

Realizado por: Maroto, J, 2021.

2.2.5. Manejo del Ensayo

2.2.5.1. Riego

El riego se lo realizó cada 3 días dependiendo la temperatura del día, durante un minuto. Para ello durante el primer mes se utilizó una manguera con boquilla de aspersion, y durante los dos meses restantes se utilizó la regadera manual con una frecuencia de dos veces por semana a razón de 4 litros de agua por riego (Figura 15-2).



Figura 15-2. Riego de las estacas de *Spirotheca awadendron* y *Cinchona pubescens*.

Realizado por: Maroto, J, 2021.

2.2.5.2. Control de plagas y Enfermedades

Se aplicó Vitavax (Carboxin+Captan) 1 ml / L a todo el ensayo cada 30 días, también se realizó deshierbes cada vez que aparecían arvenses (Figura 16-2).



Figura 16-2. Aplicación de Vitavax en cada ensayo.

Realizado por: Maroto, J, 2021.

2.2.6. Variables Evaluadas

Se registró los datos de las siguientes variables:

2.2.6.1. Porcentaje de supervivencia

El porcentaje de supervivencia de cada tratamiento se determinó en base a la relación porcentual entre el número de estacas establecidas y el número de estacas vivas encontradas al momento de la medición. Los datos se tomaron a los 90 días de haber instalado el ensayo.

$$\text{Porcentaje de supervivencia} = (\text{N}^\circ \text{ estacas vivas} / \text{N}^\circ \text{ Estacas establecidas}) * 100$$

2.2.6.2. Porcentaje de prendimiento

Los brotes son sinónimos de prendimiento, por tal razón se procedió a contabilizar el número de estacas brotadas y su porcentaje se determinó haciendo una relación entre el número de estacas que brotaron y el número de estacas que se establecieron por tratamiento. Los datos se recopilaron a los 30 y 60 días de haber establecido el ensayo.

$$\text{Porcentaje de prendimiento} = (\text{N}^\circ \text{ estacas brotadas} / \text{N}^\circ \text{ Estacas establecidas}) * 100$$

2.2.6.3. Número de hojas

Para registrar los datos se observó el número de hojas emergidas por cada brote, las hojas únicamente se formaron en T2 (Tierra de páramo 80% +pomina 10%+cascarilla de arroz 10%+ *Aloe vera*) por tal motivo no se realizó el análisis estadístico para dicha variable. Los datos se registraron cada 30 días durante 90 días, tiempo el que duró la investigación.

2.2.6.4. Altura de la planta

Con ayuda de un flexómetro se procedió a medir la altura de cada estaca, aunque no hubo diferencias ya que las estacas no alcanzaron a formar muchas hojas, por esta razón no se hizo ningún tipo de análisis estadístico en lo que se refiere a la altura.

2.2.6.5. Longitud de raíces

Debido a que se observó un bajo porcentaje tanto de prendimiento como de supervivencia no se evaluó longitud de raíces ya que las estacas permanecieron vigorosas, pero no formaron raíces.

2.2.7. Estimación de costos

Para la estimación de costos de producción por tratamiento se siguió la metodología propuesta por (Velázquez, et al, 2011, p.3-8) en la que se contabilizó los costos de los materiales utilizados, los gastos realizados en insumos, transporte y actividades culturales realizadas durante el proceso de investigación.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Propagación Vegetativa de *Spirotheca awadendron*

3.1.1. Porcentaje de prendimiento

Los resultados del análisis de varianza (Anexo E) para el porcentaje de prendimiento de *Spirotheca awadendron* en lo que refiere al factor sustrato y a la interacción sustrato*enraizantes no presentó diferencias significativas ($p > 0,05$), en cambio el factor enraizantes muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) (gráfico N. 1-3).

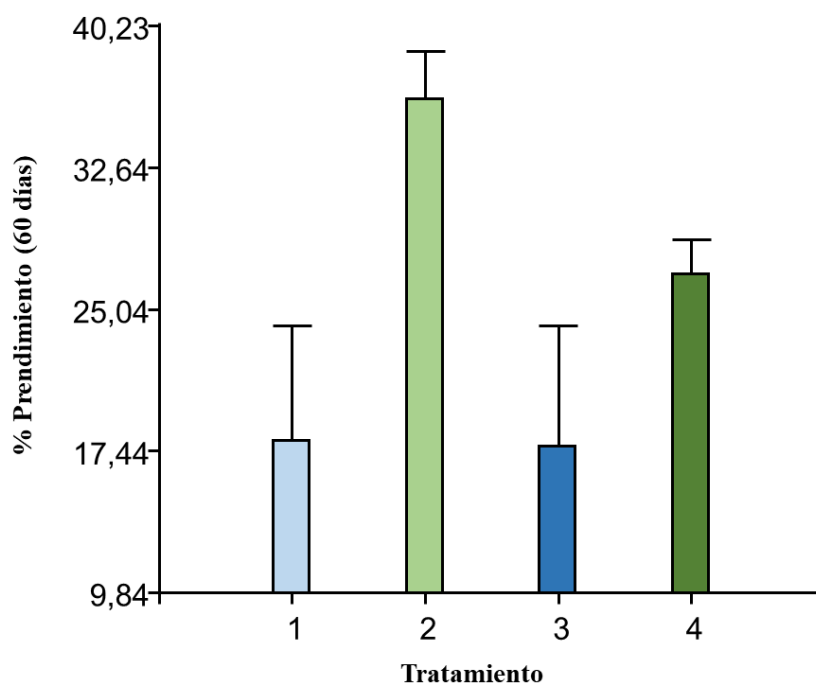


Gráfico 1-3. Porcentaje de prendimiento de *Spirotheca awadendron* durante la fase de vivero a los 60 días de haber iniciado la siembra de las estacas.

Realizado por: Maroto, J, 2021.

En la prueba de Tukey al 5% de significancia al analizar el efecto de los enraizantes para el porcentaje de prendimiento se presentó dos rangos (A-B) (Anexo F), en donde *Aloe vera* alcanzó

el rango A con una media de 31,73 %, mientras que hormonagro1 alcanzó el rango B con una media de 17,89% (Gráfico 2–3).

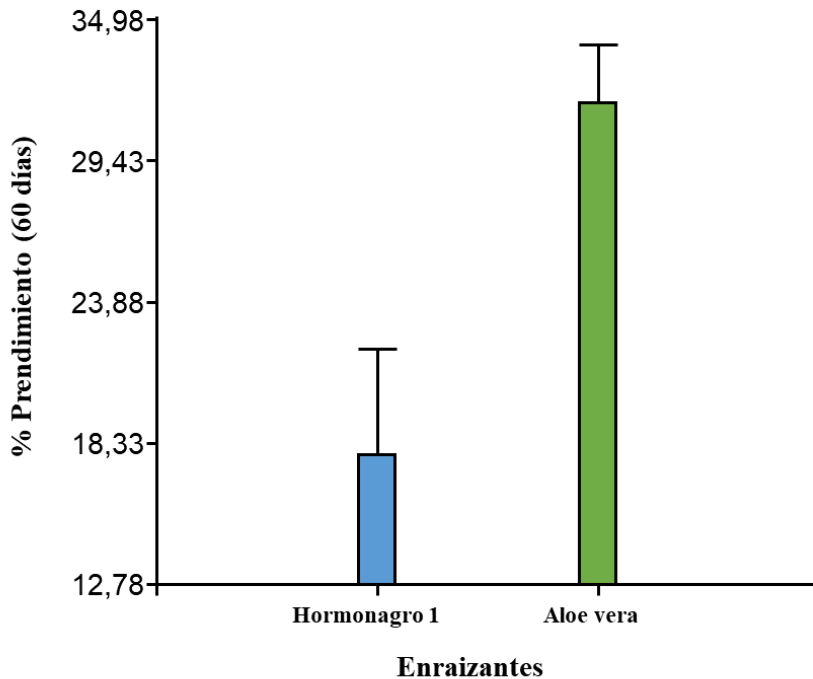


Gráfico 2-3. Efecto de los enraizantes hormonagro1 y *Aloe vera* en el prendimiento de *Spirotheca awadendron* a los 60 días de haber establecido el ensayo.

Realizado por: Maroto, J, 2021.

En los resultados obtenidos referente al porcentaje de prendimiento, se determinó que *Spirotheca awadendron* presentó un prendimiento bajo, existiendo únicamente diferencias en el factor enraizantes en el cual se destacó el enraizante orgánico Aloe vera con el 31,73% de generación de brotes mientras que el enraizante químico hormonagro1(ácido Naftalenacético) obtuvo el 17,89% , los resultados mencionados no concuerdan con resultados obtenidos por (Cornejo, 2018, pp. 102-114) cuando propagó vegetativamente *Ceiba lupuna* utilizando 3 dosis de AIB (0, 3000, 6000 ppm) con 3 tipos de sustrato (arena, turba, perlita), en el cual obtuvo un 85,2 % de brotación con una dosis de 6000 ppm y el sustrato turba, resultados similares reportó (Escobar, et al, 2019, pp. 116-117) al evaluar 4 concentraciones de AIB (0, 1000, 2000 y 3000 ppm) en dos tipos de estacas (adventicias y epicórmicas) de *Ceiba aesculifolia*, presentando diferencias altamente significativas, ya que obtuvo el 78 % de rebrote en estacas epicórmicas con una concentración de 2,000 ppm mientras que con las estacas adventicias obtuvo un 40 % de generación de brotes. De acuerdo con los resultados obtenidos en las diferentes investigaciones, se podría decir que para obtener un mejor resultado en la propagación vegetativa de *Spirotheca awadendron* se debe tomar

en cuenta el tipo de estaca, diferentes concentraciones de enraizantes, del tipo de sustrato que se utilice y la infraestructura utilizada en la investigación.

3.1.2. Porcentaje de supervivencia

El análisis de varianza para supervivencia (Anexo G) se asemeja a los resultados obtenidos en prendimiento ya que no presentó diferencias significativas en sustratos, ni en la interacción sustratos-enraizantes con valores ($p > 0,05$), mientras que en el factor enraizantes si presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) (Gráfico 3-3).

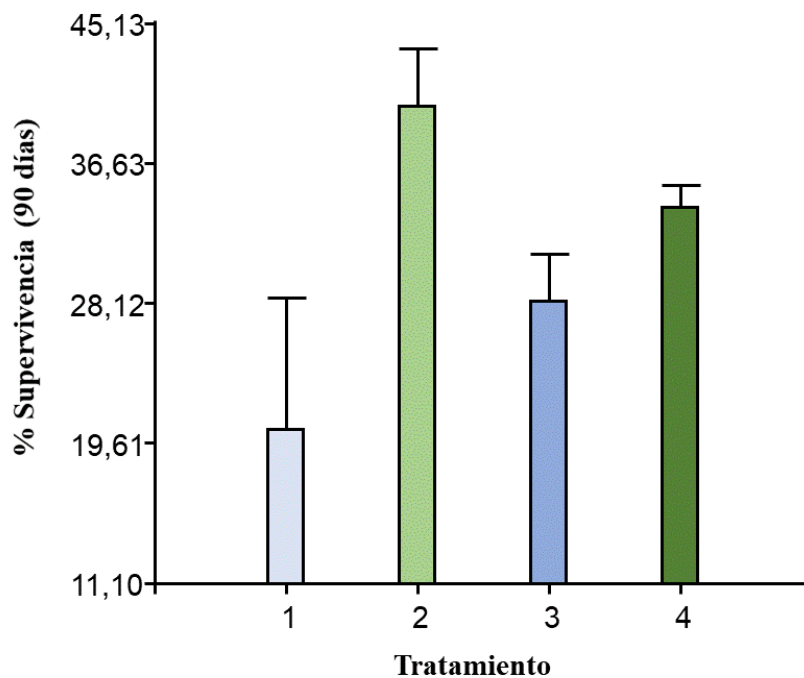


Gráfico 3-3. Supervivencia de *Spirotheca awadendron* durante la fase de vivero a los 90 días de haber instalado el ensayo.

Realizado por: Maroto, J, 2021.

Los resultados obtenidos para supervivencia como se puede observar en el gráfico 3-3 los tratamientos T2 (Tierra de páramo 80% + Aloe vera) y T4 (Tierra de Bosque + Aloe vera) alcanzaron valores mayores de porcentaje supervivencia a diferencia de los tratamientos T1 (Tierra de páramo + hormonagro1) y T3 (Tierra de Bosque + hormonagro1) mostraron valores menores.

En la prueba de Tukey al 5% de significancia al comparar el efecto de los enraizantes para la supervivencia se distingue dos rangos (A-B) (Anexo H), en primer lugar, se ubica *Aloe vera* en el rango A con una media de 37,00 % mientras que hormonagro1 alcanzó el rango B con una media de 24,44 % (Gráfico 4-3).

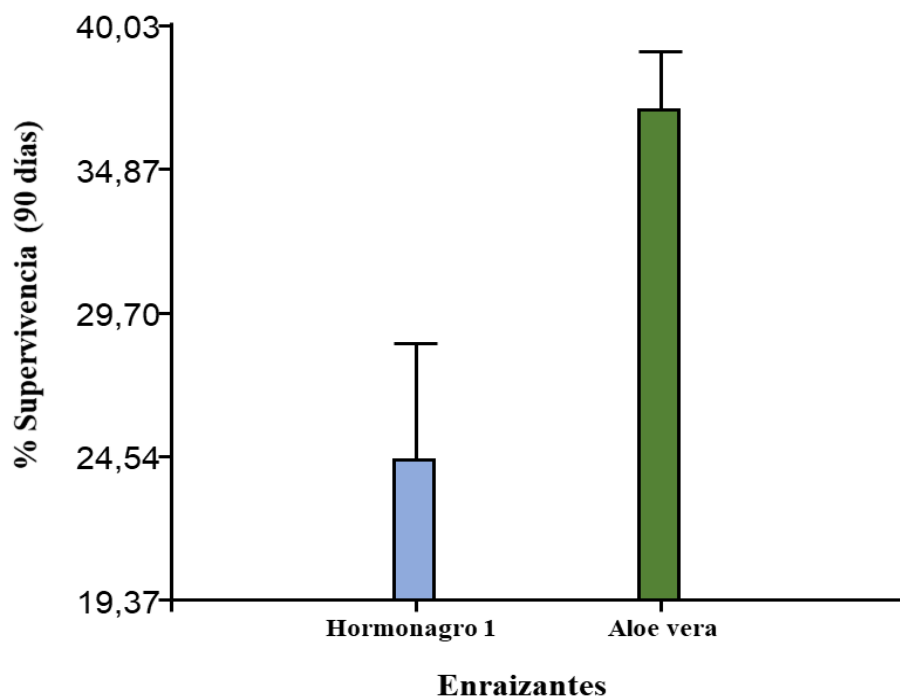


Gráfico 4-3. Efecto de los enraizadores hormonagro1 y *Aloe vera* en la supervivencia de *Spirotheca awadendron* a los 90 días de haber instalado el ensayo.

Realizado por: Maroto, J, 2021.

Los resultados obtenidos al analizar el efecto de los enraizantes muestran que el enraizante orgánico *Aloe vera* alcanzó el 37,00 %, mientras que el enraizante químico hormonagro1 obtuvo el 24,44 %. Resultados similares obtuvo (Jorge, 2018, pp. 71-81) al evaluar estacas apicales de *Ceiba pentandra* utilizando 3 tipos de enraizadores comerciales (Radix 10000, Radix 1500, Root kaax) obtuvo porcentajes de supervivencia menores al 40 %, a la vez menciona que es sustancial tomar en cuenta diversos factores que afectan tanto a la supervivencia como al enraizamiento de las estacas, uno de estos factores son los físicos que son aquellos que provocan efectos oxidantes como es la luz la cual acelera el procesos de oxidación de la células afectando así el desarrollo de raíces, también puede acelerar el brote de yemas impidiendo así el crecimiento de la raíz. Por otro lado, están los factores fisiológicos que son aquellos químicos contenidos en la planta madre ya que éstos actúan como cofactores rizogénicos y dependiendo de la cantidad y calidad en que se encuentren puede intervenir en la oxidación de la auxina impidiendo así el enraizamiento.

La etapa fenológica en la que se encuentren las especies forestales a propagar es uno de los factores determinantes para obtener un buen desarrollo radicular ya que cuando una especie se encuentra en reposo vegetativo logra acumular mayor cantidad de carbohidratos y reserva nutricionales en las estacas para de esta manera tener un resultado revelador de enraizamiento (Jorge, 2018, p. 81).

3.2. Propagación asexual de *Cinchona pubescens*

En lo que se refiere a la propagación vegetativa de *Cinchona pubescens* se observaron resultados negativos, en la primera evaluación (30 días) se pudo evidenciar que las estacas estaban muertas (Anexo D), por esta razón no se realizó ningún tipo de análisis estadístico para esta especie.

Los resultados son similares a los obtenidos por (Armijos y Sinche, 2013, p. 55) al propagar *Cinchona pubescens* empleando dos tipos de sustratos: Sustrato 1: a base de cascarilla de arroz y sustrato 2: a base de cascarilla de café, también se analizó el efecto del enraizador hormonagrol utilizando el método del espolvoreado, los resultados fueron nulos ya que no se observó indicios de brotación y a la tercera semana de haber iniciado el experimento las estacas comenzaron a marchitarse. De igual manera en la investigación realizada (Jerez, 2017, pp. 52-53), cuando realizó la propagación asexual de *Cinchona officinalis* evaluando el efecto de dos hormonas enraizantes comerciales (hormonagrol y Phytoroot) utilizando el método del espolvoreado, observando a los 15 días de haber instalado el ensayo que las estaca comenzaron a descomponerse, de igual forma (Conde, 2016, pp. 102-114) obtuvo resultados negativos al propagar *Cinchona officinalis* probando dos enraizantes químicos (hormonagrol y enraizador H,V) utilizando el método del espolvoreado, observando un marchitamiento de las estacas a los 20 días de haber realizado el repique.

Dichos resultados pueden ser causados por diversos factores como la edad de la plata madre, (Torres, 2014, P. 16) menciona que para logran un enraizamiento las estacas debe ser recolectadas de árboles jóvenes ya que a medida que avanza la edad aumenta la producción de sustancias inhibitoras de raíces.

Otro factor determinante para lograr un funcionamiento en el proceso fisiológico de las estacas es la fase lunar (Vásquez, 2017, p.14) en su investigación realizada sobre la influencia de las fases lunares en el injerto de *Amburana cearensis* (Ishpingo) indica que obtuvo mejor resultado en la fase lunar cuarto menguante mientras que el más bajo fue el injertado en luna llena.

Para (Jerez, 2017, p. 53) el periodo de recolección de las estacas es importante al momento de reproducir vegetativamente especies forestales ya que se debe hacer cuando las plantas están

terminado su periodo de reposo y empezando el periodo de crecimiento de la planta ya que en dicho periodo las yemas inician su actividad y estimulan brotes y raíces cuando son colocadas en un medio de cultivo.

3.3. Estimación de costos

Para el cálculo de los costos de producción de plántulas de *Spirotheca awadendron* y *Cinchona pubescens* tomo en cuenta los siguientes parámetros que se indican en la (tabla 9-3).

Tabla 10-3: Costos de materiales, insumos, mano de obra y transporte para la producción de *Spirotheca awadendron* y *Cinchona pubescens*.

Detalle	Unidad de Medida	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Valor con depreciación (\$)	Valor Total (\$)
Materiales					
Carretilla	Unidad	1	45	9	9,00
Pala	Unidad	1	15	3	3,00
Bomba Mochila	Unidad	1	25	5	5,00
Regadera	Unidad	1	8	1,6	1,60
Baldes	Unidad	2	4	0,8	1,60
Gavetas	Unidad	2	5	1	2,00
Recipientes plásticos	Unidad	2	1,5	0,3	0,60
Licuada	Unidad	1	40	8	8,00
Tijera de podar	Unidad	1	10	2	2,00
Podadora aérea	Unidad	1	100	20	20,00
Machete	Unidad	1	10	2	2,00
Flexómetro	Unidad	1	5	1	1,00
Gramera	Unidad	1	8	1,6	1,60
Cuchillo	Unidad	1	1,5	0,3	0,30
Subtotal 1					57,70
Insumos					
Sustrato 1	Carretilla	4	0,4		1,6
Sustrato 2	Carretilla	3	0,3		0,9
Sustrato 2	Carretilla	1	0,3		0,3
Estacas de ceibo	Unidad	192	0,1		19,2
Estacas de Cascarilla	Unidad	192	0,1		19,2
Hormonagro1	gramos	66	3,3		3,3
<i>Aloe vera</i>	Unidad	10	5		5
Vitavax	Mililitros	50	2,5		2,5
alcohol Antiséptico	Mililitros	10	0,1		0,1
Fundas de polietileno 5 X 8 "	Unidad	384	0,01		3,84

Subtotal 2					52,64
Mano de obra					
Jornal	Jornal	8	15		120
Subtotal 3					120
Trasporte					
Flete sustrato	Flete	1	10		10
Flete estacas	Flete	1	10		10
Subtotal 4					20
TOTAL					250,34

Realizado por: Maroto, J, 2021.

Tabla 11-3: Estimación de Costos de Producción por tratamiento de *Spirotheca awadendron*.

Tratamiento	Materiales (\$)	Insumos (\$)	Mano de obra (\$)	Transporte (\$)	Costo por tratamiento (\$)
T1: A1B1	7,21	6,82	15,00	0,00	29,03
T2: A1B2	7,21	7,25	15,00	0,00	29,46
T3: A2B1	7,21	6,72	15,00	2,50	31,43
T4: A2B2	7,21	7,15	15,00	2,50	31,86

Realizado por: Maroto, J, 2021.

Tabla 12-3: Estimación de costos de producción por tratamiento de *Cinchona pubescens*.

Tratamiento	Materiales (\$)	Insumos (\$)	mano de obra (\$)	Transporte (\$)	Costo por tratamiento (\$)
T5: A1B1	7,21	6,82	15,00	2,50	31,53
T6: A1B2	7,21	7,25	15,00	2,50	31,96
T7: A2B1	7,21	6,72	15,00	5,00	33,93
T8: A2B2	7,21	7,15	15,00	5,00	34,36

Realizado por: Maroto, J, 2021.

Tabla 13-3: Estimación de costos de producción por planta de *Spirotheca awadendron*.

Tratamiento	Costos de producción por tratamiento (\$)	Número de plantas lucrativas (\$)	Costo por planta (\$)
T1	29,03	8	3,63
T2	29,46	20	1,47
T3	31,43	11	2,86
T4	31,86	15	2,12

Realizado por: Maroto, J, 2021.

De acuerdo con los resultados obtenidos el menor costo atribuye al T2 (Tierra de páramo 80 % + pomina 10% + cascarilla de arroz 10% + *Aloe vera*) con \$1,47 USD, el cual sobresalió en las variables evaluadas. Mientras que el costo más alto recae sobre el T1 (Tierra de páramo 80% + 10% pomina + 10% cascarilla de arroz 10% + hormonagro1) con \$3,63 USD, debido a que no se obtuvo un buen resultado en las características evaluadas.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación se puede concluir que:

Los dos sustratos evaluados para la propagación vegetativa de *Spirotheca awadendron* no mostraron diferencias significativas entre ellos, aunque las estacas que llegaron a formar hojas lo hicieron en el sustrato 1 (Tierra de páramo 80% + cascarilla de arroz 10 % + pomina 10 %) con el 41,67 % de supervivencia.

En cuanto a los dos enraizantes evaluados: hormonagro1(30 g/L) y *Aloe vera* (1L), estadísticamente existe diferencias significativas entre ellos, en cual se destaca el enraizante orgánico *Aloe vera* con un valor de 37% de supervivencia, seguido del 24,44% al utilizar hormangro1 (ácido Naftalenacético), deduciendo que el enraizante orgánico *Aloe vera* es una alternativa preliminar para posibles investigaciones relacionadas con la propagación vegetativa de *Spirotheca awadendron*.

De acuerdo con los resultados observados *Cinchona pubescens* no respondió positivamente a la reproducción vegetativa mediante estacas con los tratamientos evaluados, debido a que se trata de una especie muy leñosa y también al desconocimiento de ciertos factores específicos que inciden en el enraizamiento, en este caso no fue apropiado la regulación de factores físicos como humedad relativa, temperatura del ambiente y de los sustratos, además el lugar de recolección del material vegetativo registro una altitud superior con 850 m en relación a los 1123 m del sitio donde se ejecutó en el ensayo.

En cuanto a la estimación de costos para la producción de plantas de *Spirotheca awadendron*, se puede indicar que los tratamientos T2 y T4 en los cuales se aplicó el enraizante orgánico *Aloe vera* presentan un menor costo de producción por planta (\$1,47 y \$2,12 USD) respectivamente, a diferencia de los tratamientos T1 y T3 que recibieron el enraizante químico hormonagro1 que presentan valores más altos (\$3,63 y \$2,86 USD) por planta.

RECOMENDACIONES

En función a las conclusiones obtenidas en la presente investigación se recomienda:

Efectuar futuros ensayos para la propagación vegetativa *Spirotheca awadendron* y *Cinchona pubescens*, tomando en cuenta las fases lunares, edad de la planta madre, estado fenológico del árbol, factores físicos y condiciones de invernadero requeridas para el enraizamiento.

En investigaciones posteriores se recomienda utilizar enraizantes orgánicos a base de *Aloe vera*, Sauce, lenteja, entre otros. En cuanto al enraizante químico hormonagrol se recomienda probar diferentes dosis y modo de aplicación para comprobar su efectividad.

Tener un manejo del ensayo más estricto, específicamente con el riego de las estacas ya que las estacas no absorben el agua como una planta con raíces y el exceso de agua puede causar la muerte de las mismas.

En lo que se refiere a los costos de producción se recomienda usar diferentes dosis de los enraizantes y sustratos que cumplan con características de buen drenaje y aireación con el fin de mejorar la producción de plantas y así lograr tener costos más rentables.

Motivar a las Instituciones de Educación superior continuar realizando investigaciones para la propagación sexual o asexual de *Spirotheca awadendron* y *Cinchona pubescens* dado que son una especie que se encuentra en estado de conservación vulnerable y es necesario encontrar la forma de reproducirla para evitar su extinción.

GLOSARIO

Estaca: Es un segmento de tallo de consistencia leñosa que posee yemas, esta sección es separada de un determinado individuo para colocar en un medio propicio para la generación de raíces (Valera y Garay, 2017, p. 1).

Especie Nativa: Son todos los seres vivos plantas, animales o cualquier organismo vivo, cuyo origen natural corresponde con un territorio determinado. Dicho territorio no corresponde directamente con los límites geográficos establecidos para países y continentes, sino que más bien, sus límites territoriales están marcados por unas condiciones climáticas concretas y de un determinado ecosistema (Roldán, 2021, p.1).

Medio de Cultivo: Es una preparación Sólida o líquida empleada para cultivar, transportar y almacenar especies vegetales y microorganismos. Para ser efectivo debe contener todos los nutrientes necesarios para que el individuo pueda multiplicarse (Castillo, 2013, p.8)

Prendimiento: Se refiere cuando una planta reinicia su crecimiento después del trasplante al campo definitivo (UNA La Molina, 2000, p. 198)

Propagación Vegetativa: Es una forma de reproducir plantas a partir de una célula, un tejido o una parte de la planta madre, puede efectuarse a través de injertos, estacas, acodos aéreos y cultivos de tejidos (Euroinnova, sf, p. 1)

Hormona Vegetal: Es una sustancia producida interiormente por la planta, que ejerce su función en muy bajas concentraciones y cuyo principal efecto se produce a nivel celular, combinado con patrones de crecimiento de los vegetales y permitiendo su control (Alcántara, et al, 2019, p. 1)

BIBLIOGRAFIA

ALCANTARA, J. Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. NOVA. [En Línea]. 2019 (Colombia). 17(32). pp. 1-2.[Consulta: 22-11-2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n32/1794-2470-nova-17-32-109.pdf>

ANCHALI CABRERA, Margarita Alexandra. Propagación vegetativa de tres variedades de *Hypericum* sp. con tres enraizadores y tres sustratos orgánicos en dos sistemas de cultivo. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [En línea] Escuela Politécnica del Ejército, Departamento de Ciencias de la Vida, Carrera de Ingeniería de Ciencias Agropecuarias. Sangolquí - Ecuador. 2011. pp. 17-18. [Consulta: 22-04-2021]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/4102/T-ESPE-IASA%20I-004566.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ARMIJOS SERRANO, Álvaro Augusto & SINCHE FREIRE, Mauricio Javier. Distribución y propagación asexual de cuatro especies forestales nativas en vivero utilizando dos tipos de sustratos en la Hoya de Loja. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [en línea] Universidad Nacional de Loja, Área agropecuaria de los recursos naturales, Carrera de Ingeniería Forestal. Loja – Ecuador. 2013. pp 55 [Consulta: 01-09-2021]. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5243/1/DISTRIBUCI%C3%93N%20Y%20PROPAGACI%C3%93N%20ASEXUAL%20DE%20CUATRO%20ESPECIES%20FORESTALES%20NATIVAS%20EN%20VIVERO%20UTILIZANDO%20DOS.pdf>

BARUKCIC REVELO, Angelka María, & SOLA MONTERO, María José. Desarrollo de formulaciones fito- cosméticas antioxidantes empleando como sustancia activa el extracto seco de *Cinchona pubescens* Vahl, RUBIACEAE (Cascarilla). (Trabajo de titulación) (Maestría). [En línea] Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. Quito – Ecuador. 2015. pp. 15-16. [Consulta: 22-04-2021]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9377/1/UPS-QT07030.pdf>

CASTILLO CARRANZA, Karla Eugenia. Manual electrónico de control de calidad en medios de cultivo y cepas de referencia. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [En línea] Universidad nacional autónoma de México. México. 2013. p. 8. [Consulta: 22-11-2021] Disponible en: https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/qfb/tesis/tesis_castillo_carranza.pdf

CHIQUI QUITO, Rosario Isabel, & VERDUGO OJEDA, Diana Cecilia. Determinación de la eficiencia de enraizadores naturales y sintético sobre estacas de la parte apical y media de mora (*Rubus glaucus* B.), en Sinincay, Cuenca. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [En línea] Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica. Cuenca – Ecuador. 2014. pp. 8-17. [Consulta: 22-04-2021]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/21061>

Clima en San Miguel de los Bancos. *Climate data org.* [blog]. [Consulta: 15-05-2021]. Disponible en: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-de-pichincha/san-miguel-de-los-bancos-25468/>

CONDE MONTAÑO, Marco Elí. Propagación in vivo de *Cinchona officinalis*. L, a partir de material vegetal sexual y asexual, con fines de conservación de la especie. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [En línea] Universidad Nacional de Loja, Área agropecuaria de los recursos naturales, Carrera de Ingeniería Forestal. Loja – Ecuador. 2016. p 48 [Consulta:30-08-2021]. Disponible en: https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10270/1/Tesis_Marco%20El%20C3%AD%20Conde%20Monta%C3%B1o.pdf

CORNEJO BADILLO, Victor Raúl. Propagación vegetativa de tres especies forestales potenciales para la recuperación de áreas degradadas en la región de Ucayali. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [En línea] Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales. Lima – Perú. 2018. pp 102- 114 [Consulta:30-08-2021] Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3747/cornejo-badillo-victor-raul.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

DEERE, Jhon. *Que es la propagación vegetativa.* [blog]. 2018. [Consulta: 24-04-2021]. Disponible en: <https://www.deere.com.mx/es/nuestra-compañía/medios-y-noticias/nuestras-novedades/2018/mar/propagación-vegetativa.html>.

DUFF, Marco. *La Selección de Arboles de Buena Calidad en el Vivero.* [blog]. [Consulta: 07-05-2021]. Disponible en: https://www.isahispana.com/portals/0/docs/treecare/tree_nursery_selection.pdf

ESCOBAR, E. et al. “Evaluación de concentraciones de ácido indolbutírico y tipo de estacas para la propagación asexual de ceiba”. *Intropica* [En línea], 2019, (Guatemala) 14(2), pp. 116-117. [Consulta: 30-08-2021]. Disponible en: <http://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/intropica/article/view/3211/2427>

EUROINNOVA. *Que es la propagación vegetativa* [blog]. [Consulta: 22-11-2021] Disponible en: <https://www.euroinnova.ec/blog/que-es-la-multiplicacion-vegetativa>

FERNÁNDEZ, J. Bombacaceae neotropicae novae I Novedades en los géneros Matisia, Quararibea y Spirotheca. Botánica. [En línea], 2001, (Colombia) 25(95), p. 202-203. [Consulta:18-04-2021] ISSN 0370- 3908. Disponible en: BOMB-IMatQuaSpiACA2001-P1.pdf

GAD SAN MIGUEL DE LOS BANCOS. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantón San Miguel de Los Bancos 2015-2025. [En línea]. [Consulta: 09-06-2021]. Disponible en: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1760008800001_PDyOT%20DIAGNOSTICO_14-04-2016_01-00-57.pdf

GÓMEZ ,A et al. Identificación de la regeneración natural de la quina roja o cascarilla *Cinchona Pubescens*, Vahl, por la morfología de sus estadios naturales en el Bosque de Neblina de Upaypítec, distrito de Kañaris, región Lambayeque. [en línea] Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima - Perú. 2016. pp. 1-3. [Consulta: 20.04-2021] Disponible en: http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/575/1/Gomez-identificacion_reg.pdf

GONZÁLEZ CHIQUITO, Simón Damián. Propagación asexual mediante esqueje de las especies forestales laurel *Cordia alliodora*, Balsa *Ochroma pyramidale*, Guayacán *Tabebuia caryanthes*, con la aplicación de tres dosis de sustratos en los predios de la “Unesum” en el Cantón Puerto López. (Trabajo de Titulación) (Ingeniería). [En línea] Universidad Estatal del Sur de Manabí, Unidad Académica de Ciencias Forestales, Ambientales y Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Forestal. Manabí – Ecuador. 2012. p 11 [Consulta: 25-04-2021] Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/121/1/gonzales%20chiquito%20simon%20damian.pdf>

HIDALGO, P et al. Importancia de la selección y manejo adecuado de sustratos en la producción de plantas frutales en vivero. Revista Científica UDO Agrícola [En línea], 2009, (Venezuela) 9(2), p. 282. [Consulta: 30-04-2021]. ISSN 1317- 9152. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3308197>

JEREZ BASTIDAS, Edwin Abel. Propagación sexual y asexual d la cascarilla *Cinchona officinalis* L, con fines de potencial productivo en el vivero catiglata del consejo provincial de Tungurahua (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [en línea] Escuela Superior Politécnica de

Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba – Ecuador. 2017. pp 52-53. [Consulta: 01-09-2021]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7663/1/33T0170.pdf>

JORGE MARCELINO, Daniela. Propagación vegetativa mediante estacas apicales de ceiba pentandra. (Trabajo de titulación) (Licenciatura). [En línea] Universidad intercultural del estado de Puebla. División de procesos naturales, licenciatura en ingeniería forestal comunitaria. Puebla – México. 2018. pp 71 - 81 [Consulta: 30-08-2021] Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1ij7lvRXJH5WMZowHHL6gxu2uaWe4utMP/view?fbclid=IwAR3igeLCeKKyujWekpnahF17hQAMK173tIurd5yPzjafKtTYTqLxnuZ2DY>

MECN. Ecosistemas del distrito metropolitano de Quito. Fondo Ambiental del MDMQ. [En línea]. Quito – Ecuador. 2009. pp. 1-51. Disponible en: http://inabio.biodiversidad.gob.ec/wp-content/uploads/2018/12/L_Guia_ecosistemas_DMQ-1.pdf

MOREIRA ZAMBRANO, María Roberta & RUALES ALCÍVAR, Pamela Alejandra. Plan de reforestación con especies nativas en la microcuenca alata del río carrizal en la comunidad de severino. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [En línea] Escuela superior politécnica agropecuaria de manabí Manuel Felix López, Carrera de medio Ambiente. Calceta – Ecuador. 2015. Pp. 1. [Consulta: 14-06-2021]. Disponible en: <http://repositorio.esPAM.edu.ec/bitstream/42000/217/1/TMA67.pdf>

MUÑOZ, M. & CERÓN, J. Árboles representativos de Pachijal. Guía practica de identificación de especies arbóreas del cantón San Miguel de los Bancos. EcoFondo [En línea]. 2015. p. 28. [Consulta: 18-04-2021]. Disponible en: <http://www.ecofondoecuador.com/images/publicaciones/Arboles representativos de Pachijal.pdf>.

NUÑEZ HIDALGO, Dayana Abigail. Formulación de dos enraizantes orgánicos a base de canela y lenteja para la producción de poroto (*Erythrina edulis*) con fines de restauración ambiental en la parroquia el triunfo en el período 2019 - 2020. (Trabajo de Titulación) (Ingeniería). [en línea] Universidad técnica de cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente. Latacunga – Ecuador. 2020. p 12. [Consulta: 05-05-2021]. Disponible en: <http://repositorio.UTC.edu.ec/bitstream/27000/7098/1/PC-001044.pdf>.

ROLDÁN, L. *Ecología verde* [blog] 21 de enero, 2021. [Consulta: 22-11-2021]. Disponible en: <https://www.ecologiaverde.com/que-es-una-especie-nativa-o-autoctona-2290.html>

SANTIANA, J. *Libro Rojo de las especies endémicas del Ecuador* [blog]. 2017. [Consulta: 18-04-2021]. Disponible en: <https://bioweb.bio/floraweb/librorojo/FichaEspecie/Spirothecaawadendron>.

TORRES ORTIZ, Carmen. "Evaluación de la eficacia de tres enraizadores orgánicos y ácido indolacético (aia) en esquejes de aguaymanto (*Physalis Peruviana* Linnaeus) en Lircay - Angaraes. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [en línea] Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Académico Profesional de Agronomía. Huancavelica - Perú. 2014. pp. 16. [Consulta 18-04-2021]. Disponible en: http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/164/TP_UNH_AGRON.0046.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

VALERA, B & GARAY, J. Producción vegetal y establecimiento de plantaciones. [En línea]. Universidad de los Andes. [Consulta: 22-11-2021] Disponible en: <http://www.ula.ve/ciencias-forestales-ambientales/indefor/wp-content/uploads/sites/9/2017/01/Tema-3-PVEP.pdf>

VASQUEZ SAMPAYO, Carlos Sixto. Influencia de las fases lunares en el injerto de *Amburana cearensis* (allemão) a. c. smith 'ishpingo) en Pucallpa – Perú. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [En línea] Universidad Nacional de Ucayali, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Escuela Académico Profesional de ingeniería forestal. Pucallpa- Perú. 2017. PP 14. [Consulta: 31-08-2021] Disponible en: <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3802/000003027T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VELAZQUEZ, A et al. Evaluación de costos de producción de plantas en Viveros forestales que abastecen a proyectos de plantaciones forestales comerciales. Comisión Nacional Forestal. Montecillo – México. 2011. Pp. 3-8. [Consulta:12-10-2021]. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/5/41361.%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20costos%20de%20producci%C3%B3n%20de%20planta%20en%20viveros.pdf>

ZAVALA YAC, Carlos Luis. Evaluación de tres enraizadores en tres sustratos en el cultivo de manzanilla (*Crataegus guatemalensis*) en santa lucía utatlán, sololá. (Trabajo de titulación) (Licenciatura). [En línea] Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Licenciatura en Ciencias Agrícolas con énfasis en gerencia agrícola. Quetzaltenango. 2018. pp. 2-7. [Consulta: 09-05-2021]. Disponible en: <http://biblio3.url.edu.gt/publijrcifuentes/TESIS/2018/06/14/Zavala-Carlos.pdf>

ANEXOS

ANEXO A: ESTACAS BROTADAS DE *Spirotheca awadendron* A LOS 30 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA.



Realizado por: Maroto, J, 2021.

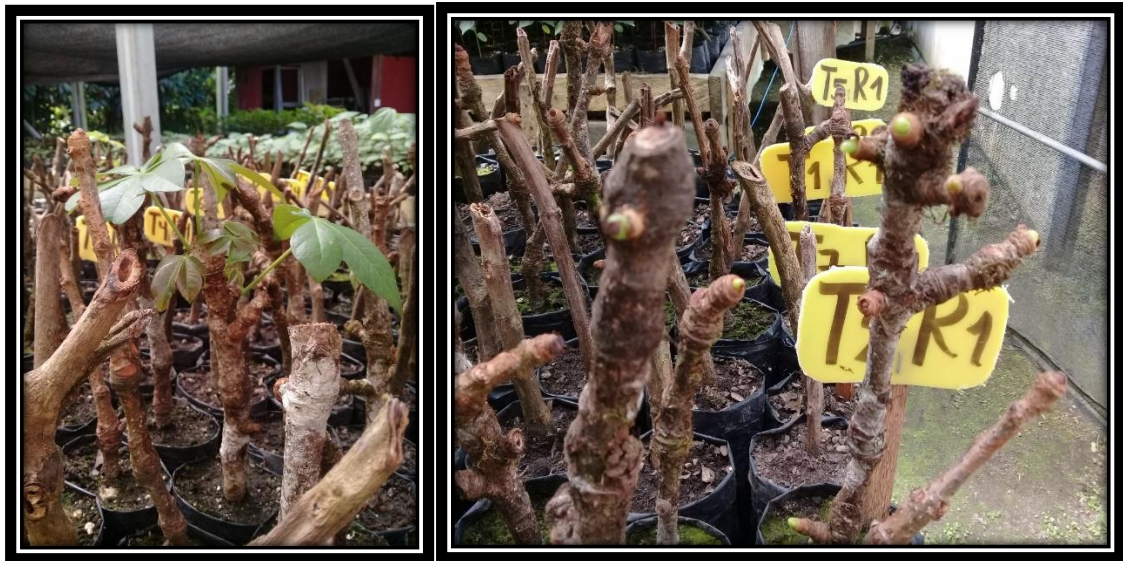
ANEXO B: ESTACAS BROTADAS DE *Spirotheca awadendron* A LOS 60 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA.





Realizado por: Maroto, J, 2021.

ANEXO C: ESTACAS BROTADAS DE *Spirotheca awadendron* A LOS 90 DÍAS DE LA SIEMBRA.





Realizado por: Maroto, J, 2021.

ANEXO D: ESTACAS MUERTAS DE *Cinchona pubescens* A LOS 30 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA.





Realizado por: Maroto, J, 2021.

ANEXO E: ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO A LOS 60 DÍAS DE HABER INSTALADO EL ENSAYO DE *Spirotheca awadendron*.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% Prendimiento (60 días)	16	0,62	0,37	36,71

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1242,74	6	207,12	2,50	0,1051
Bloque	300,95	3	100,32	1,21	0,3612
Sustratos	94,54	1	94,54	1,14	0,3136
Enraizantes	765,93	1	765,93	9,23	0,0141
Sustratos*Enraizantes	81,31	1	81,31	0,98	0,3481
Error	746,83	9	82,98		
Total	1989,57	15			

Realizado por: Maroto, J, 2021.

ANEXO F: TEST DE TUKEY PARA EL EFECTO DE LOS ENRAIZANTES EN EL PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO DE *Spirotheca awadendron*.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=10,30346

Error: 82,9814 gl: 9

Enraizantes	Medias	n	E.E.	
Aloe vera	31,73	8	3,22	A
hormonagro1	17,89	8	3,22	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Realizado por: Maroto, J, 2021.

ANEXO G: ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA A LOS 90 DÍAS DE HABER INSTALADO EL ENSAYO DE *Spirotheca awadendron*.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% Supervivencia (90 días)	16	0,63	0,38	28,35

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1146,24	6	191,04	2,52	0,1030
Bloque	317,08	3	105,69	1,39	0,3068
Sustratos	3,06	1	3,06	0,04	0,8452
Enraizantes	631,23	1	631,23	8,32	0,0180
Sustratos*Enraizantes	194,86	1	194,86	2,57	0,1434
Error	682,70	9	75,86		
Total	1828,93	15			

Realizado por: Maroto, J, 2021.

ANEXO H: TEST DE TUKEY PARA EL EFECTO DE LOS ENRAIZANTES EN EL PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE *Spirotheca awadendron*.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=9,85111

Error: 75,8550 gl: 9

Enraizantes	Medias	n	E.E.	
Aloe vera	37,00	8	3,08	A
hormonagro1	24,44	8	3,08	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Realizado por: Maroto, J, 2021.